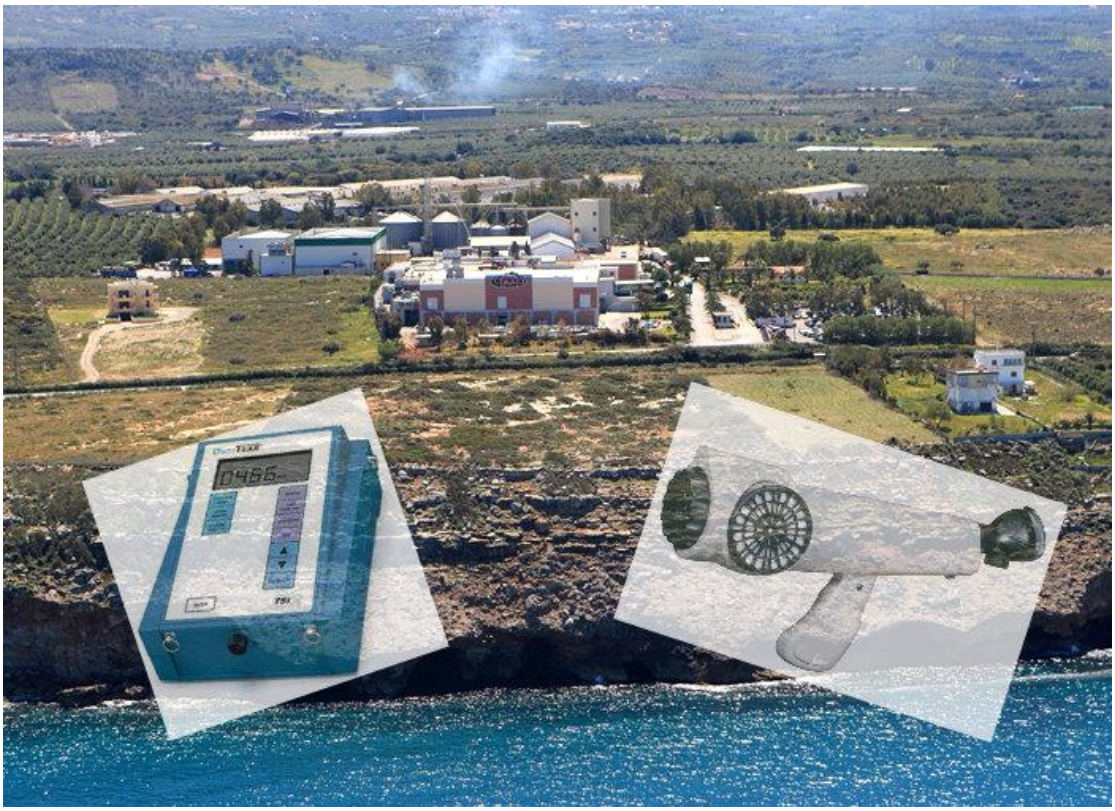
Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Σχολή Χημικών Μηχανικών
Τομέας Χημικών Επιστημών

Προσδιορισμός των εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων και των επιπέδων οσμής σε χοιροτροφική μονάδα της Κρήτης

Διπλωματική Εργασία

Δανιάς Παναγιώτης



Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Λιοδάκης Στυλιανός

Αθήνα 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζονται δύο κύριοι ρυπαντές που ,ο καθένας ξεχωριστά αλλά και ο συνδυασμός τους, χαρακτηρίζουν τις χοιροτροφικές μονάδες εντατικής κτηνοτροφίας στην Ελλάδα και ειδικότερα σε Μεσογειακά Συστήματα. Στην συνέχεια λοιπόν θα αναλύσουμε ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα, την έκλυση οσμών που οι επιπτώσεις των υψηλών εκπομπών της έχει σοβαρές επιπτώσεις στην σωματική και ψυχική υγεία των κατοίκων των περιοχών που τις στεγάζουν αλλά και αποτελεί πλήγμα για την εξέλιξη της περιοχής. Πλέον το πρόβλημα της εντατικοποίησης της παραγωγής μεγάλης κλίμακας που παράγει υψηλές εκπομπές οσμών έχει προκαλέσει την κινητοποίηση του κράτους στην θέσπιση νόμων αλλά και εκπόνηση πληθώρας μελετών για μοντέλα διασποράς της οσμής και τεχνικών ελάττωσης των εκπομπών μέσω φίλτρων και πρωτοκόλλων μαζικής εκτροφής. Ακόμη μελετάται η εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων ΑΣ που αποτελεί έναν από τους πιο επικίνδυνους ρυπαντές κυρίως στα αστικά κέντρα αλλά και στις βιομηχανικές περιοχές που έχει πολλές βλαβερές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Το ελληνικό κράτος έχει παρακολουθεί συνεχώς τις εκπομπές ΑΣ με πολλούς σταθμούς παρακολούθησης σε ολόκληρη την Ελλάδα.

Υπό την εποπτεία λοιπόν του καθηγητή μου κ. Λιοδάκη Στυλιανού μελετάμε το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η περιοχή του Λατζιμά Ρεθύμνου από την έκκληση οσμών από μεγάλης κλίμακας χοιροτροφική μονάδα αλλά και την εκπομπή ΑΣ αυτής η οποία σε συνδυασμό με τα λατομεία της περιοχής και την αφρικανικής σκόνης που φέρνουν οι νότιοι άνεμοι της περιοχής επιδεινώνει το περιβαλλοντικό φορτίο της περιοχής. Εκτός από το περιβαλλοντικό κομμάτι η περιοχή είναι κατοικήσιμη επομένως ενοχλούνται και οι γείτονες και οι ξενοδοχειακές μονάδες της περιοχής οι οποίες απέχουν λιγότερο από 2 km από την μονάδα. Δυστυχώς η νομοθεσία περί ελάχιστης απόστασης ευαίσθητων περιοχών (π.χ. οικισμοί) από τις μονάδες εντατικής εκτροφής δεν αρκεί για να τους προστατέψει από τις εκπομπές των ρύπων.

Πιο συγκεκριμένα παρακάτω αναλύονται οι 2 αυτοί αέριοι ρύποι καθώς και η νομοθεσία τους στην Ελλάδα και όχι μόνο. Περιγράφεται η σύσταση των οσμών, η προέλευσή τους, τα χαρακτηριστικά τους, οι τρόποι μέτρησής τους, οι επιπτώσεις τους στην υγεία, η μεθοδολογία εκτίμησης της επίδρασής τους, η νομοθεσία που έχει θεσπιστεί έως τώρα, καθώς και οι τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος που δημιουργούν. Ακόμη αναλύονται γεωγραφικά οι ιδιαιτερότητες της περιοχής και οι πηγές εκπομπής αλλά και παρουσιάζονται οι μετρήσεις οσμής και ΑΣ που πήραμε από 6 σημεία περιμετρικά της χοιροτροφικής μονάδας. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων και διεξάγονται συμπεράσματα που δικαιολογούν α) τις μαρτυρίες περί ενόχλησης των κατοίκων της περιοχής από έντονες οσμές αλλά και β) τις καταγγελίες που έγιναν στο υγειονομικό για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που έχει για την περιοχή η μονάδα αυτή.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Λιοδάκη Στυλιανό για την ανεκτίμητη βοήθεια και καθοδήγηση του για την εκπόνηση της διπλωματικής

μου αλλά και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους υποψήφιους διδάκτορες Ελπίδα Ευθυμίου και Χάρη Μιχαλόπουλο για την άψογη συνεργασία μας και την προθυμία τους να με βοηθήσουν με επιστημονικό υλικό και με τις γνώσεις τους. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Δημήτρη Μπακιρτζή για την ιδιαίτερη συνεργασία που είχαμε αλλά και για τις χρήσιμες συμβουλές του.

Πιστεύω η διπλωματική μου αυτή να δώσει το έναυσμα και σε άλλους ερευνητές να μελετήσουν εκτενέστερα και διεξοδικότερα των συνδυασμό αυτών των ρύπων με σκοπό την θέσπιση νομοθεσίας για την αντιμετώπιση του προβλήματος των περιοχών που στεγάζουν βιομηχανίες μαζικής εκτροφής ζώων.

Με εκτίμηση ,

Παναγιώτης Δανιάς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η περιοχή του Λατζιμά Ρεθύμνου έχει αποτελέσει προϊόν μελέτης για πολλές επιστημονικές εργασίες σχετικά με την μόλυνση του υδάτινου και αέριου περιβάλλοντός, μία περιοχή η οποία είναι κατοικήσιμη και τουριστικά αναπτυσσόμενη. Αυτή λοιπόν η διπλωματική εργασία πραγματεύεται την όχληση της οσμής και τις συγκεντρώσεις των Αιωρούμενων Σωματιδίων (ΑΣ) μέσω μιας σειρά περιοδικών μετρήσεων περιμετρικά της μονάδας. Στο κεφάλαιο 1 αναφερόμαστε στην βιομηχανία μαζικής εκτροφής ζώων γενικότερα και στην συνέχεια κάνουμε μία αναφορά στην τεχνολογία που έχει αναπτυχθεί για την επεξεργασία των λυμάτων καθώς και τρόπους αντιμετώπισης της μόλυνσης των μονάδων αυτών στο περιβάλλον. Στο κεφάλαιο 2 γίνεται μία εκτενής αναφορά στην έκκληση οσμών από της μονάδες παραγωγής ζώων, τις τεχνικές ανίχνευσης και ανάλυσης της οσμής, πώς φτάνουμε στην καταγγελία και τέλος αναφέρονται τα μοντέλα μελέτης της διασποράς της οσμής. Στο κεφάλαιο 3 παρατίθενται ο ορισμός, ο προσδιορισμός, η φύση, η προέλευση (και η πολυπλοκότητα καθορισμού αυτής) και η ισχύουσα νομοθεσία στην Ελλάδα των αιωρούμενων σωματιδίων. Στην συνέχεια, για συγκριτικούς λόγους, αναφέρουμε ένα παράδειγμα μελέτης εκπομπών ΑΣ σε μία περιοχή της Μεσογείου και συγκεκριμένα της Ισπανίας, με ίδια γεωγραφικά στοιχεία με αυτή της Κρήτης. Τέλος στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται οι μετρήσεις που έγιναν στην χοιροτροφική μονάδα της Κρήτης και τα σημεία δειγματοληψίας από τα οποία διεξήχθησαν. Μέσα από αυτές τις μετρήσεις, με την βοήθεια της βιβλιογραφίας και των διαγραμμάτων που διεξαγάγαμε από αυτές, συσχετίσαμε σε ικανοποιητικό βαθμό την εξάρτηση της οσμή και των ΑΣ. Η εξάρτηση αυτή μπορεί να βοηθήσει εξάλειψη της υποκειμενικότητας της μέτρησης της οσμής, καθώς η μέτρηση ΑΣ γίνεται με διακριβωμένο εξοπλισμό χωρίς να παρεμβαίνει ο ανθρώπινος παράγοντας στην διεξαγωγή των αποτελεσμάτων. Επιπλέον για τα ΑΣ οι περισσότερες χώρες της Ε.Ε., όπως και η Ελλάδα, έχουν θεσπίσει σαφή όρια για την ποσοτικοποίηση της εκπομπής τους τόσο σε 24ωρη όσο και σε ετήσια βάση, πράγμα το οποίο δεν συμβαίνει για τα επίπεδα της οσμής.

ΣΥΜΠΤΗΞΕΙΣ

CAFOs	Concentrated Animal Feeding Operations
	Πτηνο-κτηνοτροφικές Μονάδες Μεγάλης Δυναμικότητας
IHFOs	Intensive Hog Farming Operations
	Χοιροτροφικές Μονάδες Μεγάλης Δυναμικότητας
ISO	International Organization for Standardization
	Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης
USA EPA	U.S.A. Environmental Protection Agency
	Αμερικάνικη Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ 2

ΠΕΡΙΛΗΨΗ 4

ΣΥΜΠΤΗΞΕΙΣ 5

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 10

1. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΖΩΩΝ 10

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ 10

1.2 Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ 10

1.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ IHFOs 11

1.3.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ 13

1.3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΣΤΑΒΛΟ. 14

1.3.3.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΒΛΟΥΣ. 15

1.3.4 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΧΕΙΡΙΣμΟΙ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ) 17

1.3.5 Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ. (ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ) 18

1.3.6 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ 19

1.3.7 ΑΕΡΟΒΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΣ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣμΟΣ) 21

1.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ 22

2 ΟΣΜΗ : Ο ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΡΥΠΑΝΤΗΣ 23

2.1 ΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ ΑΠΟ ΛΥΜΑΤΑ 23

2.2 ΠΗΓΕΣ ΕΚΛΥΣΗΣ ΟΣΜΩΝ 27

2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΣΜΗΣ 28

2.3.1 ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ 28

2.3.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ 29

2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΟΣΜΩΝ 32

2.4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΓΕΛΙΑ ΠΗΓΩΝ ΟΣΜΗΣ 32

2.4.2 ΑΜΕΣΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΗΣ ΟΣΜΗΣ 33

2.5 ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ 34

2.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΟΣΜΕΣ 37

3 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ (ΑΣ) 38

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣ 38

3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΣ 39

3.2.1 ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (Fine Mode) 39

3.2.2 ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΑ (Coarse Mode) 40

3.3 ΑΙΩΡΟΎΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ 41
3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΣ 44
3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ 45
3.6 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ 46
3.6.1 ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ 46
3.6.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ 47
3.6.3 ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ 47
3.6.4 ΑΜΜΩΝΙΑΚΑ 48
3.6.5 ΘΕΙΙΚΑ 48
3.6.6 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ 48
3.6.7 ΝΙΤΡΙΚΑ 48
3.6.8 ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ 49
3.6.9 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 49
3.6.10 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ 49
3.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ 49
3.7.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ US-EPA 50
3.8 ΑΙΤΙΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΣ 50
3.9 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟΣ 54
3.10Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΑΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ 54
3.11 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ 55
3.12 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΣ 58
4.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ 60
4.1 ΑΡΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ 60
4.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ-ΟΡΓΑΝΑ 64
4.2.1 ΟΣΜΟΜΕΤΡΟ NASAL RANGER 65
4.2.2 ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ DUST TRAK 8520 69
4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 72
4.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ 72
4.3.2 ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 73
4.3.3 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 76
4.3.4 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ 85
4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 96
4.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 98
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 101

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... 104
ΟΣΜΗ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ 104
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΜΕ ΤΑ ΙΔΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ 106
PM ΣΥΝΘΕΣΗ:ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΗΣΤΩΣΕΣ PM2,5 ΚΑΙ PM10 108
Η ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ..... 111

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΖΩΩΝ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (EPA) ορίζει πτηνοκτηνοτροφικές μονάδες μεγάλης δυναμικότητας (CAFO) ως μονάδες σίτισης των ζώων (AFO) εκείνες που μπορούν να φιλοξενήσουν περισσότερους από 1.000 ζώα στις εγκαταστάσεις τους. Επίσης, η EPA μπορεί να ταξινομήσει CAFOs ως CAFOs αν στεγάζουν 300 ή περισσότερα περιοριζόμενα ζώα και η ρύπανση απαλλάσσεται άμεσα ή έμμεσα, με νερό. [1]

1.2 Η ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΜΑΖΙΚΗΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ ΧΟΙΡΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Σύμφωνα με στοιχεία της ελληνικής στατιστικής υπηρεσίας, η συμμετοχή της βιομηχανικής χοιροτροφίας στην ακαθάριστη αξία της ζωικής παραγωγής, εκτιμάται σε 10 %. Εξάλλου, η χοιροτροφία παράγει το 25 % της εγχώριας παραγωγής κρέατος και κάλυψε, για την περίοδο 1990-2006, το 33 % των αναγκών της συνολικής κατανάλωσης χοιρινού κρέατος. Η προσπάθεια ανάπτυξης της βιομηχανικής χοιροτροφίας άρχισε τη δεκαετία του 1970, με στόχο την κάλυψη των αναγκών της εσωτερικής αγοράς σε χοιρινό κρέας.

Σύμφωνα με την ΕΣΥΕ (έτους 1999 και 2005), το 1999 λειτουργούσαν 36.521 εκμεταλλεύσεις με 969.852 χοίρους ενώ, το 2005 λειτουργούσαν 44.302 εκμεταλλεύσεις με 1.110.109 χοίρους που σημαίνει αύξηση 18,3 % στον αριθμό των εκμεταλλεύσεων και 14,7 % στον αριθμό των εκτρεφόμενων χοίρων. Ο διαφορετικός ρυθμός αύξησης του αριθμού των εκμεταλλεύσεων και του πληθυσμού των χοίρων προσδιορίζει μείωση του μέσου μεγέθους των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων από 26,6 χοίρους το 1999 στους 25,1 το 2005. Οι περιφέρειες με τις περισσότερες χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι η δυτική Ελλάδα (19 %), η Θεσσαλία (12 %), η Στερεά Ελλάδα (11,6 %) και η Κρήτη (10,5 %). Η κατανομή του ζωικού πληθυσμού είναι διαφορετική. Ο μεγαλύτερος αριθμός χοίρων συναντάται στις περιφέρειες της Θεσσαλίας (16,9 %), της δυτικής Ελλάδας (16,7 %), της Ηπείρου (14,8 %), της κεντρικής Μακεδονίας (11,9 %) και της Στερεάς Ελλάδας (11,1 %).

Ειδικότερα, με βάση τα πλέον πρόσφατα στοιχεία του 2007 που αφορούν τη διάρθρωση του κλάδου της χοιροτροφίας κατά τάξη μεγέθους, διαπιστώνεται ότι: το 80,4 % των εκμεταλλεύσεων είναι μικρές, εκτρέφουν από 1 έως 9 ζώα και καλύπτουν το 7,1 % του συνολικού αριθμού των χοίρων, - οι εκμεταλλεύσεις της τελευταίας τάξης μεγέθους (από 200 ζώα και πάνω) αποτελούν το 1,8 % του συνολικού αριθμού των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων και εκτρέφουν το 69,7 % του συνολικού αριθμού των χοίρων. Από την ανάλυση της εικόνας των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας που εκτρέφουν χοιρομητέρες συνάγεται ότι: από το σύνολο των καταγεγραμμένων χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας μόνον 12.676 (30,5 %) εκτρέφουν 138.197 χοιρομητέρες. Από τις εκμεταλλεύσεις αυτές, οι 17.546 (83,3 %), εκτρέφουν 33.854 χοιρομητέρες, δηλαδή 3 χοιρομητέρες ανά εκμετάλλευση και συνιστούν «οικιακές» εκτροφές για κατανάλωση σε τοπικό επίπεδο, από τις υπόλοιπες 2.079 εκμεταλλεύσεις, οι 911 (7,3 %) εκτρέφουν 11.963 (8,7 %) χοιρομητέρες και οι 1.168 (9,4 %), εκτρέφουν πάνω από 100 χοιρομητέρες η

καθεμία. Οι δύο παραπάνω κατηγορίες χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων συνιστούν το παραγωγικό δυναμικό της επιχειρηματικής χοιροτροφίας. Επομένως, η ελληνική χοιροτροφία περιλαμβάνει μονάδες, κυρίως, μικρομεσαίου μεγέθους, με ότι αυτό συνεπάγεται σε όρους βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας και της ποιότητας και σε όρους μείωσης του κόστους παραγωγής του χοιρινού κρέατος. Αντιπαραβάλλοντας τα παλαιά δεδομένα στον παρακάτω πίνακα φαίνονται ο αριθμός των ζώων και των εκμεταλλεύσεων στην Κρήτη αλλά και στην Ελλάδα συνολικά για το έτος 2007.[2]

Πίνακας 1 ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΖΩΩΝ ΜΕ ΧΟΙΡΟΥΣ ΤΗΝ 1η ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 2007 ΚΑΤΑ ΤΑΞΕΙΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΧΟΙΡΩΝ

	ΣΥΝΟΛΟ ΧΟΙΡΩΝ		ΧΟΙΡΙΔΙΑ ΜΕ ΖΩΝ ΒΑΡΟΣ ΚΑΤΩ ΤΩΝ 20 ΚΙΛΩΝ		ΧΟΙΡΟΜΗΤΕΡΕΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΑΡΟΥΣ 50 ΚΙΛΩΝ ΚΑΙ ΑΝΩ		ΛΟΙΠΟΙ ΧΟΙΡΟΙ ΖΩΝΤΟΣ ΒΑΡΟΥΣ 20 ΚΙΛΩΝ ΚΑΙ ΑΝΩ (κάπροι, παχυνόμενοι χοίροι κλπ.)	
	ΕΚΜ/ΣΕΙΣ	ΚΕΦΑΛΕΣ	ΕΚΜ/ΣΕΙΣ	ΚΕΦΑΛΕΣ	ΕΚΜ/ΣΕΙΣ	ΚΕΦΑΛΕΣ	ΕΚΜ/ΣΕΙΣ	ΚΕΦΑΛΕΣ
ΝΟΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	778	19.375	361	7.454	339	2.983	461	8.938
ΝΟΜΟΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ	242	4.192	81	886	79	3.080	101	227
ΝΟΜΟΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ	999	27.809	746	8.722	396	4.886	373	14.202
ΝΟΜΟΣ ΧΑΝΙΩΝ	1.403	14.404	521	7.181	219	1.825	1.013	5.398
ΚΡΗΤΗ	3.422	65.780	1.710	24.243	1.033	12.773	1.948	28.764
ΣΥΝΟΛΟ ΤΗΣ ΧΩΡΑΣ	33.308	1.111.542	11.475	382.990	10.933	172.740	24.777	555.811

Στην Κρήτη παρατηρούμε ότι το 41% εκτρέφεται στο Ρέθυμνο το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό 1,8% της χώρας. Ποσοστό το οποίο συγκεντρώνεται σε μόλις 373 μονάδες παραγωγής χοίρων άνω των 20 κιλών.

1.3 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΤΩΝ IHFOs

Κατά την διατήρηση των αγροτικών ζώων μέσα στους στάβλους παράγονται υγρά ή στερεά απόβλητα , αποτέλεσμα του μεταβολισμού των τροφών που παρέχονται σε αυτά, αλλά και των διαφυγών κατά την διάρκεια διανομής της τροφής και του νερού, συνήθως μέσα ή κοντά στους χώρους εκτροφής . Η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων είναι ανάλογη του βαθμού εντατικοποίησης της εκτροφής και της πυκνότητας των εκτρεφόμενων ζώων. Αποτέλεσμα της παραγωγής των αποβλήτων είναι η έκλυση ενοχλητικών οσμών και η μεταφορά προς το περιβάλλον οργανικής και ανόργανης μορφής ρύπων, που μπορούν να υποβαθμίσουν την ποιότητα του τελικού τους αποδέκτη, υδάτινου ή εδαφικού. [3]

Η διαχείριση των πτηνοκτηνοτροφικών αποβλήτων, εν γένει, αφορά στις ενέργειες και διαδικασίες, που θα πρέπει να εφαρμοσθούν σε κάθε περίπτωση για την ελαχιστοποίηση ή και ακόμα την πλήρη εξουδετέρωση των δυσμενών επιπτώσεων από την παραγωγή και διάθεση των αποβλήτων αυτών. Τα χαρακτηριστικά των πτηνοκτηνοτροφικών αποβλήτων είναι η οργανική τους προέλευση, ο μικρός σχετικά όγκος τους, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων και πολύ περισσότερο με τα λύματα αστικών και περιαστικών περιοχών και η μεγάλη τους πυκνότητα. Η κατηγορία αυτή των αποβλήτων περιέχει μικρή ποσότητα νερού και ως εκ τούτου εμφανίζονται με πολύ μεγάλες τιμές ρυπαντικών φορτίων ανά μονάδα όγκου. [4]

Αναλυτικά, τα κτηνοτροφικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από μεγάλη περιεκτικότητα σε οργανικές ουσίες, ποσοστό μεγαλύτερο του 70% είναι οργανικής σύστασης. Η οργανική ουσία προέρχεται κατά κύριο λόγο από τις ζωοτροφές που δεν αφομοιώθηκαν κατά την διέλευσή τους από το πεπτικό σύστημα των ζώων και κατά μικρότερο μέρος από τις ζωοτροφές που παρασύρθηκαν ή διασκορπίστηκαν μέσα στα αποχετευτικά κανάλια. Συνέπεια της προέλευσης αυτής είναι ο εμπλουτισμός τους με μικροοργανισμούς, κύρια μεθανοβακτήρια από το πεπτικό σύστημα των ζώων. Αυτοί οι μικροοργανισμοί βρίσκουν άφθονο οργανικό υπόστρωμα και αναπτύσσονται σε μεγάλο ή μικρό βαθμό ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος κύρια, θερμοκρασίας και ph. Προϊόντα της ανάπτυξης των μικροοργανισμών είναι το νερό, το διοξείδιο του άνθρακα, το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο και διάφορες άλλες δύσοσμες ουσίες π.χ αμίνες. Τα εκλυόμενα αυτά προϊόντα είναι οι γνωστές μας δυσάρεστες οσμές και προκαλούν ανεπιθύμητες καταστάσεις διάφορης έντασης στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στον αποδέκτη. Η ένταση των οσμών αυτών εξαρτάται από τις συνθήκες διατήρησης των αποβλήτων.[4]

Ο δε όγκος των αποβλήτων εξαρτάται από το είδος και την ηλικία ή το βάρος των ζώων, καθώς επίσης και από το σύστημα διατροφής. Ο τελικός όγκος, όμως των αποβλήτων πουπροκύπτει είναι μεγαλύτερος λόγω της αραίωσης τους με νερό από πλυσίματα των χώρων, βροχοπτώσεις ή και διαρροών καθώς επίσης από την προσθήκη στρωμνής (άχυρο, υπολείμματα ζωοτροφών, φτερά, τρίχες κλπ). Στην πράξη η αραίωση αυτή φτάνει πολλές φορές ακόμα και στο δεκαπλάσιο του αρχικού όγκου, στην περίπτωση των χοιροστασίων. Το χαρακτηριστικό αυτό των αποβλήτων έχει οικονομικό αντίκτυπο στο χειρισμό και στο σχεδιασμό της επεξεργασίας τους και αποτελεί χαρακτηριστικό μέγεθος για κάθε μονάδα οπότε και πρέπει να εξετάζεται κατά περίπτωση. [4]

Με βάση τη σχέση νερού και στερεών συστατικών τα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορούν να θεωρηθούν στερεής, ημιστερεής, ημιρευστής και υγρής μορφής.

Στερεά : Περιέχουν υγρασία λιγότερη από 80 % ή Ολικά Στερεά (ΟΣ) περισσότερα από 20%.Στην κατηγορία αυτή υπάγονται:

1. Κοπριά αιγοπροβάτων και πτηνών
2. Βουστασίων και χοιροστασίων αναμιγμένη με στρωμνή
3. Στερεά φυγοκεντρικού διαχωρισμού υγρών αποβλήτων χοιροστασίων

Ημιστερεά : Με υγρασία 80-85% ή Ολικά Στερεά (ΟΣ) περισσότερα από 15-20%. Αυτή τη μορφή έχουν:

1. Τα στερεά απόβλητα των βουστασίων
2. Τα στερεά διαχωρισμού (με κόσκινα) υγρών αποβλήτων χοιροστασίων
3. Στερεά της προηγούμενης μορφής εμπλουτισμένα με νερό (κύρια βροχής)

Ημίρευστα : Με υγρασία 85-90% ή Ολικά Στερεά (ΟΣ) περισσότερα από 5-15%. Αυτή τη μορφή έχουν:

1. Απόβλητα χοιροστασίων και βουστασίων όπως παράγονται από τα ζώα (κοπριά
1. και ούρα)
2. Απόβλητα χοιροστασίων όπως βγαίνουν από τους στάβλους μετά από την
3. αραίωσή τους με νερά πλύσεως κλπ
4. Λάσπες των δεξαμενών συγκέντρωσης, επεξεργασίας και αποθήκευσης

Υγρά : Με υγρασία πάνω από 95% ή Ολικά Στερεά (ΟΣ) λιγότερα από 5%. Αυτή τη μορφή έχουν τα:

1. Τα υγρά απόβλητα των χοιροστασίων όπως βγαίνουν από τους στάβλους
1. (συμπεριλαμβανομένων των νερών πλυσίματος και βροχής).
2. Τα υγρά που προέρχονται από την στράγγιση των κοπροσωρών (χοιροστασίων
3. και βουστασίων)
4. Τα υγρά τα προερχόμενα από τα συστήματα με προορισμό τον τελικό
5. αποδέκτη. [4]

Ο τρόπος λοιπόν παραγωγής των αποβλήτων επιτρέπει τον χειρισμό τους με τέτοιο τρόπο, ώστε να είναι δυνατή η πλήρης αξιοποίηση τους με ανακύκλωση των τελικών υγρών και στερεών στο έδαφος για λίπανση – άρδευση αυτοφυών ή καλλιεργούμενων φυτών μετά από επαρκή αποθήκευση και επεξεργασία σε ειδικές προς τούτο εγκαταστάσεις. Επιτρέπει κατ' επέκταση την εφαρμογή της αειφορικής ανάπτυξης την οποία προωθεί τελευταία η Ευρωπαϊκή Ένωση και η οποία εφόσον γίνει δυνατό να γενικευθεί και σε άλλους τομείς της παραγωγής μπορεί να δώσει διέξοδο στα μεγάλα περιβαλλοντικά προβλήματα της ανθρωπότητας συνδυάζοντας συνέχιση της ανάπτυξης με την προστασία του περιβάλλοντος. Προϋπόθεση για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η διαχείριση των αποβλήτων με τέτοιο τρόπο, που να μην προκαλούνται ενοχλήσεις ή αντιαισθητικές καταστάσεις στην περιοχή λειτουργίας των μονάδων αυτών. Η χωροταξική κατανομή κτηνοτροφικών μονάδων ,με τέτοιες προδιαγραφές, μέσα ή γύρω από καλλιεργούμενες εκτάσεις, θα προωθούσε την υποκατάσταση των χημικών λιπασμάτων, το οποίο είναι προς το συμφέρον των αγροτών γιατί θα έχουν όφελος από την αύξηση της γονιμότητας των εδαφών τους, αντίστοιχη μμείωση της δαπάνης αγοράς των χημικών λιπασμάτων και φυσικά την διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος. [3]

1.3.1 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Για το προσδιορισμό του ρυπαντικού δυναμικού του οργανικού μέρους των αποβλήτων έχουν καθιερωθεί οι εξής παράμετροι : τα πτητικά στερεά (Π.Σ.) η βιοχημική ζήτηση του Οξυγόνου 5 ημερών (BOD5) και η χημική ζήτηση του οξυγόνου (COD). Οι ίδιοι παράμετροι χρησιμοποιούνται και στο σχεδιασμό και έλεγχο της απόδοσης των συστημάτων βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων. Αναλυτικά, τα Πτητικά Στερεά προκύπτουν μετά από ξήρανση του δείγματος των αποβλήτων στους 103 C και στη συνέχεια αποτέφρωσή τους

στους 550 C για 24 ώρες και 16 ώρες αντίστοιχα. Τα Πτητικά Στερεά εκφράζονται συνήθως επί τις εκατό (%) των ολικών στερεών . Όπου τα Ολικά Στερεά εκφράζονται συνήθως επί τις εκατό (%) του βάρους των αποβλήτων. [4]

Η Βιοχημική ζήτηση του Οξυγόνου 5 ημερών (BOD5) έχει καθιερωθεί ως η ικανή παράμετρος να μας δείξει την ικανότητα των αποβλήτων να προκαλέσουν οργανική ρύπανση και κατ' επέκταση ποιοτική υποβάθμιση του αποδέκτη τους. Η τιμή αυτή αφορά την ποσότητα του Οξυγόνου που χρειάζεται να καταναλώσουν οι μικροοργανισμοί για να αποσυνθέσουν το βιοαποδομήσιμο μέρος του οργανικού φορτίου των αποβλήτων, σε διάστημα 5 ημερών, όταν βρεθούν σε ιδανικές συνθήκες (20 , επάρκεια θρεπτικών συστατικών και απουσία τοξικών ουσιών). Η τιμή της (BOD5) για τα πτηνοκτηνοτροφικά απόβλητα αντιπροσωπεύει το 16- 60 % της ολικής BOD, σε αντίθεση με τα αστικά λύματα για τα οποία το BOD5 φθάνει το 80-90 % του ολικού BOD. Σαν εναλλακτική παράμετρος της BOD5 ή και συμπληρωματικά χρησιμοποιείται η χημική ζήτηση του Οξυγόνου (COD). Αυτή η παράμετρος δείχνει την ποσότητα του Οξυγόνου που χρειάζεται για να διαλυθεί όλη η οργανική ύλη των αποβλήτων με χημικά μέτρα. Η COD είναι πάντα μεγαλύτερη από τη BOD5 γιατί οξειδώνει την οργανική ουσία που δεν αποδομείται από τους μικροοργανισμούς ή αποδομείται δύσκολα, καθώς και μέρος των ανόργανων συστατικών των αποβλήτων. Η διαφορά στην τιμή της COD βασίζεται στο γεγονός ότι όλη η οργανική ύλη, εκτός ορισμένων εξαιρέσεων, μπορεί να οξειδωθεί με την βοήθεια ισχυρών οξειδωτικών μέσων κάτω από όξινες συνθήκες και να μετατραπεί σε διοξείδιο του άνθρακα και νερό. [4]

1.3.2 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΣΤΑΒΛΟ.

Ο χειρισμός των αποβλήτων μέσα στα κτίρια στέγασης των ζώων, αποβλέπει στην διατήρηση των χώρων καθαρών και του περιβάλλοντος των ζώων απαλλαγμένου από οσμές και αέρια, που επηρεάζουν δυσμενώς την ανάπτυξή τους και τις συνθήκες εργασίας του προσωπικού. Κατ' επέκταση αποβλέπει στην ελαχιστοποίηση των ενοχλήσεων των περιοίκων και περαστικών από την δυσοσμία, που συνήθως επικρατεί γύρω από τις πτηνοκτηνοτροφικές μονάδες. Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με :

• Τη σωστή σχεδίαση, κατασκευή και λειτουργία του αποχετευτικού συστήματος

• Την τακτική και προγραμματισμένη απομάκρυνση των αποβλήτων

• Τον σωστό αερισμό των χώρων διαβίωσης των ζώων.

Εν γένει, επιτυχημένο αποχετευτικό σύστημα θεωρείται εκείνο που έχει σχεδιασθεί για την χωρίς πρόβλημα διατήρηση και απομάκρυνση των αποβλήτων ,ανάλογα με τη μορφή και τον όγκο τους. Για το λόγο ό,τι η παρούσα μελέτη αφορά την επεξεργασία των χοιροτροφικών αποβλήτων , θα επικεντρωθούμε σε εκείνες τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται ή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στα χοιροστάσια. Για τα στερεά και ημιστερεά απόβλητα η απομάκρυνση γίνεται με μηχανικά ξέστρα και πτύα προσαρμοσμένα σε ελκυστήρα ή αυτόματα με συνεχή ταινία, αλυσίδα ή κοχλία. Στις περιπτώσεις αυτές δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα προβλήματα λειτουργίας και η απομάκρυνση των αποβλήτων είναι συνήθως ικανοποιητική αρκεί ο χρησιμοποιούμενος εξοπλισμός να είναι ο κατάλληλος για την μορφή και τον όγκο των αποβλήτων. [4]

Για τα υγρά και ημιυγρά απόβλητα, η απομάκρυνση γίνεται με φυσική ροή μέσα στο αποχετευτικά κανάλια κατά τακτά χρονικά διαστήματα ή συνεχώς με υπερχείλιση. Σε αυτήν την περίπτωση συνιστάται η συγκέντρωση των αποβλήτων μέσα στα κανάλια για διάστημα από 1 μέχρι 15 ημερών και στην συνέχεια ανοίγεται μια θυρίδα στο άκρο των καναλιών και τα απόβλητα ρέουν έξω από το κτίριο προς το κεντρικό σημείο συλλογής τους. Σε ορισμένες περιπτώσεις η διατήρησή του περιεχομένου μέσα στα κανάλια μπορεί να διαρκέσει μέχρι και 3 μήνες (αποθηκευτικά κανάλια). Για την αποτελεσματικότερη διακίνηση των αποβλήτων μέσα στα κανάλια μπορεί να προστεθεί νερό σε προκαθορισμένες ποσότητες. Οι τύποι των καναλιών είναι τρεις:

• Τα στενά και βαθειά κανάλια : αυτά συγκεντρώνουν και απομακρύνουν τα υγρά απόβλητα από κελιά με συμπαγές έδαφος. Είναι αυτοεκκενούμενα και δεν επιτρέπουν την καθίζηση των στερεών στον πυθμένα του καναλιού λόγω μικρού χρόνου παραμονής. Η γρήγορη εκκένωση περιορίζει την παραγωγή αερίων και την έκλυση οσμών.

• Τα κανάλια ρυθμιζόμενης εκκένωσης: αυτά είναι ρηχά σχήματος V ,U,ή Y κάτω από εσχαρωτά δάπεδα. Τα απόβλητα παραμένουν σε αυτά για περίοδο 4 μέχρι 7 ημερών συνήθως. Στη συνέχεια αποφράσσεται το ένα άκρο τους με την μετακίνηση εμβόλου, σωλήνα ή άλλου μέσου και εκκενώνονται εκτός κτιρίου.

• Τα κανάλια συνεχούς ροής: αυτά χρησιμοποιούνται στα βουστάσια αλλά και κάτω από εσχαρωτά δάπεδα των χοιροστασίων. Στο κατώτερο άκρο τους υπερυψώνονται κατά 15-20 cm ώστε να υπερχειλίζει η περίσσεια των υγρών. Σε αυτά το πλάτος δεν είναι περιοριστικός παράγοντας, αντίθετα είναι σημαντικό να διατηρείται το περιεχόμενό τους σε υγρή κατάσταση και το στόμιο εξόδου των καναλιών να μην επιτρέπουν την επιστροφή των δύσοσμων αερίων ή την εισαγωγή κρύου αέρα από τον χώρο διακίνησης των αποβλήτων προς τον χώρο διατήρησης των ζώων.

Για την διατήρηση των αποβλήτων σε υγρή κατάσταση συνιστάται η προσθήκη νερού κατά διαστήματα και ιδιαίτερα αμέσως μετά την εκκένωσή τους με άνοιγμα θυρίδας. Στα κανάλια συνεχούς ροής συνιστάται η εκκένωση και το πλύσιμό τους με νερό για πλήρη απομάκρυνση των στερεών που καθιζάνουν στον πυθμένα. Τέλος, με την διατήρηση των καναλιών εμβαπτισμένα στα υγρά αποφεύγεται η εισροή αερίων από τους χώρους δια διακίνησης των αποβλήτων προς τον χώρο διατήρησης των ζώων. Εκτός από τη σωστή σχεδίαση και λειτουργία του αποχετευτικού συστήματος, η αποτελεσματική αντιμετώπιση των οσμών ολοκληρώνεται με τον ενδεδειγμένο αερισμό στο επίπεδο των καναλιών. Πλήρως ή μερικώς εσχαρωτά δάπεδα ευνοούνται ιδιαίτερα από ένα καλοσχεδιασμένο τέτοιο σύστημα αερισμού, ακόμα και αν τα απόβλητα απομακρύνονται τακτικά με κύματα νερού ή με μηχανικούς αποξεστήρες. Ο αερισμός στο επίπεδο των καναλιών μπορεί να γίνει είτε μέσω διάτρητου αεραγωγού κατά μήκος των αποχετευτικών καναλιών, είτε μέσω θαλαμίσκων εφοδιασμένων με ανεμιστήρες εξαερισμού πλευρικά των αποχετευτικών καναλιών. Οι ανεμιστήρες αυτοί, επειδή λειτουργούν κάτω από έντονα διαβρωτικές συνθήκες θα πρέπει να είναι κατασκευασμένοι από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση π.χ. ανοξείδωτο χάλυβα ή πλαστικό. [4]

1.3.3.ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΣΤΑΒΛΟΥΣ.

Η διαχείριση των αποβλήτων έξω από τους χώρους παραγωγής τους είναι ουσιαστικά θέμα

επεξεργασίας και διάθεσης του τελικού προϊόντος. Πριν από κάθε προσπάθεια διαχείρισης οφείλουμε να εξετάζουμε με κάθε λεπτομέρεια τον τρόπο λειτουργίας της μονάδας που παράγει τα απόβλητα και τις δυνατότητες του τελικού αποδέκτη που προορίζεται να τα δεχτεί. Ένα σύστημα διαχείρισης αποβλήτων με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος θεωρείται επιτυχημένο, όταν συνδυάζει διάφορες εναλλακτικές λύσεις που παρέχουν αποδεκτό επίπεδο ποιότητας περιβάλλοντος και παράλληλα επιτρέπουν οικονομία και απλότητα στη λειτουργία και συντήρηση των εγκαταστάσεων. Οι διάφορες εναλλακτικές λύσεις μπορεί να επηρεάζονται από νομικούς, διοικητικούς, δανειοδοτικούς και κοινωνικοπολιτικούς περιορισμούς, ανάλογα με τις απαιτήσεις προστασίας του περιβάλλοντος σε κάθε περιοχή. Βασική αρχή κατά την επιλογή ενός συστήματος επεξεργασίας και διάθεσης αποβλήτων θα πρέπει να αποτελεί το γεγονός ότι σε καμιά περίπτωση δεν επιτρέπεται να αντιμετωπίζεται το πρόβλημα με τη μεταφορά του ή τη δημιουργία νέου σε κάποια άλλη περιοχή. Ως εκ τούτου συνιστάται η λύση του θέματος επί τόπου. Το μέγεθος και το είδος των απαιτούμενων εγκαταστάσεων επεξεργασίας των αποβλήτων μιας γεωργοκτηνοτροφικής δραστηριότητας καθορίζεται βασικά από τον τύπο και το μέγεθος της δραστηριότητας που τα δημιουργεί, καθώς επίσης και από τις δυνατότητες του αποδέκτη και την ισχύουσα νομοθεσία, που ορίζει τους όρους διάθεσης. Όσον αφορά τον αποδέκτη των επεξεργασμένων αποβλήτων, εξετάζεται αν αυτός είναι το φυσικό έδαφος, κάποιο υδάτινο ρέμα ή ποτάμι ή τέλος ο κεντρικός σταθμός επεξεργασίας αστικοβιομηχανικών αποβλήτων της περιοχής. Παράλληλα εκτιμώνται οι ιδιαίτερες συνθήκες του αποδέκτη, όπως τα ρεύματα του αέρα, η σχέση βροχόπτωσης και επιφανειακής απορροής, τα χαρακτηριστικά του εδάφους, τις προβλεπόμενες προδιαγραφές ποιότητας του νερού, η απόσταση από κατοικημένες περιοχές, η ύπαρξη και η πυκνότητα τυχόν, άλλων εστιών ρύπανσης στην περιοχή οι οποίες και χρησιμοποιούν τον ίδιο αποδέκτη και τέλος οι κοινωνικοπολιτικές συνθήκες της περιοχής. Άλλη μια επιπλέον παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν είναι η εξέταση της μελλοντικής ανάπτυξης της περιοχής π.χ. η διαμόρφωση των κοινωνικοπολιτικών συνθηκών (επέκταση οικιστικών-βιομηχανικών ζωνών, οι τυχόν αυξημένες απαιτήσεις για την προστασία του περιβάλλοντος κλπ) Η τυχόν ύπαρξη αναπτυξιακών μελετών, κρίνεται ιδιαίτερα χρήσιμη σε μια τέτοια περίπτωση. Μετά την εξέταση των παραπάνω παραγόντων γίνεται δυνατή η επιλογή του καταλληλότερου κατά περίπτωση συστήματος επεξεργασίας των αποβλήτων. Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος της μονάδας και όσο πιο ακατάλληλος είναι ο αποδέκτης τόσο εντονότερη και συστηματικότερη επεξεργασία των αποβλήτων απαιτείται. Αντίθετα, όσο μικρότερη είναι η μονάδα και καταλληλότερος ο αποδέκτης, τόσο απλούστερη και οικονομικότερη μπορεί η μονάδα και καταλληλότερος ο αποδέκτης, τόσο απλούστερη και οικονομικότερη μπορεί να είναι η λύση, που μπορεί να προταθεί. Για το βαθμό της απαιτούμενης επεξεργασίας υπάρχουν γενικά τρεις επιλογές :

Η πρώτη επιλογή αφορά στη μερική επεξεργασία των αποβλήτων με σκοπό την ελάττωση του άμεσα αποικοδομήσιμου ρυπαντικού τους φορτίου με στόχο την εξάλειψη των οσμών και τη βελτίωση των ρεολογικών χαρακτηριστικών των αποβλήτων (απομάκρυνση αιωρούμενων σωματιδίων και φερτών υλών κλπ) και χωρίς να υποβαθμίζεται η ποιότητα του γύρω περιβάλλοντος. Η επιλογή αυτή αφορά στις περιπτώσεις κατά τις οποίες ο τελικός αποδέκτης είναι το φυσικό έδαφος καλλιεργούμενο ή μη. Η δεύτερη επιλογή αφορά στη μέγιστη δυνατή επεξεργασία των αποβλήτων και συνιστά την ακριβότερη λύση. Κρίνεται

όμως επιβεβλημένη για ορισμένες περιπτώσεις που οι ιδιαίτερες συνθήκες το απαιτούν π.χ. λειτουργία της μονάδας κοντά σε κατοικημένες ή πολυσύχναστες περιοχές, ελλείψει επαρκούς επιφάνειας εδαφικού αποδέκτη, ύπαρξη επιφανειακών νερών καλής ποιότητας, υψηλός υπόγειος υδάτινος ορίζοντας κλπ. Η Τρίτη επιλογή αφορά στη χρησιμοποίηση μεθόδων, που καθιστούν τα απόβλητα ή ορισμένων από τα συστατικά τους άμεσα αξιοποιήσιμων π.χ. λίπασμα, ζωοτροφή, βιοαέριο κλπ. Από τις τρεις επιλογές η πρώτη θα πρέπει να εξετάζεται κατά προτεραιότητα, λόγω της μεγαλύτερης οικονομικότητας και ευελιξίας στην εφαρμογή της. Από την φύση τους οι κτηνοτροφικές δραστηριότητες ιδιαίτερα εκείνες μικρού και μεσαίου μεγέθους, προσιδιάζουν προς την επιλογή αυτή. Αντίθετα, η δεύτερη επιλογή προσιδιάζει περισσότερο σε μεγάλες, σύγχρονες, βιομηχανικού τύπου μονάδες και γενικότερα στις βιομηχανίες τροφίμων. Η Τρίτη επιλογή έχει την δυνατότητα εφαρμογής σε όλες τις περιπτώσεις σε συνδυασμό όμως, με κάποια από τις άλλες δύο και αφορά μάλλον ειδικού τύπου περιπτώσεις διάθεσης των τελικών υγρών και στερεών για λίπανση καλλιεργειών, που αποκτά ημέρα με την ημέρα όλο και μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Με τα σημερινά δεδομένα και τις τάσεις που επικρατούν, για την προστασία των ευαίσθητων υδάτινων αποδεκτών, η πρώτη επιλογή τείνει να αποτελέσει πια τον κανόνα. Ένα αποδεκτό σύστημα επεξεργασίας αποβλήτων θα πρέπει να είναι τεχνικά άρτιο, οικονομικά ανταγωνιστικό, να απαιτεί ελάχιστη συντήρηση και γενικά παρακολούθηση, να είναι απλό στη λειτουργία του, να μη δημιουργεί ενοχλήσεις ή κακές συνθήκες εργασίας του προσωπικού , στους περίοικους και στα αγροτικά ζώα. Τέλος θα πρέπει να επιτρέπει προσαρμογή σε νέα τεχνολογία, να είναι ευέλικτο και να επιδέχεται επέκταση . Η απλότητα και η αξιοπιστία των εγκαταστάσεων επεξεργασίας των αποβλήτων είναι μεγάλης σημασίας, παρά το ότι θεωρείτο δευτερεύουσας σημασίας η απασχόληση με τα απόβλητα και όχι άμεσου οικονομικού ενδιαφέροντος για τον παραγωγό. Ως εκ τούτου θα πρέπει να μπορούν να λειτουργούν ικανοποιητικά με το λιγότερο δυνατό προσωπικό, τόσο σε αριθμό όσο και σε επίπεδο εξειδίκευσης. [3]

1.3.4 ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟΙ ΧΕΙΡΙΣμΟΙ ΣΤΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΠΡΙΝ ΤΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΤΟΥΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ (ΠΡΩΤΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ)

Πριν την εφαρμογή της βιολογικής επεξεργασίας των αποβλήτων είναι απαραίτητοι κάποιοι χειρισμοί που στοχεύουν στην απομάκρυνση του μεγαλύτερου δυνατού μέρους από τα χονδρόκοκκα και λεπτόκοκκα αιωρούμενα, καθιζήσιμα και επιπλέοντα συστατικά που υπάρχουν στα απόβλητα και μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των εγκαταστάσεων βιολογικής επεξεργασίας. Οι χειρισμοί αυτοί αφορούν γενικά :

1. στο διαχωρισμό ή αποφυγή ανάμιξης βρόχινου νερού από στέγες που ‘βλέπουν’ στους ανοιχτούς χώρους άσκησης των ζώων με τα απόβλητα.
2. στην απομάκρυνση ογκωδών αντικειμένων και φερτών υλικών από τα απόβλητα με τη χρήση μεταλλικών εσχάρων.
3. Στην εξισορρόπηση του όγκου των αποβλήτων με την προσωρινή τους αποθήκευση σε δεξαμενές εξισορρόπησης ή ομογενοποίησης για διάστημα ολίγων ωρών ή μιας-δύο κατά προσέγγιση ημερών πριν την διοχέτευσή τους στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Η δεξαμενή αυτή ονομάζεται δεξαμενή συλλογής- εξισορρόπησης και μπορεί να φέρει κάλυμμα από πλαστικό δίχτυ ή φύλλα PVC για ελάττωση των οσμών. Συνιστάται η εγκατάστασή της σε τέτοιο σημείο ώστε τα απόβλητα από το

αποχετευτικό σύστημα να καταλήγουν σε αυτή με φυσική ροή. Επιβάλλεται η παράλληλη πλήρης ομοιογενοποίηση του περιεχομένου της με σύστημα τύπου προπέλας ή ιδιαίτερης αντλίας βορβόρου.

4. Στην απομάκρυνση φερτών υλών π.χ. απόβλητα σφαγείων, υπολείμματα τροφής κ.α για αποφυγή απόφραξης των αγωγών μεταφοράς των αποβλήτων, των αντλιών και γενικά των εγκαταστάσεων κύριας επεξεργασίας.

Η απομάκρυνση των συστατικών αυτών για τα χοιροστάσια με ή χωρίς σφαγείο επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση και λειτουργία των μηχανικών διαχωριστών. Οι μηχανικοί διαχωριστές είναι γενικά περιστρεφόμενες σήτες, στατικά, δονούμενα ή φυγοκεντρικά κόσκινα ή τέλος κόσκινα με σύστημα κυλίνδρων συμπίεσης και βουρτσών σάρωσης των στερεών.

Μετά τον μηχανικό διαχωρισμό των υγρών και στερεών, τα υγρά απόβλητα των χοιροστασίων καταλήγουν με φυσική ροή σε μια τσιμεντένια συνήθως ή χωμάτινη δεξαμενή χωρητικότητας 5-15 ημερών. Εκεί τα απόβλητα παραμένουν σε ηρεμία και έτσι απομακρύνονται με φυσική καθίζηση και επίπλευση όλα τα λεπτόκοκκα συστατικά π.χ. μικροβιακά συσσωματώματα, τρίχες. Σχηματίζεται έτσι ένα ίζημα ή ιλύς στον πυθμένα και μια αφρώδης κρούστα στην επιφάνεια, τα οποία υφίστανται βραδεία χώνευση. Στη δεξαμενή αυτή απομακρύνονται συνήθως το 15 % της BOD5 και το 25 % της COD και το 25% των ολικών στερεών, ανάλογα με την πυκνότητά τους και τη σύνθεση της τροφής. Τα υγρά στη συνέχεια απομακρύνονται με υπερχείλιση ή άντληση προς τις εγκαταστάσεις βιολογικής επεξεργασίας. Η μέθοδος της καθίζησης όταν εφαρμόζεται πριν τη βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων ονομάζεται πρωτογενής καθίζηση. Μπορεί να εφαρμοσθεί όμως και μετά την αερόβια βιολογική επεξεργασία οπότε ονομάζεται δευτερογενής καθίζηση. Στη δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιείται κύρια για την απομάκρυνση του βιολογικού ιζήματος από τα υγρά εκροής. [3]

1.3.5 Η ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ. (ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ)

Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων των χοιροστασίων, και των κτηνοτροφικών αποβλήτων γενικά, αποτελεί το κύριο σημείο της όλης διαδικασίας του χειρισμού των αποβλήτων και αυτό γιατί κατά την διάρκειά της μειώνεται σημαντικά το ρυπαντικό φορτίο οργανικής προέλευσης. Με την διαδικασία αυτή αξιοποιείται η δυνατότητα των μικροοργανισμών, αερόβιων ή αναερόβιων, που υπάρχουν στα απόβλητα να διασπούν τα οργανικά συστατικά για τις ανάγκες του μεταβολισμού τους προς σταθερότερα από ενεργειακής πλευράς τελικά προϊόντα κατά κανόνα άοσμα. Εξαιτίας της σοβαρότητας του σταδίου τούτου, θα πρέπει να εξετάζεται πάντα με ιδιαίτερη προσοχή ως προς την επιλογή και εφαρμογή του στην πράξη. Η βιολογική επεξεργασία των αποβλήτων των χοιροστασίων γίνεται μέσα σε δεξαμενές, όπου τα απόβλητα παραμένουν όσο διάστημα χρειάζονται οι μικροοργανισμοί για να εξουδετερώσουν το αποικοδομήσιμο μέρος του οργανικού φορτίου. Για το λόγο ότι και τα δύο είδη μικροοργανισμών ενυπάρχουν στα απόβλητα δεν χρειάζεται να προστεθούν μικροοργανισμοί παρά μόνο να διατηρούνται οι κατάλληλες προς τούτο συνθήκες ανάπτυξης δηλαδή αερόβιες ή αναερόβιες. Κατ' επέκταση η βιολογική διαδικασία αποκαλείται αερόβια ή αναερόβια αντίστοιχα. Η δημιουργία των

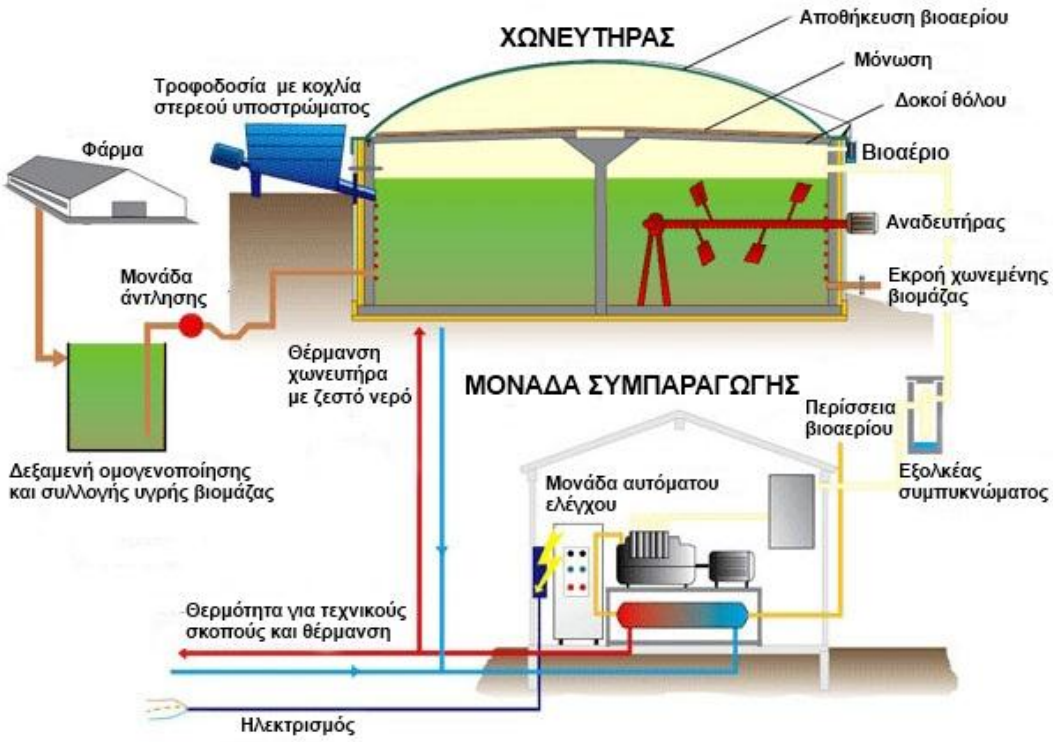
συνθηκών αυτών είναι η αιτία διαφοροποίησης των συστημάτων, ενώ η ευκολία ή δυσκολία διατήρησης των είναι η αιτία διαφοροποίησης του κόστους λειτουργίας. [4]

1.3.6 ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Η αναερόβια επεξεργασία, εν γένει, μπορεί να γίνει κάτω από φυσικές συνθήκες περιβάλλοντος με ανοιχτές αναερόβιες δεξαμενές ή σε κλειστές ελεγχόμενου περιβάλλοντος δεξαμενές θερμοκρασίας υγρών 35-55 .

Η αναερόβια επεξεργασία σε σύστημα μονής ή διπλής, ανοιχτής δεξαμενής αποτελεί ένα εκτατικό σύστημα επεξεργασίας που διακρίνεται για την απλότητα και την οικονομικότητά του. Βασίζεται στην διατήρηση των αποβλήτων σε υγρή κατάσταση μέσα σε βαθιές χωμάτινες κατά κανόνα δεξαμενές με στεγανά τοιχώματα και πυθμένα. Διακρίνεται σε βασικό σύστημα επεξεργασίας για τα απόβλητα χοιροστασίων με πολύ καλά αποτελέσματα και ευκολία προσαρμογής στις ιδιαιτερότητες της κάθε εκμετάλλευσης αλλά και στον συνδυασμό με άλλα συστήματα επεξεργασίας. Στην πράξη συνδυάζεται με δυναμική αερόβια επεξεργασία και διευκολύνεται τα μέγιστα στην πράξη σε συνδυασμό με μηχανικό διαχωρισμό υγρών- στερεών. Η θέση κατασκευής της δεξαμενής πρέπει να επιλέγεται μακριά από κατοικημένες περιοχές, με τέτοιο προσανατολισμό ώστε οι επικρατούντες άνεμοι να απομακρύνουν τις δυσάρεστες οσμές και σε σχήμα κυκλικό, τετράγωνο ή ορθογώνιο, ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο στη μονάδα και το μέγεθος της δεξαμενής. Τα κυκλικό και τετράγωνο σχήμα εφαρμόζονται σε μεγάλου μεγέθους δεξαμενές ενώ το ορθογώνιο σε μικρού. Τα τοιχώματά της διαμορφώνονται κατάλληλα ώστε να παραμένουν σταθερά, απαλλαγμένα κατά το δυνατό από αυτοφυή βλάστηση, προσεγγίσιμα όλο το χρόνο, με πρόβλεψη στέψης περιφερειακά και τέλος κατακόρυφα ή με κλίση ανάλογα με την φύση και τη συνεκτικότητα του υπεδάφους. Η πιο οικονομική κατασκευή προϋποθέτει κατακόρυφα τοιχώματα και έδαφος συνεκτικό, αδιαπέραστο, με χαμηλό υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Τα στόμια των αγωγών υπερχείλισης και άντλησης των υγρών συνιστάται να είναι εξ' ολοκλήρου εμβαπτισμένα στο υγρό περιεχόμενο και σε αντιδιαμετρική θέση από το στόμιο εισόδου, ώστε να αποφεύγεται η έμφραξη των στομίων από την επιφανειακή κρούστα και η απομάκρυνση των αποβλήτων πριν την ολοκλήρωση της επεξεργασίας μέσα στην δεξαμενή. Η ποσότητα των αντιβιοτικών, απολυμαντικών και άλλων σκευασμάτων που χρησιμοποιούνται για την υγιεινή των ζώων και την απολύμανση των χώρων μπορεί να επηρεάσουν δυσμενώς την λειτουργία της δεξαμενής. Δείκτης της ορθής λειτουργίας του συστήματος είναι η ύπαρξη άφθονων φυσαλίδων στην επιφάνεια της και η απουσία έκλυσης δυσάρεστων οσμών. Ο χρόνος αποθήκευσης ποικίλλει από 3 έως 12 μήνες, με πλέον συνήθη τους 4-6 μήνες. Η εμπειρία που υπάρχει από τη συστηματική εφαρμογή της σε διάφορες χώρες και ιδιαίτεραστις κεντροδυτικές πολιτείες των ΗΠΑ αλλά και στην Ελλάδα την τελευταία δεκαπενταετία έχουν δείξει πως η διαχείριση του παραπάνω συστήματος εξαρτάται από τον έλεγχο τριών βασικών παραμέτρων : του ph, της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και του πάχους του λασπώδους ιζήματος στον πυθμένα και τις πρανές της. Τα αποτελέσματα διετούς έρευνας του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών , πάνω στη λειτουργία των ανοιχτών δεξαμενών σε δύο αντιπροσωπευτικά χοιροστάσια, με δυναμικότητες 500 και 100 χοιρομητέρων αντίστοιχα, έδειξαν ότι τόσο στην πρώτη περίπτωση του βιομηχανικού τύπου χοιροστάσιο, όπου χρησιμοποιείται άφθονο νερό για τον καθαρισμό των χώρων, όσο και στον δεύτερο τύπο χοιροστάσιο, όπου γίνεται περιορισμένη χρήση νερού, υπήρξε

εξίσου ικανοποιητική λειτουργία, χαρακτηριζόμενη από έντονη παραγωγή φυσαλίδων και ελάχιστη έκλυση οσμών. [3]



Εικόνα 1 Αναερόβια επεξεργασία αποβλήτων

Η κλειστή αναερόβια δεξαμενή ή αναερόβιος χωνευτήρας είναι πιο σύνθετη κατασκευή γιατί προϋποθέτει ελεγχόμενη λειτουργία, θερμομόνωση, στεγανότητα και θέρμανση του περιεχομένου της για αριστοποίηση των βιολογικών διεργασιών. Είναι σημαντικά μικρότερου όγκου και παρέχει την δυνατότητα αξιοποίησης του παραγόμενου μίγματος μεθανίου-διοξειδίου του άνθρακα, γνωστού ως βιοαέριο για παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας όταν συντρέχουν οι κατάλληλες προϋποθέσεις. (Δ. Γεωργακάκης, 1998) . Η ακριβής σύσταση του βιοαερίου είναι, μεθάνιο κατά τα 2/3 του μίγματος και διοξείδιο του άνθρακα μαζί με άλλα αέρια κατά 1/3. Τα υπόλοιπα αέρια προσδίδουν την χαρακτηριστική οσμή του βιοαερίου. [5]

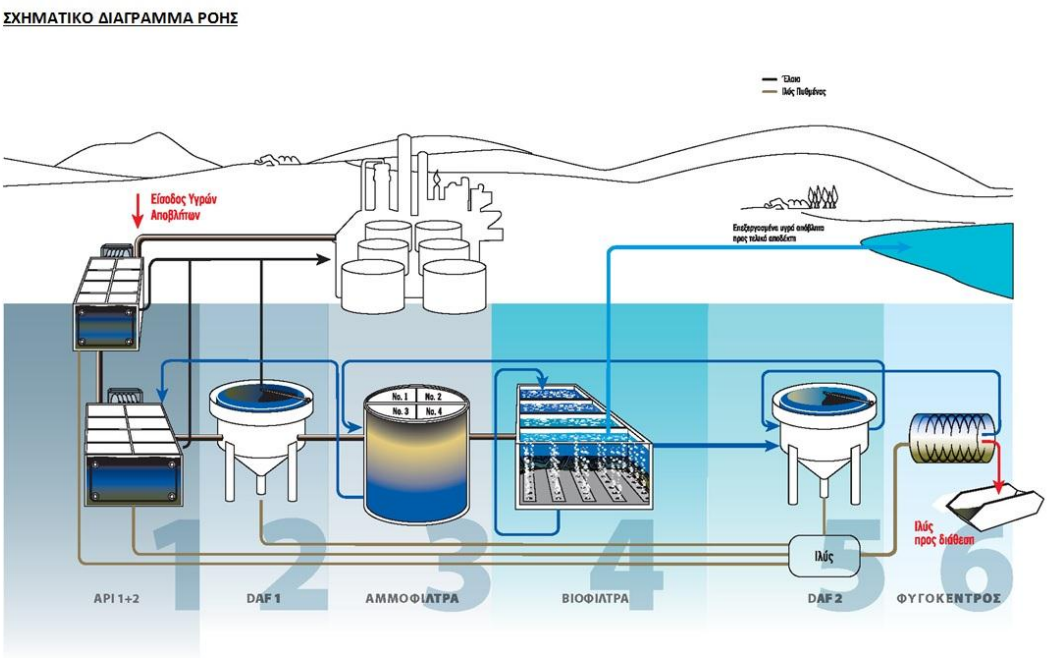
Η υιοθέτηση μιας εγκατάστασης παραγωγής ενέργειας με κάλυψη της δεξαμενής καθίζησης πρωτογενούς ιζήματος μετά τον μηχανικό διαχωριστή μπορεί να συμβάλει θετικά όχι μόνο με την ενεργειακή αξιοποίηση των αποβλήτων αλλά και με τη βελτίωση της απόδοσης της βιολογικής επεξεργασίας που θα ακολουθήσει. [3]

Παρά το ότι η συγκεκριμένη επεξεργασία για να εφαρμοσθεί απαιτεί υψηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, σε γενικές γραμμές αυτά αντισταθμίζονται με την παραγωγή του βιοαερίου και την αύξηση στην αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη αναερόβιων χωνευτήρων με κριτήρια τον σχεδιασμό τους, τα κατασκευαστικά υλικά, την μέθοδο παραγωγής του βιοαερίου, την ένταση της ανάμιξης κ.α. Αν και η εκτεταμένη χρήση τους οδήγησε στην καθιέρωση κάποιων μοντέλων,

υπάρχει η δυνατότητα καινοτομίας ώστε ο αναερόβιος χωνευτήρας να ανταποκρίνεται στις δεδομένες τοπικές συνθήκες. [6]

1.3.7 ΑΕΡΟΒΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΟΥ ΙΛΥΣ (ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΣ ΚΑΘΑΡΙΣμΟΣ)

Συνιστά το κλασικό σύστημα επεξεργασίας των αποβλήτων μικρού σχετικά οργανικού φορτίου, όπως είναι τα αστικά λύματα και τα απόνερα των γεωργικών βιομηχανιών. Η επέκταση της διαδικασίας στα χοιροτροφικά απόβλητα δεν έδειξε την ίδια αποτελεσματικότητα στην ελάττωση του οργανικού φορτίου. Οι λόγοι μπορούν να αποδοθούν στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των αποβλήτων (υψηλό οργανικό φορτίο, ανομοιογένεια στη σύσταση κ.α.) και των χοιροτροφικών μονάδων (μικρή σχετικά οικονομική επιφάνεια, απουσία κατάλληλης στελέχωσης και υποδομής κ.α.) Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στην δραστηριότητα των αερόβιων μικροοργανισμών και έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση την διατήρηση αερόβιων συνθηκών εντός της δεξαμενής. Αποτελεί λοιπόν βασική προϋπόθεση η ύπαρξη επαρκούς ποσότητας διαλυμένου οξυγόνου. Το οξυγόνο κατατάσσεται στα αέρια που διαλύονται δύσκολα στο νερόκαι μάλιστα τόσο δυσκολότερα όσο η θερμοκρασία του νερού είναι υψηλότερη, η επιφάνεια επαφής νερού- αέρα ηρεμότερη και η ατμοσφαιρική πίεση μικρότερη. Η διαλυτότητα του οξυγόνου ελαττώνεται ακόμα περισσότερο όταν στο νερό υπάρχουν διαλυμένα ή αιωρούμενα συστατικά, όπως συμβαίνει στα απόβλητα. Για τη διάλυση, λοιπόν, επαρκούς ποσότητας οξυγόνου στα υγρά των δεξαμενών αερόβιας επεξεργασίας είναι αναγκαία η βίαιη ανάμιξη μεγάλων σχετικά ποσοτήτων ατμοσφαιρικού αέρα στα υγρά. Η ανάμιξη αυτή διενεργείται πρακτικά με πρακτικό τρόπο με τη βοήθεια επιφανειακών αναδευτήρων, που ονομάζονται μηχανικοί αεριστές ή οξυγονωτές, ή με διάχυση πεπιεσμένου αέρα στη μάζα των υγρών, κοντά στον πυθμένα, μέσω ειδικών ακροφυσίων. Και στις δύο περιπτώσεις η διάλυση του απαραίτητου οξυγόνου γίνεται με ανάλογη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, της οποίας το ύψος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως το αρχικό οργανικό φορτίο των αποβλήτων, τη σύσταση και θερμοκρασία των αποβλήτων, τις δυνατότητες των μηχανημάτων αερισμού και τέλος την επικρατούσα συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου στα υγρά. Οι αερόβιες δεξαμενές είναι κατά κανόνα τσιμεντένιες και ανάλογα με το σύστημα αερισμού τα απόβλητα παραμένουν σε αυτές από μερικές ώρες μέχρι λίγες μέρες. Παράλληλα με τον αερισμό του περιεχομένου διενεργείται ανάδευσή του, για την όσο το δυνατό ομοιόμορφη ανάμιξη του αέρα. Στη συνέχεια τα υγρά εισέρχονται από μια δεξαμενή καθίζησης όπου ηρεμούν και διαχωρίζεται το βιολογικό ίζημα (συσσωματώματα μικροβιακών κυττάρων) γνωστό σαν ενεργός ιλύς, από την υγρή φάση. Η δεξαμενή δευτερογενούς καθίζησης είναι τσιμεντένια με κωνικά διαμορφωμένο πυθμένα, για εύκολη λήψη του ιζήματος. Το τελευταίο ανακυκλώνεται εν μέρει προς την δεξαμενή αερισμού για την διατήρηση επαρκούς αριθμού ενεργών μικροοργανισμών. Η περίσσεια ιζήματος εναποτίθεται σε κλίνες ξήρανσης για αποστράγγιση και ξήρανση ή υφίσταται περαιτέρω επεξεργασία ανάλογα με τον αρχικό όγκο και την σύσταση των αποβλήτων. [3]



Εικόνα 2 Διάγραμμα ροής βιολογικής επεξεργασίας ιλύος

Κατά την παραμονή των στερεών αποβλήτων στην εγκατάσταση του κοπροσωρού υφίστανται φυσική χώνευση με την βοήθεια των μικροοργανισμών. Η επιθυμητή αυτή διαδικασία οδηγεί σε ένα άοσμο τελικό προϊόν, κατάλληλο για οργανική και ανόργανη λίπανση των καλλιεργειών, καθώς επίσης και σε εδαφοβελτιωτικό γιατί επηρεάζει διάφορες παράγοντες όπως το ph, η θερμοκρασία,, η σχέση οργανικού άνθρακα με άζωτο κ.α. Η φυσική διαδικασία της χώνεψης διαρκεί πολύ χρόνο, που ξεπερνά τους 6 και συχνά τους 12 μήνες, το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα την ανάγκη πρόβλεψης μεγάλων εγκαταστάσεων ή την διάθεση μερικά χωνεμένου τελικού προϊόντος. Η διαδικασία της χώνεψης μπορεί να επιταχυνθεί και έτσι ο χρόνος παραμονής των αποβλήτων στον κοπροσωρό να περιορίζεται στις 180 ημέρες περίπου και παράλληλα να προκύψει ένα βιολογικά αδρανές, άοσμο και πλούσιο σε οργανικές ύλες και συστατικά τελικό προϊόν, εμπορικής αξίας. Αυτή η διαδικασία, η οποία, καλείται δημιουργία κομπόστας (composting) και μπορεί να είναι αερόβια ή αναερόβια, αν και στην πράξη έχει επικρατήσει η αερόβια. Με την διαδικασία της κομπόστας επιδιώκονται η σταθεροποίηση της οργανικής ύλης, η θανάτωση των παθογόνων και των σπόρων των ζιζανίων, η διατήρηση της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά και η παραγωγή ενός ομοιογενούς άοσμου και ξηρού τελικού προϊόντος οικονομικά αξιοποιήσιμου σαν λίπασμα και σαν εδαφοβελτιωτικό. [4]

1.4 ΣΧΕΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Το άρθρο 12 του νόμου 1650/1986 (ΦΕΚ 160Α/18-10-1986), προστατεύει την υγεία του ανθρώπου αλλά και το περιβάλλον μέσω της θέσπισπης τεχνικών για την καλή διαχείριση των στερεών αποβλήτων.με αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται ενοχλήσεις από δυσοσμίες, καθώς και η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος σε χώρους που παρουσιάζουν ιδιαίτερο οικολογικό, πολιτιστικό και αισθητικό ενδιαφέρον.

Το άρθρο 2 του νόμου ΚΥΑ Ε1β.221/1965 (ΦΕΚ 138Β/24-2-1965) αναφέρει τα κριτήρια διάθεσης αποβλήτων στο περιβάλλον μόνο κατόπιν άδειας και εφ’ όσον αποφεύγονται η

δημιουργία κινδύνων για τη δημόσια υγεία, όπως: μολύνσεων, οχλήσεων ή αντιαισθητικών καταστάσεων, η παρακώλυση του φυσικού αυτοκαθαρισμού του εδάφους

Η διάθεση και ο τρόπος διάθεσης των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων στο έδαφος καθορίζονται από τα άρθρα 7 και 8 του νόμου 1650/1986 (ΦΕΚ 160Α/18-10-1986) σύμφωνα με τα οποία αυτή επιτρέπεται εφ' όσον το έδαφος είναι πορώδες και άνευ ρωγμών ή οπών έτσι ώστε αν διαφύγουν, να φτάσουν μέσω επαρκούς διηθήσεως και καθαρισμού μέχρι τα υπόγεια ύδατα, τα λύματα και τα βιομηχανικά απόβλητα δε βρίσκονται σε κατάσταση σήψης και λαμβάνονται τα απαιτούμενα μέτρα αερισμού και χλωριώσεως και η έκταση της περιοχής διάθεσης είναι επαρκής και η επιφάνεια αυτής έχει ομαλή κλίση ώστε να εξασφαλίζεται κανονική κατανομή και να προλαμβάνεται η υπερφόρτιση του εδάφους, καθώς και η δημιουργία στάσιμων νερών [7]

Η ελληνική πραγματικότητα είναι δυστυχώς δυσάρεστη. Απουσία δεδομένων γύρω από την υφιστάμενη κατάσταση των κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων χαρακτηρίζει την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (Ε.Σ.Υ.Ε). Τα όποια δεδομένα δεν έχουν συλλεχθεί και επεξεργαστεί, ώστε να προκύπτει μια ολοκληρωμένη εικόνα του ζητήματος. Από επιμέρους μελέτες και εργασίες προκύπτει πως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την λειτουργία των μονάδων, '70 % των χοιροστασίων στην Ελλάδα απέχουν λιγότερο από 1km από περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές' και την απουσία ικανοποιητικού επιπέδου επεξεργασίας 'Η πιο κοινή μέθοδος διαχείρισης των αποβλήτων στα χοιροστάσια είναι η προώθηση των αποβλήτων σε βόθρους' αναμένεται τα επόμενα χρόνια να φέρουν την χώρα μας σε πολύ δύσκολη θέση, όχι μόνο απέναντι στην Ευρωπαϊκή Ένωση, αλλά κυρίως απέναντι στην περιβαλλοντική υποβάθμιση [5]

2 ΟΣΜΗ : Ο ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΟΣ ΡΥΠΑΝΤΗΣ

2.1 ΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ ΑΠΟ ΛΥΜΑΤΑ

Από την καθημερινότητά μας και μόνο, καθίσταται σαφές ότι ο εντοπισμός και η ποσοτικοποίηση όλων των ενώσεων που συνεισφέρουν στο πρόβλημα των οσμών καθίσταται εξαιρετικά δύσκολος διότι διέπονται από χημική αστάθεια και κυρίως διότι δεν δύναται να ανιχνευτούν με αναλυτικές τεχνικές σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Αυτό σημαίνει πως η καταγραφή της διακύμανσης της συγκέντρωσης τους σε καθημερινή βάση καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη μιας και δεν υπάρχει αυτόματο σύστημα μέτρησης των συγκεντρώσεων τους. Επίσης η οσμή από τη φύση της είναι ένα φαινόμενο το οποίο μεταβάλλεται πολύ απότομα σε διάστημα ελάχιστων δευτερολέπτων, εξαιτίας της έντονης διακύμανσης των δυναμικών παραγόντων που την επηρεάζουν. Ωστόσο, σε πολλές περιπτώσεις η μέτρηση του κύριου συστατικού που σχετίζεται με τις οσμές μπορεί να περιγράψει και την ''ένταση'' του φαινομένου, αρκεί αυτό να μετράται σωστά και σε συνεχείς ρυθμούς.[8]

Η ανίχνευση των οσμηρών ουσιών είναι πολύ δύσκολη δεδομένου ότι δεν έχουν θεσπιστεί αναλυτικές τεχνικές εντοπισμού και ποσοτικοποίησης πτητικών ενώσεων σε τόσο χαμηλές συγκεντρώσεις που συναντώνται στις εκπομπές των χοιρολυμάτων. Επιπλέον, οι ενώσεις που συνεισφέρουν στο συνολικό πρόβλημα των

οσμών είναι ουκ ολίγες και μάλιστα κάθε μια από αυτές δύναται να ανιχνευτεί από τον ανθρώπινο οργανισμό σε διαφορετική συγκέντρωση, με αποτέλεσμα ο χαρακτηρισμός των οσμηρών ενώσεων που περιέχονται σε ένα αέριο ρεύμα συστατικών να καθίσταται εξαιρετικά δύσκολος. Οι βασικότερες ενώσεις που προκαλούν το πρόβλημα των οχλήσεων λόγω οσμών μαζί με το αντίστοιχο κατώφλι όσφρησής του από τον άνθρωπο, παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 2.

Πίνακας 2 Οσμηρές ενώσεις εκλυόμενες από λύματα χοιροτροφικών μονάδων.

Οχληρές Ενώσεις	Συστατικά
Θειώδεις	υδρόθειο
	Μέθυλο-μερκαπτάνη
	Έθυλο-μερκαπτάνη
	Διοξείδιο του θείου
	Διμέθυλο-σουλφίδιο
	Διμέθυλο-δισουλφίδιο
	Θειοκρεσόλη
Αζωτούχες	Αμμωνία
	Μεθυλαμίνη
	Εθυλαμίνη
	Διμεθυλαμίνη
	Πυρριδίνες
	Σκατόλη
	Ινδόλη
Οξέα	Οξικό
	Βουτυρικό
	Βαλερικό
Αλδεΰδες-Κετόνες	Φορμαλδεΰδη
	Ακεταλδεΰδη
	Βουτυραλδεΰδη
	Ισοβουτυραλδεΰδη
	Βαλεραλδεΰδη
	Ακετόνη
	Βουτανόνη

Για την μέτρηση της οσμής και την ποσοτικοποίηση του κατωφλιού οσμής για την κάθε ένωση έχουν έχουν κατά καιρούς αναφερθεί διάφορες τεχνικές μεταξύ των οποίων είναι η χρήση ειδικών σωλήνων ρόφησης (sorbent tubes), όπου τα δείγματα αφού ροφηθούν σε

ειδικούς σωλήνες ρόφησης τύπου Tenax, κατόπιν εκκροφόνται θερμικά στη συσκευή αέριας χρωματογραφίας [9].

Μια ακόμη τεχνική που έχει εφαρμοστεί είναι η συλλογή των αέριων δειγμάτων σε ειδικούς σάκους δειγματοληψίας (Tedlar Bags), ωστόσο υστερεί ως προς το γεγονός ότι η περιεχόμενη υγρασία στα δείγματα αποδομεί τις συλλεγόμενες ενώσεις που περιέχονται σε αυτό με αποτέλεσμα ο ανιχνευτής μαζών να μην δύναται να ανιχνεύσει τις πρωταρχικές ενώσεις που δημιουργούν το πρόβλημα των οσμών, αλλά ενώσεις που προέκυψαν από την αποδόμηση αυτών [10]

Η πλειοψηφία των οχληρών ουσιών διακρίνεται από πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις εντοπισμού από την ανθρώπινη όσφρηση (κατώφλι οσμής), οι οποίες φτάνουν σε επίπεδα ppt (parts per trillion), ενώ αντίθετα το όριο ανίχνευσης των ουσιών αυτών μέσω αναλυτικών τεχνικών μέτρησης σε πολλές περιπτώσεις είναι πάνω από το κατώφλι οσμής. Αποτέλεσμα αυτού είναι πολλές ενώσεις να ‘’μυρίζουν’’ και να μην δύνανται να ποσοτικοποιηθούν μέσω αέριας χρωματογραφίας. Αυτός είναι και ο βασικός λόγος που η τεχνική της ολφακτομετρίας βρίσκει ολοένα και περισσότερες εφαρμογές στην απόπειρα χαρακτηρισμού των οσμών. [11][12]

Η πλειοψηφία των οσμηρών συστατικών που συναντώνται σε μια μονάδα επεξεργασίας λυμάτων, ανήκουν στις οργανικές ενώσεις του θείου (θειόλες, σουλφίδια) και το μοριακό τους βάρος κυμαίνεται από 30 έως 150. Όσο πιο χαμηλό είναι το μοριακό βάρος των ενώσεων τόσο πιο πτητικές είναι αυτές με αποτέλεσμα να διαφεύγουν ευκολότερα στην αέρια φάση και να δημιουργούν έτσι το πρόβλημα των οσμών.[13]

Η έκκληση των οσμών από τα λύματα χοιροτροφικών μονάδων οφείλεται σε μία πληθώρα φυσικών και χημικών αντιδράσεων που πραγματοποιούνται κατά τις λειτουργίες διάθεσής τους στο περιβάλλον. Τα προϊόντα αυτών των αντιδράσεων αποτελούν τις οσμηρές ενώσεις ενώ πραγματοποιούνται και βιολογικές αντιδράσεις όπου τα υποπροϊόντα κατά την αναερόβια αποικοδόμηση/μετατροπή των ζωϊκών αποβλήτων από μικροοργανισμούς προκαλούν δυσάρεστες οσμές. Τα σπουδαιότερα οσμηρά πτητικά συστατικά, τα οποία ανιχνεύονται στα ζωϊκά απόβλητα είναι τα πτητικά λιπαρά οξέα (VFA), οι αλδεΰδες, οι αλκοόλες, οι μερκαπτάνες, οι φαινόλες, οι ινδόλες, τα σουλφίδια και δισουλφίδια, η αμμωνία και οι αμίνες. Συνοπτικά η αναερόβια αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας των υγρών ζωϊκών αποβλήτων διακρίνεται σε δύο στάδια:

1. Την αποικοδόμηση των πτητικών συστατικών με τη δράση μεθανοβακτηρίων, σε συνθήκες ουδέτερου ή ελαφρώς αλκαλικού pH, σε άοσμα τελικά προιόντα, αποτελούμενα ως επί το πλείστον από μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.
2. Την αποικοδόμηση της οργανικής ουσίας σε πτητικά συστατικά, κυρίως πτητικά λιπαρά οξέα, με τη δράση υδρολυτικών και οξεοπαραγωγών βακτηρίων.

Στα δύο αυτά στάδια βασίζονται στη δράση διαφορετικών ομάδων μικροοργανισμών. Η σύνθεση των πτητικών συστατικών πραγματοποιείται ταχύτερα από την αποικοδόμησή τους, οδηγεί κάτω από μη ισορροπημένες συνθήκες στη συσσώρευση οσμηρών πτητικών συστατικών.[14]

Τα πτητικά λιπαρά οξέα είναι η κύρια ομάδα ενώσεων που οφείλονται στις οσμές και αποτελεί την κύρια ομάδα ενώσεων που αναδύονται από τα υγρά ζωϊκά απόβλητα και χαρακτηρίζονται ως οι κύριοι δείκτες της αποκρουστικότητας των οσμών. Όλα τα οξέα από τα C_1 μέχρι τα C_{13}, όπως επίσης και το βενζοϊκό, το φαινυλαιθανικό και το 3-φαινυλοπροπανικό οξύ έχουν ταυτοποιηθεί σε απόβλητα χοιροστασίων. Το οξικό οξύ επικρατεί (συνήθως αντιπροσωπεύει το 60% των ολικών πτητικών λιπαρών οξέων) και ακολουθούν κατά σειρά τα προπιονικό, n-βουτυρικό (βουτανικό), ισοβουτυρικό (2-μεθυλοπροπανικό), 3-μεθυλοβουτανικό και πεντανικό οξέα. [14]

Τα θειούχα συστατικά είναι προϊόντα αποικοδόμησης των αμινοξέων και των θειϊκών αλάτων που βρίσκονται στα ούρα. Το υδρόθειο και η μεθυλική μερκαπτάνη είναι τα πιο αντιπροσωπευτικά συστατικά της ομάδας αυτής. Το υδρόθειο είναι βαρύτερο από τον αέρα και παρουσιάζει την τάση να εμφανίζει τις μέγιστες συγκεντρώσεις του σε χαμηλά σημεία κλειστών και κακώς αεριζόμενων χώρων, καθώς και στην επιφάνεια των δεξαμενών αποθήκευσης των αποβλήτων. Αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου το 50% των συστατικών, που χαρακτηρίζονται ως κύριοι συντελεστές για την έκλυση οσμών στις χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις, περιέχουν θείο.[14]

Οι πτητικές αμίνες είναι τα κύρια συστατικά της ουρίας και σχηματίζονται επίσης με τη μικροβιακή αποδόμηση των αμινοξέων. Αποτελούν μικρό ποσοστό (1%) των αζωτούχων πτητικών συστατικών. Οι κυριότερες αμίνες που ανιχνεύονται στα απόβλητα χοίρων είναι η διμεθυλαμίνη και η μεθυλαμίνη.[14]

Η ουρία υδρολύεται ταχύτατα με την επίδραση της φυσικώς παραγόμενης ουρεάσης και μετατρέπεται σε αμμωνιακό ιόν. Τα αμμωνιακά ιόντα και κυρίως η αμμωνία είναι ουσίες οι οποίες συμβάλουν στην συσμοσμία των λυμάτων των χοίρων. Ανάλογα με την τιμή του pH, ένα ποσοστό των αμμωνιακών θα σχηματίσει ελεύθερη αμμωνία. Έτσι αύξηση του pH, εξαιτίας της οξείδωσης των πτητικών λιπαρών οξέων, που παρατηρείται κατά τη διάρκεια του αερισμού των αποβλήτων, θα μεταβάλλει το λόγο αμμωνιακά/αμμωνία προς όφελος του σχηματισμού ελεύθερης αμμωνίας. Ανοργανοποίηση του οργανικού αζώτου σε αμμωνία παρατηρείται σε μικρό ποσοστό κατά τη διάρκεια της αναερόβιας αποθήκευσης των αποβλήτων, π.χ. στις ανοιχτές χωμάτινες αναερόβιες δεξαμενές, αυξάνοντας έτσι την περιεκτικότητα των αποβλήτων σε αμμωνία. Η αμμωνία μπορεί να δημιουργήσει έντονη οσμή κοντά στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης των αποβλήτων, ωστόσο, δεν αποτελεί το κύριο συστατικό της οσμής, που μπορεί να ανιχνευτεί σε κάποια απόσταση από ένα χοιροστάσιο, κατά την κατεύθυνση του πνέοντος ανέμου. Αυτό εξηγείται από το ότι η αμμωνία είναι πολύ πτητική και μετακινείται γρήγορα προς τα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, όπου και αραιώνεται.[14]

Όπως φάνηκε και από τον πίνακα 2 σε μικρά ποσοστά ανιχνεύονται επίσης στα ζωϊκά απόβλητα αλκοόλες, αλδεΰδες, κετόνες και εστέρες. Η προέλευσή τους αποδίδεται πιθανά στην απαμίνωση των αμινοξέων. Η ομάδα των φαινολών και των ινδολών περιλαμβάνει τις φαινόλη, π-κρεσόλη (μεθυλοφαινόλη), 3-μεθυλοϊνδόλη, ινδόλη και την αιθυλοφαινόλη. Οι ενώσεις αυτές παράγονται στα ζωϊκά απόβλητα διαμέσου δύο διαδικασιών, της γλυκουρονικής υδρόλυσης, της πρωτεϊνικής διάσπασης.Η συνεισφορά της πρωτεϊνικής διάσπασης στα ποσά φαινόλης και ινδόλης, που ανιχνεύονται στα απόβλητα, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και γι’ αυτό το λόγο παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Η

συνεισφορά της γλυκουρονικής υδρόλυσης χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη σταθερότητα στο χρόνο.[14]

Στον παρακάτω πίνακα 3 παρουσιάζεται ο τύπος της οσμής για τις προαναφερθείσες ενώσεις.

Πίνακας 3 Οσμηρών Ενώσεων κατά Stuetz et al

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΣΜΗΡΩΝ ΕΝΩΣΕΩΝ		
Οσμηρές Ενώσεις	Χημικός τύπος	Τύπος οσμής
Αμίνες	CH_3NH_2, $(CH_3)_3H$	Ψαριού
Αμμωνία	NH_3	Αμμωνιακή
Διαμίνες	$NH_2(CH_2)_4NH_2$, $NH_2(CH_2)_5NH_2$	Σάρκα σε αποσύνθεση
Υδρόθειο	H_2S	Σάπιο αυγό
Μερκαπτάνες	CH_3SH, $CH_3(CH_2)SH$	Σάπιο λάχανο
Μερκαπτάνες	$CH_3)_3CSH$, $CH_3(CH_2)_3SH$	Κουνάβι
Οργανικά σουλφίδια	$(CH_3)_2S$, $(C_6H_5)_2S$	Σάπιο λάχανο
Σκατόλες	C_9H_9N	Περιττώματα

2.2 ΠΗΓΕΣ ΕΚΛΥΣΗΣ ΟΣΜΩΝ

Για να γίνει μια οσμή αντιληπτή πρέπει να μεταφερθεί από την υγρή στην αέρια φάση. Η παρουσία μιας οσμηρής ένωσης στην υγρή φάση επηρεάζει σημαντικά στο αν θα παρουσιαστούν οσμές, αλλά παίζουν επίσης ρόλο οι συνθήκες που θα ευνοήσουν τη μεταφορά μάζας. Οι πηγές οσμών στις εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

1. αυτές που ευνοούν την μεταφορά μάζας οσμηρών ενώσεων που έχουν ήδη δημιουργηθεί.
2. αυτές στις οποίες νέες οσμηρές ενώσεις δημιουργούνται υπό κατάλληλες συνθήκες.

Έτσι, οι κύριες πηγές οσμών σε ΕΕΛ τείνουν να εντοπίζονται προς την είσοδο, αν τα εισερχόμενα λύματα είναι σηπτικά (βοθρολύματα) ή σε διεργασίες επεξεργασίας υπό αναερόβιες συνθήκες όπου ευνοείται η δημιουργία νέων οσμηρών ενώσεων. Σε μερικές περιπτώσεις εντοπίζονται και οι δύο κατηγορίες. Οι δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης για παράδειγμα, ευνοούν την εκπομπή ενώσεων που σχηματίζονται στο αποχετευτικό σύστημα λόγω της μεγάλης επιφάνειας λυμάτων που έρχονται σε επαφή με την ατμόσφαιρα και της τύρβης που δημιουργείται στα φρεάτια υπερχείλισης. Όταν η απομάκρυνση της ιλύος δεν είναι συχνή, μεγάλες ποσότητες συσσωρεύονται και

αναπτύσσονται αναερόβιες συνθήκες στην αποθηκευμένη λάσπη. Η αερόβια επεξεργασία τείνει να μειώνει τις συγκεντρώσεις οσμηρών ενώσεων στην υγρή φάση λόγω της βιολογικής οξείδωσης. Μπορεί παρόλα αυτά να είναι σημαντική πηγή οσμών αφού κατά την διεργασία αυτή, μεγάλες ποσότητες λυμάτων έρχονται σε επαφή με τον αέρα και ευνοείται η εκπομπή οσμών ειδικά όταν η μονάδα είναι υπερφορτισμένη. Η αερόβια επεξεργασία μπορεί να είναι σημαντική πηγή εξάτμισης οσμηρών ενώσεων όπως τα πετροχημικά και οι διαλύτες .[15]

Η παραγωγή οσμών δεν σχετίζεται μόνο με την φύση των λυμάτων αλλά και με τους τρόπους επεξεργασίας τους για την διάθεσή τους στο περιβάλλον. Τα χημικά χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στην επεξεργασία λυμάτων για λόγους όπως η απομάκρυνση αιωρούμενων στερεών, των BOD και η σταθεροποίηση της λάσπης. Η προσθήκη τους μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή οσμών, ειδικά στην εκροή οσμηρών χημικών που περιέχονται ήδη στα λύματα και την ιλύ. Για παράδειγμα:

1. Προσθήκη αλάτων στα λύματα για την απομάκρυνση φωσφόρου ή την βελτίωση της καθιζησιμότητας και την απομάκρυνση BOD μπορεί να οδηγήσει σε κατακρήμνιση σουλφιδίων, μειώνοντας τη πιθανότητα εκπομπής οσμών. Παρόλα αυτά υψηλές δόσεις αλάτων (όπως χλωριούχος σίδηρος) μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του pH και έκλυση σουλφιδίων.
2. Προσθήκη ασβεστίου για τη βελτίωση της καθιζησιμότητας και την σταθεροποίηση της λάσπης εμποδίζει την εκπομπή υδρόθειου λόγω της αύξησης του pH αλλά μπορεί να αυξήσει σημαντικά την εκπομπή αμμωνίας και άλλων οσμηρών αζωτούχων ενώσεων.

Άλλες φυσικοχημικές διεργασίες επεξεργασίας λυμάτων που είναι πιθανές πηγές οσμών θεωρούνται η ασβεστοποίηση και η απομάκρυνση αμμωνίας. Η χρήση μεμβρανών έχει μικρότερες επιπτώσεις στην παραγωγή οσμών. Κάποια χημικά χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα για τον έλεγχο των οσμών στα λύματα, την ιλύ και σε συστήματα επεξεργασίας οσμών στα απαέρια. Μπορεί επίσης να υπάρχουν υπολείμματα οσμών στον επεξεργασμένο αέρα. Αυτές οι οσμές μπορεί να είναι σημαντικές όταν πρόκειται να ελεγχθεί η συμβατότητά της εγκατάστασης με κάποιο πρότυπο ή αν η εκπομπή του επεξεργασμένου αέρα είναι κοντά στους αποδέκτες των οσμών (εργαζόμενοι, κάτοικοι κλπ).[16]

2.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΤΗΣ ΟΣΜΗΣ

2.3.1 ΚΑΤΩΦΛΙ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ

Λόγω της υποκειμενικότητας της οσμής δεν υπάρχει κάποια στάνταρ μονάδα μέτρησης ούτε μία ευρέως διαδεδομένη μέθοδος η οποία θα εντοπίζει με τον ίδιο τρόπο μία ίδιο δείγμα. Οι μονάδες μέτρησης της οσμής διαφέρουν ανάλογα με την μέθοδο που χρησιμοποιείται για την ποσοτικοποίησής της. Βασικό λοιπόν παράγοντας στην ποσοτικοποίηση της οσμής είναι η ανιχνευσιμότητας δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο η οσμή γίνεται αντιληπτή και σε τι συγκέντρωση. Η ανιχνευσιμότητα (ή κατώφλι οσμής) αναφέρεται στην ελάχιστη συγκέντρωση της οσμής που είναι αναγκαία για την ανίχνευσή της από κάποιο συγκεκριμένο ποσοστό των μελών μιας ομάδας εκτιμητών. Το κατώφλι οσμής καθορίζεται από την αραίωση, με καθαρό αέρα, της οσμής σε σημείο, όπου το 50%

των μελών της ομάδας εκτιμητών δεν μπορεί πλέον να ανιχνεύσει την οσμή. Η συγκέντρωση οσμής από ένα δείγμα μπορεί, μεταξύ άλλων (κατώφλι αναγνώρισης, καλύτερα εκτιμώμενο κατώφλι κλπ.), να χαρακτηριστεί από τον αριθμό των αραιώσεων για να φτάσει στο κατώφλι ανίχνευσης. Στο κατώφλι ανίχνευσης η συγκέντρωση οσμής είναι μία μονάδα οσμής ανά κυβικό μέτρο (1 ou_E/m^3). Έτσι η συγκέντρωση οσμής του δείγματος εκφράζεται σαν πολλαπλάσιο της Ευρωπαϊκής μονάδας οσμής ανά κυβικό μέτρο σε κανονικές συνθήκες για ολφακτομετρία. Οι τιμές κατωφλίου δεν είναι φυσικές σταθερές αλλά αντιπροσωπεύουν στατιστικά την καλύτερα εκτιμώμενη τιμή από μια ομάδα μεμονωμένων απαντήσεων. Η συγκέντρωση οσμής είναι το πιο κοινό γνώρισμα που χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των οσμών. Παρέχει το πιο κοινό μέτρο για να χαρακτηρίσει το μέγεθος του ερεθίσματος, ώστε να καθοριστούν τα υπόλοιπα γνωρίσματα μιας οσμής (αποτελεί δηλαδή τον οριζόντιο άξονα). Μία μεγάλη τιμή συγκέντρωσης οσμής αντιπροσωπεύει μια ισχυρή οσμή, ενώ μια μικρή τιμή αντιπροσωπεύει μια ασθενή οσμή. Μια Ευρωπαϊκή CEN πρότυπη μέθοδος για τη μέτρηση της συγκέντρωσης οσμής είναι διαθέσιμη στη βιβλιογραφία. Η Ευρωπαϊκή μονάδα οσμής (ou_E - European odour unit) είναι συνδεδεμένη με ένα καλώς ορισμένο υλικό αναφοράς, μέσω της αποκλειστικής χρήσης εκπαιδευμένων αξιολογητών επιλεγμένων για την ειδική ευαισθησία τους στην οσμή αναφοράς της n-βουτανόλης. Με αυτόν τον τρόπο η μονάδα οσμής αντιστοιχήθηκε ως εξής: 1 ou_E/m^3 ≡ 40 ppb/v n-βουτανόλης.[14][23][24]

2.3.2 ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Η ιδιότητα της κάθε ουσίας που εκλύει οσμή είναι αυτή με την οποία μπορεί να γίνει ο προσδιορισμός της οσμής αλλά επειδή σε πολλές περιπτώσεις αυτό δεν είναι εφικτό γίνεται με βάση τις ανθρώπινες αισθήσεις. Οι αναλυτικές μετρήσεις σχετίζονται με τις ιδιότητες των οσμηρών ενώσεων ενώ οι αισθητήριες (sensory) μετρήσεις αναφέρονται στην επίδραση της οσμηρής ένωσης στην ανθρώπινη μύτη. Οι αισθητήριες μετρήσεις χρησιμοποιούν την ανθρώπινη όσφρηση ως ανιχνευτή οσμών και έτσι σχετίζονται με τις επιδράσεις των οσμών έτσι όπως αυτές ανιχνεύονται από τον άνθρωπο. Κάτι τέτοιο είναι χρήσιμο όταν πρόκειται να εκτιμηθεί η όχληση από τις οσμές, αλλά δεν έχει σημαντική εφαρμογή στην εξέταση του τρόπου δημιουργίας, εκπομπής και ελέγχου των οσμών. Για αυτές τις έρευνες, απαιτούνται αναλυτικές μετρήσεις για την εξαγωγή πληροφοριών για τις οσμηρές ενώσεις. Οι αισθητήριες μετρήσεις δεν δίνουν πολλές πληροφορίες για τη χημική σύσταση της οσμής, ενώ οι αναλυτικές δεν δίνουν καλή εικόνα της επίδρασης των οσμών στην ανθρώπινη όσφρηση. Επομένως ο συνδυασμός τους μπορεί να βοηθήσει στην κατασκευή της βέλτιστης μεθόδου. Η ανακάλυψη διασυνδέσεων μεταξύ των αναλυτικών και αισθητήριων μεθόδων είναι μια από τις προκλήσεις στο τομέα των οσμών. Η πιο κοινή αισθητήρια μέθοδος είναι η οσφρητική μέτρηση (olfactometry), μια εργαστηριακή μέθοδος που μετράει την συγκέντρωση οσμών σε όρους αριθμού απαιτούμενων αραιώσεων ώστε το δείγμα να φτάσει την οριακή συγκέντρωση όπου η οσμή δεν γίνεται αισθητή από τον άνθρωπο. [18]

Η μέθοδος αυτή αναφέρεται και ως DDO (Dynamic Dilution Olfactometry) και χρησιμοποιεί μια ομάδα παρατηρητών οι οποίοι κρίνουν αν μια οσμή είναι παρούσα μέσα από την όσφρηση διαλυμάτων της. Η συγκέντρωση της οσμής καθορίζεται με τη χρήση καθαρού (μη οσμηρού) αέρα ο οποίος φιλτράρεται από διάφορα μέσα όπως π.χ. ο ενεργός άνθρακας και διαλύει το δείγμα μέχρι το επίπεδο που το 50% των παρατηρητών μόλις που να μπορεί να

την ανιχνεύσει. Σε αυτό το σημείο η συγκέντρωση ορίζεται ως 1 OU και ο αριθμός των διαλύσεων μέχρι να επιτευχθεί το σημείο αυτό ορίζει την αχική συγκέντρωση του δείγματος. Η συγκέντρωση της οσμής στον αέρα, όπως μετρείται από την DDO, εκφράζεται σε OU ανά κυβικό μέτρο (OU/m^3). Αυτά τα αποτελέσματα μπορούν να χρησιμοποιούνται μετά σε μοντέλα διασποράς για την πρόβλεψη των οσμών [19].

Η μέθοδος αυτή, παρόλο που δίνει την ακριβή απόκριση του ανθρώπου και βασίζεται στο Ευρωπαϊκό Πρότυπο prEN 13725 είναι αρκετά υποκειμενική, χρονοβόρα, ακριβή και απαιτητική σε εργαστήρια. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες εκτός των ιδιοτήτων του δείγματος που μπορεί να επηρεάσουν την πρόσληψη της οσμής. Κάτι τέτοιο έχει κατά ένα μεγάλο μέρος αντιμετωπιστεί από την ανάπτυξη προτύπων αλλά είναι ακόμα δύσκολο οποιαδήποτε αισθητήρια μέτρηση να πλησιάσει την ακρίβεια μια αναλυτικής. Μάλιστα, θεωρείται ότι η εκτίμηση των οσμών σε εργαστηριακές πρότυπες συνθήκες μπορεί να διαφέρει από την ανθρώπινη απόκριση στο περιβάλλον. Επιπλέον, οι μετρήσεις είναι δύσκολο να γίνουν κοντά στην εγκατάσταση εμποδίζοντας τη δυνατότητα επί τόπου συνεχών μετρήσεων [18][20].

Εικόνα 3 Διεξαγωγή πειράματος Δυναμικής Ολφακτομετρίας Αριώσης

Οι αναλυτικές μέθοδοι έχουν το πλεονέκτημα της αντικειμενικότητας, επαναληψιμότητας και ακρίβειας. Ακόμη πιο σημαντικό είναι το γεγονός ότι οι μετρήσεις μπορούν να συσχετιστούν άμεσα με θεωρητικά μοντέλα για τον υπολογισμό οσμών. Ένα από τα κύρια μειονεκτήματά τους σχετίζεται με το γεγονός ότι οι περισσότερες οσμές οφείλονται σε ένα σύνολο στοιχείων και ενώσεων και δεν είναι δυνατό να εξαχθούν συμπεράσματα από τη μέτρηση μεμονωμένων ενώσεων. Οι οσμηρές ενώσεις μπορεί να βρίσκονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις σε σχέση με τα μη οσμηρά αέρια, που μπορεί να ανιχνεύονται πιο εύκολα στις αναλύσεις. Επίσης, το όριο ανίχνευσης για πολλές οσμηρές ενώσεις είναι κάτω από το όριο ανιχνευσιμότητας της μεθόδου. Παρόλο που για πολλές οσμηρές ενώσεις η σχέση

μεταξύ της συγκέντρωσής τους και της προσλαμβάνουσας αίσθησης από τον άνθρωπο μπορεί να προσδιοριστεί, κάτι τέτοιο δεν είναι εύκολο για μίγματα ενώσεων. Οι επιδράσεις μεταξύ των ενώσεων μπορούν να οδηγήσουν σε συνδυαστικά ή ανταγωνιστικά φαινόμενα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν δυσκολίες στη σύνδεση των αναλυτικών και αισθητήριων μεθόδων προσδιορισμού των περιβαλλοντικών οσμών. Οι πιο συνήθεις αναλυτικές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση οσμών είναι χρωματογραφία GC-MS και οι μετρήσεις H2S. Στη πρώτη μέθοδο ο χαρακτηρισμός των οσμών βασίζεται στη χημική σύσταση της εκπομπής, ενώ στη δεύτερη το υδρόθειο θεωρείται αντιπροσωπευτικός δείκτης της έντασης της οσμής. Αυτές οι μέθοδοι μπορούν να παρέχουν ακριβή περιγραφή κάθε ένωσης σε ένα οσμηρό μίγμα και χρησιμοποιούνται για αναλυτικά μοντέλα δημιουργίας, εκπομπής και διασποράς οσμών, αλλά δεν δίνουν πληροφορίες για την προσλαμβάνουσα αίσθηση της οσμής.[18]

Εικόνα 4 Μορφή παρουσίασης των οσμηρών δειγμάτων στους δειγματοληπτε DDO

Τα περισσότερα εργαστήρια μέτρησης οσμών που προέχονται από γεωργικές πηγές, χρησιμοποιούν ολφακτόμετρα δυναμικής βεβιασμένης επιλογής για τον προσδιορισμό του επιπέδου ανίχνευσης μιας οσμής. Έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε, η διεξαγωγή των μετρήσεων να γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα 'ASTM, E679-91' ή 'EN13725'. Η δυνατότητα διενέργειας πολλαπλών επαναλήψεων και εξαγωγής αξιόπιστων και συγκρίσιμων αποτελεσμάτων εξασφαλίζεται με τυποποιημένες διαδικασίες και τετράωρη τουλάχιστον αρχική εκπαίδευση της ομάδας εκτιμητών.[20]

2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΟΣΜΩΝ

2.4.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΓΓΕΛΙΑ ΠΗΓΩΝ ΟΣΜΗΣ

Η έκθεση στις οσμές συνήθως ποσοτικοποιείται ως ωριαία μέση συγκέντρωση οσμής η οποία δεν πρέπει να ξεπερνάει μια επιλεγμένη τιμή για ένα ορισμένο ποσοστό (συνήθως 98%) όλων των ωρών σε έναν χρόνο με μέσες μετεωρολογικές συνθήκες. Οι Διεθνείς Οργανισμοί Προστασίας Περιβάλλοντος (Environmental Protection Agency, EPA) προτείνουν: 175 ωριαίες μετρήσεις το χρόνο επί 3 χρόνια, συνολικά 525 ωριαίες μετρήσεις, ώστε να έχουμε πιο αξιόπιστα αποτελέσματα. Αυτό το μέτρο της έκθεσης υπολογίζεται από έναν εκτιμώμενο ή μετρημένο ρυθμό εκπομπής οσμών από την πηγή, χρησιμοποιώντας ένα ατμοσφαιρικό μοντέλο διασποράς.

Τα κριτήρια ποιότητας του αέρα για τις οσμές μπορούν να τεθούν στη βάση του συνδυασμού της υπολογισμένης έκθεσης με τη γνώση της σχέσης δόσης-απόκρισης, ώστε να ποσοτικοποιηθεί και να εκτιμηθεί η επίδραση των οσμών. Παρόλα αυτά, αυτή η σχέση δεν θα είναι η ίδια για κάθε κοινότητα. Καθορίζεται από παράγοντες, όπως ο συνωστισμός, οι προσδοκίες για την ποιότητα του περιβάλλοντος, οι οικονομικές προτεραιότητες κλπ.

Το να καθοριστούν περιβαλλοντικά κριτήρια έκθεσης με σκοπό την αποφυγή της ενόχλησης από οσμές είναι, επομένως, όχι μόνο επιστημονική αλλά και πολιτική διαδικασία. Σε αντίθεση με άλλους αέριους ρύπους, κάθε πολίτης μπορεί να αξιολογήσει την οσμή σε πραγματικό χρόνο. Η αξιολόγηση είναι άμεση και το αποτέλεσμα εύκολα κοινοποιείται στη σχετική αρχή με τη μορφή καταγγελιών[23]

Για να εκτιμηθεί μία οσμή και για να γίνει καταγγελία της στον αρμόδιο φορέα γίνεται μία σειρα από ενέργειες οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

1. εκτίμηση επιπτώσεων για:

- ανανέωση υφιστάμενης εγκατάστασης,
- τροποποιήσεις σε υφιστάμενη εγκατάσταση,
- κατασκευή νέας εγκατάστασης,

2.παρακολούθηση συμμόρφωσης με σχετικούς όρους,

3. διερεύνηση παραπόνων.

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των οσμών εξαρτώνται από το λόγο. Η καταλληλότερη μέθοδος για κάθε περίπτωση εξαρτάται από το αν πρόκειται για αξιολόγηση των οσμών ή συμμόρφωση με κάποιους κανονισμούς. Αυτό έχει γίνει πηγή σύγχυσης στη διαμόρφωση κανονισμών των αέριων εκπομπών. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει την εκτίμηση των υφιστάμενων και δυνητικών επιπτώσεων από μια δραστηριότητα για να αποφασιστεί αν αναμένονται σοβαρά περιστατικά οσμών. Αν υπάρχει κάποιο όριο από κανονισμούς τότε πρέπει να εφαρμοστεί κάποια διαδικασία που θα εξασφαλίζει και θα αποδεικνύει την συμμόρφωση με αυτή. Οι μέθοδοι αυτοί είναι συνήθως:

- Επιθεώρηση αρμόδιου υπαλλήλου ύστερα από παράπονα.
- Έρευνες όχλησης.

- Αρχείο παραπόνων.
- Συμβούλια της τοπικής κοινωνίας.
- Παρατήρηση οσμών πεδίου από ειδικό.
- Παρατήρηση έντασης οσμών ως προς το χρόνο στο πεδίο από ειδικό με τη

μέθοδο VDI [21].

- Παρακολούθηση πηγής και μοντέλο διασποράς.
- Εμπειρία και αρχεία βιομηχανιών και Τοπικής Αυτοδιοίκησης [22].

2.4.2 ΑΜΕΣΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΤΗΣ ΟΣΜΗΣ

Η άμεση εκτίμηση χρησιμοποιήσαμε ευρέως στις περιπτώσεις καταγγελιών και η τεχνική αυτή ονομάζεται πάνελ πεδίου. Τα πάνελ πεδίου αποτελούνται από 4 έως 6 εκπαιδευμένα, αρμόδια μέλη που επιλέγονται με βάση τα ίδια κριτήρια που χρησιμοποιούνται και για τα εργαστήρια σύμφωνα με το πρότυπο EN13725.

Τα ειδικευμένα μέλη κάνουν παρατηρήσεις σε περιοχές του πεδίου, συνήθως, για να εκτιμήσουν τη μέγιστη απόσταση ανίχνευσης της οσμής από μία συγκεκριμένη πηγή. Αυτό το αποτέλεσμα, σε συνδυασμό με τις μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων επί του πεδίου, χρησιμοποιείται για αντίστροφη μοντελοποίηση της διασποράς που δίνει ως αποτέλεσμα τον ρυθμό εκπομπής της πηγής. Τα πάνελ πεδίου μπορούν ακόμη να χρησιμοποιηθούν για να παράσχουν πληροφορίες σχετικά με την ένταση της οσμής και/ή για τον ηδονικό τόνο στις συνθήκες του πεδίου. Μια περιγραφή της όλης διαδικασίας έχει ως εξής:

Το πάνελ διασχίζει την περιοχή γύρω από το σημείο έκλυσης οσμών και κάνει μετρήσεις σε καθορισμένα σημεία. Οι μετρήσεις γίνονται κάθε 10 δευτερόλεπτα για μια διάρκεια 10 λεπτών. Τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται συνήθως, ύστερα από μερικές ώρες. Η τεχνική έχει εφαρμοστεί για αρκετά χρόνια σε μερικές χώρες, στην εφαρμοσμένη έρευνα των οσμών. Μια ανεπίσημη κατευθυντήρια γραμμή για την πραγματοποίηση αυτών των μετρήσεων έχει δημοσιευτεί στην Ολλανδία, ενώ η αντίστοιχη στη Γερμανία είναι η VDI3940:1993.

Τα πάνελ πεδίου δεν χρησιμοποιούνται μόνο για την εκτίμηση της ανιχνευσιμότητας της πηγής στο σύνολό της, αλλά και ως αναλυτικό όργανο διδάσκοντας το πάνελ να αναγνωρίζει συγκεκριμένες οσμές επί τόπου και να χρησιμοποιεί αυτήν την αντιληπτική ικανότητα για την αναγνώριση μεμονωμένων κατάντη πηγών. Με τη χρήση αυτής της τεχνικής καταγράφονται οι ακόλουθες πληροφορίες: το είδος της οσμής, η ένταση και το μέτρο της εν δυνάμει ενόχλησης. Αυτό παρέχει χρήσιμα ποιοτικά δεδομένα, μολονότι δεν μπορούν να οδηγήσουν σε αποφασιστικά συμπεράσματα, καθώς αντανακλούν μια αξιολόγηση από περιορισμένο δείγμα του πληθυσμού που εκτίθεται για μικρή διάρκεια σε αυτές τις οσμές.

Η εργασία των πάνελ πεδίου απαιτεί καθορισμένες καιρικές συνθήκες και χαρακτηρισμό των μετεωρολογικών συνθηκών κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (ταχύτητα ανέμου, κατεύθυνση ανέμου και τάξη ευστάθειας της ατμόσφαιρας). Η

εγγενής αβεβαιότητα της μεθόδου της μέτρησης καθορίζεται κυρίως από τις ανακρίβειες που υπεισέρχονται στον χαρακτηρισμό της τυρβώδους ροής στο στρώμα ανάμειξης της ατμόσφαιρας και στις σχετικά φτωχές δυνατότητες των μοντέλων να προβλέψουν με ακρίβεια τις βραχυπρόθεσμες συγκεντρώσεις κατάντη της πηγής. Γενικά, τα αποτελέσματα της μοντελοποίησης στη βάση των δεδομένων εκπομπής της πηγής θα δώσουν ένα πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα. Ωστόσο, τα δεδομένα που συλλέγουν τα πάνελ πεδίου μπορεί να αποδειχθούν πολύτιμα στο να παράσχουν έναν έλεγχο του πεδίου σε πραγματικές συνθήκες, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου οι πηγές είναι σύνθετες και περιλαμβάνουν άλλες διάχυτες πηγές (δηλ. φυσικός αερισμός, μεγάλες επιφανειακές πηγές κλπ.).[20][21][23].

2.5 ΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ

Λόγω της πολυπλοκότητας και της υποκειμενικότητας της οσμής για να γίνει η πλήρης περιγραφή της πρέπει να συγκεκριμενοποιηθούν γνωρίσματα της. Τα γνωρίσματα αυτά είναι ,η ανιχνευσιμότητα (ή κατώφλι οσμής) της , η ένταση της, η ποιότητα οσμής, ο ηδονικός τόνος και η εν δυνάμει όχληση της. Τα στοιχεία αυτά θα περιγραφούν και θα παρουσιαστούν οι επικρατούσες κλίμακές τους στις παραγράφους που ακολουθούν.

Για την ανιχνευσιμότητα αναφερθήκαμε σε προηγούμενες παραγράφους και είναι το σημείο όπου μια συγκεκριμένη συγκέντρωση οσμής γίνεται αντιληπτή από το 50% των δειγματοληπτών.

Η ένταση οσμής αναφέρεται μόνο στο μέγεθος (δύναμη) της αντίληψης μιας οσμής και έιναι το γνώρισμα εκείνο το οποίο στο οφείλεται η ανιχνευσιμότητά της και κατά συνέπεια αναφέρεται στο μέγεθος του ερεθίσματος που προκαλεί την ανίχνευση. Υπάρχουν δύο κλίμακες μέτρησης της έντασης της οσμής κλιμάκων κατηγοριών με περιγραφικές λέξεις και διαδικασιών εκτίμησης μεγέθους

- Οι κλιμάκες κατηγοριών με περιγραφικές λέξεις περιγράφονται από το VDI 3882: 1997, part 1, Determination of Odour Intensity, Düsseldorf, Germany.

Η αρχή της μέτρησης είναι η έκθεση ενός δείγματος οσμής σε εργαστηριακό πάνελ εκτιμητών, σε ποικίλους βαθμούς αραίωσης κι επομένως και ποικίλης αντιληπτής έντασης. Τα μέλη της ομάδας εκτιμητών καλούνται να υποδείξουν την αντιλαμβανόμενη ένταση σε κάθε έκθεση ως μια τιμή για την αντιλαμβανόμενη ένταση *I* με βάση τα επτά σημεία της ακόλουθης κλίμακας:

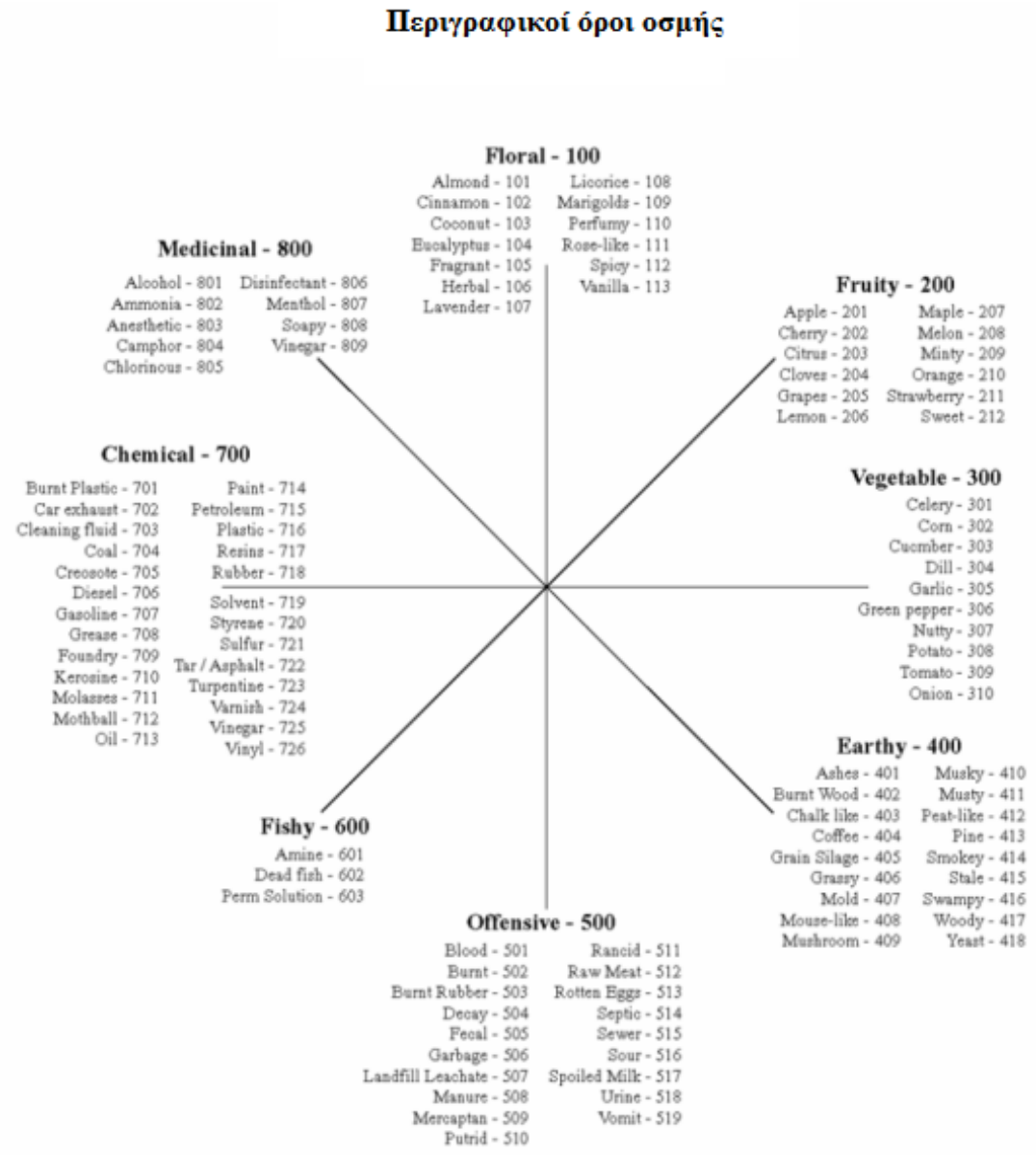
- 1. όχι οσμή
- 2. πολύ ελαφριά οσμή
- 3. ελαφριά οσμή
- 4. διακριτή οσμή
- 5. δυνατή οσμή
- 6. πολύ δυνατή οσμή
- 7. συντριπτική (overwhelming) οσμή

Οι τιμές για την ένταση *I* απεικονίζονται στη συνέχεια σε σχέση με το λογάριθμο της συγκέντρωσης οσμής ή του παράγοντα αραίωσης. Το σημείο όπου η ευθεία γραμμή τέμνει τον οριζόντιο άξονα προσδιορίζει το κατώφλι ανίχνευσης.

- Η διαδικασία εκτίμησης μεγέθους

Η εκτίμηση μεγέθους είναι μια διαδικασία όπου η ένταση μιας οσμής συγκρίνεται με την ένταση μιας άλλης οσμής. Για παράδειγμα, έστω ότι ο εκτιμητής εκτίθεται σε ένα δείγμα Α. Ο εκτιμητής δίνει για την ένταση αυτής της οσμής μια αυθαίρετη τιμή, όπως “50”. Ο εκτιμητής στη συνέχεια εκτίθεται σε ένα δείγμα Β και δίνει μία εκτίμηση βασισμένη στο δείγμα Α. Επομένως, αν το δείγμα Β αντιλήφθηκε σαν να έχει τη μισή ένταση του Α τότε ο εκτιμητής θα δώσει στο δείγμα Β την τιμή “25”. Με τη μέθοδο αυτή είναι πολύ δύσκολο να γίνει σύγκριση μεταξύ πολλών οσμών. Είναι καταλληλότερη για σύγκριση παρόμοιων οσμών [23][24].

Η ποιότητα οσμής και είναι ένα ποιοτικό γνώρισμα. Οι περιγραφές που χρησιμοποιούνται μπορούν να θεωρηθούν «σχετικές» και είναι περιγραφικοί όροι που έχουν σαν στόχο να κατηγοριοποιήσουν τις οσμές σε ομάδες . Αποτελεί συνήθη πρακτική το να δίνεται στους εκτιμητές μία πρότυπη λίστα με ομάδες περιγραφών υπό το όνομα ενός “κύριου- γενικού περιγραφικού όρου”. Ένα παράδειγμα είναι ο τροχός ποιότητας οσμής που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα 5 και αναπτύχθηκε από την St. Croix Sensory για χρήση σε δείγματα περιβαλλοντικών οσμών. Οι εκτιμητές παρατηρούν το εκάστοτε δείγμα οσμής και αναφέρουν ποια γενικά και ειδικά χαρακτηριστικά οσμής παρατηρούν. Με την λίστα αυτή αποδίδονται όροι στην οσμή οι οποίοι την κατατάσσουν σε μία κλίμακα σχετικής έντασης από το 1 μέχρι το 5, ελαφριά προς ισχυρή (0=όχι παρών). Έπειτα, τα προκύπτοντα δεδομένα μπορούν να απεικονιστούν σε ένα format αραχνοειδούς διαγράμματος με την απόσταση κατά μήκος εκάστου άξονα να αντιπροσωπεύει την 0-5 κλίμακα για κάθε έναν από τους γενικούς περιγραφικούς όρους. Η απεικόνιση κατ’ αυτόν τον τρόπο δημιουργεί ένα σχέδιο που εύκολα συγκρίνεται με τα αραχνοειδή διαγράμματα άλλων δειγμάτων. Οι ειδικοί περιγραφικοί όροι μπορούν να παρασταθούν σε ένα ιστόγραμμα στο οποίο καταγράφεται κάθε αναφερόμενο χαρακτηριστικό μαζί με το ποσοστό των εκτιμητών που το αναγνώρισαν [23][24].Το διάγραμμα αυτό παρουσιάζεται και στο βιβλίο οδηγιών του οσμόμετρου NASAL RANGER που χρησιμοποιήσαμε για την περαίωση των μετρήσεων μας



Εικόνα 5 Τροχός ποιότητας οσμής που αναπτύχθηκε από την St. Croix Sensory από άλλες πρότυπες λίστες ποιότητας οσμής

Ο ηδονικός τόνος είναι ένα μέτρο της το οποίο προσδίδει επιθετικό προσδιορισμό στην οσμή και είναι ανεξάρτητος από τους υπόλοιπους ποιοτικούς και ποσοτικούς προσδιορισμούς της. Η μέθοδος για τη μέτρηση του ηδονικού τόνου περιγράφεται από VDI 3882:1997 part 2; Determination of Hedonic Tone, Düsseldorf, Germany[21]. Το δείγμα οσμής μεταφέρεται σε ένα εργαστηριακό πάνελ εκτιμητών, σε διαφορετικούς βαθμούς αραίωσης κι επομένως και ποικίλης αντιληπτής έντασης και ηδονικού τόνου. Η ομάδα των εκτιμητών καλείται με βάση την παρακάτω κλίμακα προσδιορισμών να υποδείξει τον αντιλαμβανόμενο ηδονικό τόνο σε κάθε έκθεση ως μία τιμή για τον ηδονικό τόνο Η.

+4 πολύ ευχάριστη

+3 ευχάριστη

+2 μετρίως ευχάριστη

+1 ηπίως ευχάριστη

0 ουδέτερη οσμή/ όχι οσμή

-1 ηπίως δυσάρεστη

-2 μετρίως δυσάρεστη

-3 δυσάρεστη

-4 επιθετική (offensive)

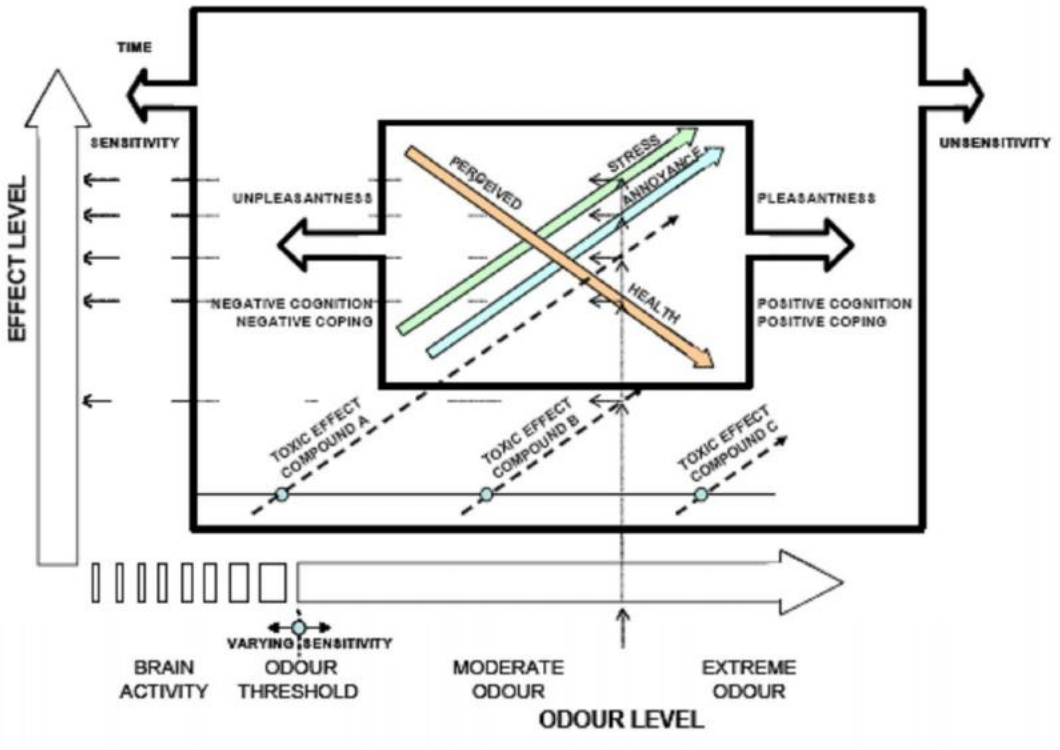
Για τις διαφορετικές συγκέντρωσεις υπολογίζεται η μέση τιμή των Η από τα μέλη της ομάδας των εκτιμητών και απεικονίζεται σε σχέση με τη συγκέντρωση οσμής σε ou_E/m^3. Στη συνέχεια προσαρμόζεται επί των σημείων αυτών μία καμπύλη.[24][14]

Η εν δυνάμει όχληση είναι ένα προτεινόμενο μέγεθος δεν έχει αποσαφηνιστεί ακόμα σαν μέγεθος αλλά αποτελεί ένας συνδυασμός έντασης και ηδονικού τόνου.

Πέρα όμως από τους ποιοτικούς και ποσοτικούς παράγοντες χαρακτηρισμού μια οσμής υπάρχουν και παράγοντες που δεν σχετίζονται με την οσμή αυτή κα' αυτή αλλά με το περιβάλλον στο οποίο εκλύεται. Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι δεδομένα χαρακτηρισμού της πηγής, τα οποία περιγράφουν την τοποθεσία, τα χαρακτηριστικά της ροής και τους ρυθμούς εκπομπής της πηγής καθώς και δεδομένα εδάφους, τα οποία περιγράφουν την τοπογραφία της μελετώμενης περιοχής και χαρακτηρίζουν την τραχύτητα του εδάφους ή το τυπικό μέγεθος των εμποδίων στο βαθμό που αυτά επηρεάζουν την τυρβώδη ροή στο οριακό στρώμα της ατμόσφαιρας.. απαραίτητα επίσης είναι και τα Μετεωρολογικά δεδομένα, για μία ελάχιστη διάρκεια 3 ετών (κατά προτίμηση 5 ετών), τα οποία αποτελούνται από ένα συνεχές σύνολο ωριαίων παρατηρήσεων για την κατεύθυνση του ανέμου, την ταχύτητα του ανέμου και την τάξη ευστάθειας, μια παράμετρο που περιγράφει την τυρβώδη ροή στο οριακό στρώμα της ατμόσφαιρας [23]

2.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΑΠΟ ΟΣΜΕΣ

Η όχληση από οσμές σε χαμηλές συγκεντρώσεις σχετίζεται κυρίως με ψυχολογική πίεση παρά με φυσιολογικές επιπτώσεις στον οργανισμό. Οι έντονες οσμές μπορούν να προκαλέσουν έλλειψη όρεξης για φαγητό, χαμηλή κατανάλωση νερού, εξασθένιση της αναπνοής, ναυτία και νοητική αναστάτωση. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, οι έντονες οσμές μπορούν να επιδεινώσουν την ποιότητα ζωής και την εικόνα μιας περιοχής, να επηρεάσουν την διαπροσωπικές σχέσεις, να αποτελέσουν παράγοντα αποτροπής επενδύσεων, προκαλώντας χαμηλό κοινωνικοοικονομικό επίπεδο και αναχαίτιση της ανάπτυξης. Τέλος, κάποιες οσμηρές ενώσεις όπως το υδρόθειο είναι τοξικές σε υψηλές συγκεντρώσεις.[16]



Εικόνα 6 Επιρροή παραγόντων που ορίζουν μια οσμή στην υγεία.

Η Εικόνα 3 παρουσιάζει μια σχηματική απεικόνιση των επιπτώσεων των οσμών στην υγεία. Τα πλαίσια με τα βέλη δείχνουν την επιρροή των κύριων παραγόντων στα επίπεδα απόκρισης της υγείας. Για παράδειγμα αύξηση του χρόνου μετακινεί το μεγάλο πλαίσιο αριστερά στο διάγραμμα προκαλώντας μεγαλύτερη όχληση, περισσότερο άγχος, χαμηλή ποιότητα υγείας και σημαντικές επιρροές τοξικών στα ίδια επίπεδα οσμών. [17]

3 ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ (ΑΣ)

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΑ ΑΣ

Ως αιωρούμενα σωματίδια χαρακτηρίζουμε κάθε σώμα, στερεό ή υγρό, εκτός του ύδατος, που βρίσκεται σε διασπορά και έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 0,0002 μm και μικρότερη από 500 μm περίπου. Η σκόνη, ο καπνός, η ιπτάμενη τέφρα αποτελούν χαρακτηριστικά παραδείγματα αιωρούμενων σωματιδίων. Κάποια σωματίδια είναι αρκετά μεγάλα ή σκουρόχρωμα, ώστε καθίστανται ορατά σαν καπνός, ενώ άλλα είναι τόσο μικρά που δύνανται να ανιχνευθούν μόνο με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο . Ορισμένα σωματίδια διαφεύγουν απευθείας από τις πηγές τους, όπως οι καπνοδόχοι και τα αυτοκίνητα. Σε άλλες πάλι περιπτώσεις, αέρια όπως CO, SO2 , NOx, και VOC αντιδρούν με διάφορες ενώσεις του αέρα και δημιουργούν έτσι τα λεπτόκοκκα σωματίδια. Η φύση τους και η χημική σύστασή τους ποικίλλει, και εξαρτάται από την τοποθεσία, την εποχή του χρόνου και τις καιρικές συνθήκες. Η συγκέντρωση των αιωρούμενων σωματιδίων σε καθαρή ατμόσφαιρα είναι της τάξεως των 10 μg/m 3 .

Τα αιωρούμενα σωματίδια κατηγοριοποιούνται ως ακολούθως:

1. Τη διεισδυτικότητά τους στον ανθρώπινο οργανισμό.

2. Το μέγεθος τους.

Τον τρόπο με τον οποίο σχηματίστηκαν:

- **Θωρακικά Σωματίδια (Thoracic Particles).**Τα θωρακικά σωματίδια έχουν την ικανότητα να διαπερνούν το ανώτερο τμήμα της αναπνευστικής οδού που είναι ο ρινοφάρυγγας και έχουν μέγεθος μικρότερο των 7μm.
- **Εισπνεύσιμα Σωματίδια (Inhalable Particles).**Τα εισπνεύσιμα σωματίδια εισέρχονται στο ανώτερο σύστημα της αναπνευστικής οδού και έχουν διάμετρο έως 10 μm.
- **Αναπνεύσιμα Σωματίδια (Respirable Particles).**Τα αναπνεύσιμα σωματίδια κλάσμα έχουν μέγεθος αεροδυναμικής διαμέτρου μικρότερο από 2.5μm. Τα ανωτέρω σωματίδια έχουν τη μεγαλύτερη επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία διότι διεισδύσουν έως τα βάθη των πνευμόνων.[25]

3.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΜΕΓΕΘΟΣ ΑΣ

Τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSP) αποτελούνται από τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια και τα σταγονίδια. Τα TSP κυμαίνονται σε μέγεθος από 0.01μm έως και μερικές εκατοντάδες μm. Τα TPS που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο των 50 μm έχουν την ιδιότητα να καθιζάνουν πολύ εύκολα. Τα ολικά αιωρούμενα σωματίδια κατηγοριοποιούνται σε δύο τύπους ως ακολούθως:

3.2.1 ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΑ (Fine Mode)

Λεπτόκοκκα ονομάζονται τα σωματίδια που έχουν μέγεθος αεροδυναμικής διαμέτρου έως 2.5μm. Τα ανωτέρω σωματίδια παράγονται δευτερογενώς από αέριες ενώσεις και διακρίνονται σε:

Υποκατηγορία Πυρήνα (Nuclei Mode / Nuclei Range). Τα σωματίδια αυτά προκύπτουν από πηγές καύσης ή είναι τα ίδια προϊόντα συμπυκνωμάτων καύσης. Το μέγεθός τους κυμαίνεται από 0.01μm έως 0.05μm. Επειδή συσσωματώνονται ή με ελάχιστα μεγαλύτερα σωματίδια ή μεταξύ τους για να δημιουργήσουν νέα σωματίδια με μεγαλύτερη διάμετρο έχουν λιγοστό χρόνο ζωής στην ατμόσφαιρα. Τα ανωτέρω διαχωρίζονται σε:

- Μεταβατικά σωματίδια πυρήνα (Aitken Nuclei). Τα συγκεκριμένα σωματίδια έχουν τοπικό μέγιστο μεγαλύτερο των 15nm στην κατανομή κατά πλήθος.
- Υπερλεπτόκοκκα σωματίδια πυρήνα (Ultra-fine Nuclei). Αντίστοιχα, τα σωματίδια αυτά έχουν τοπικό μέγιστο μικρότερο των 15nm στην κατανομή κατά πλήθος.

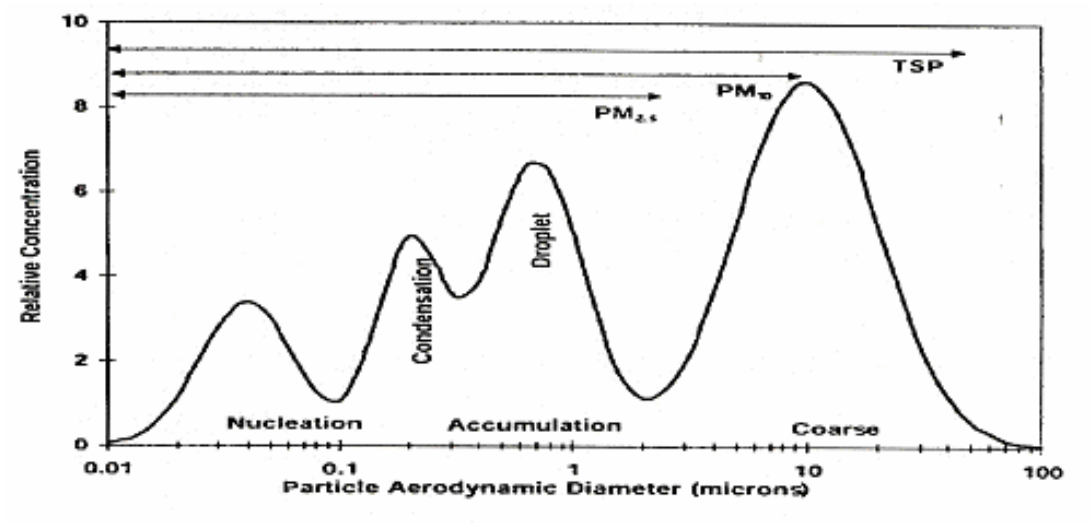
Υποκατηγορία συσσώρευσης (accumulation range). Το μέγεθός τους κυμαίνεται από 0.05μm έως 2.5μm. Παράγονται από συσσωματώσεις μικρότερων σωματιδίων όπως αυτά

της υποκατηγορίας πυρήνα αλλά και από συμπυκνώσεις επιπρόσθετου υλικού στις εν λόγω συσσωματώσεις. Ο χρόνος ζωής τους είναι από 7 έως 30 ημέρες και διακρίνονται σε:

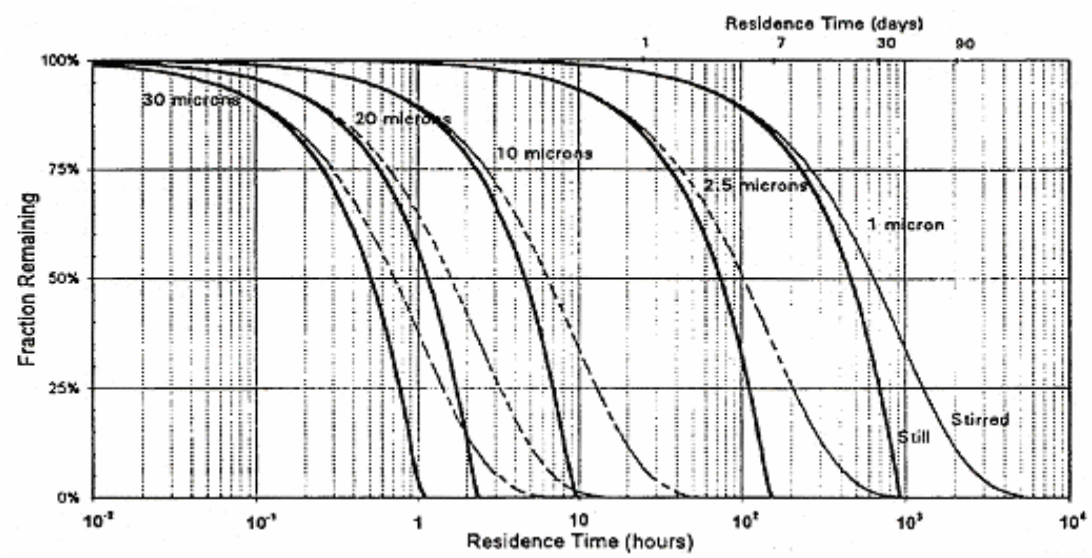
- Σταγονίδια (droplet mode). Αρκετές φορές μεταξύ σταγονιδίων γίνονται αντιδράσεις υγρής φάσης, είτε παρουσία πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας είτε μέσα σε ομίχλη ή νέφος, επάνω στην επιφάνεια αιωρουμένων σωματιδίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία της ομάδας των σταγονιδίων.
- Συμπυκνώματα (condensation mode). Δημιουργούνται από τη συσσωμάτωση μη υγροσκοπικών σωματιδίων πυρήνα καιείναι μικρότερα σε μέγεθος σωματίδια από τα προηγούμενα.[25]

3.2.2 ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΑ (Coarse Mode)

Τα χονδρόκοκκα σωματίδια δημιουργούνται με μηχανικούς τρόπους και έχουν μέγεθος αεροδυναμικής διαμέτρου μεγαλύτερη των 2.5μm. Για παράδειγμα, τα σωματίδια που ανήκουν σε αυτή τη κατηγορία και έχουν διάμετρο 10μm μένουν αιωρούνται 10 με 20 ώρες πριν να καθιζάνουν στο κάτω τμήμα της τροπόσφαιρας. Επίσης έχουν την ικανότητα να ταξιδεύουν 20-30Km.[25]



Εικόνα 7 Ιδανική κατανομή κατά μέγεθος αιωρουμένων σωματιδίων της εξωτερικής ατμόσφαιρας (Watson et al. 1997).



Εικόνα 8 Χρόνος αιώρησης σωματιδίων συναρτήσει της διαμέτρου τους. Τα στοιχεία αναφέρονται σε μέγιστο ύψος 100 m και στις περιπτώσεις: α. ακίνητου αέρα (Still) και β. Αναδευόμενου αέρα (Stirred) (Watson et al. 1997).

3.3 ΑΙΩΡΟΎΜΕΝΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΔΙΑΜΕΤΡΟΥ

Τα αιωρούμενα σωματίδια βέβαια δεν είναι ένας ενιαίος ρύπος, αλλά μάλλον είναι ένα μίγμα πολλών ρύπων. Μέτρο της προσροφητικής ικανότητας των σωματιδίων αποτελεί η ειδική επιφάνειά τους, η οποία αυξάνει όσο μειώνεται η διάμετρος των σωματιδίων. Αυτό συγκλίνει και με τις τελευταία δημοσιευμένες έρευνες σύμφωνα με τις οποίες τα πιο επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία σωματίδια είναι αυτά με την μικρότερη διάμετρο.

Γενικά, διακρίνουμε δύο κατηγορίες αιωρούμενων σωματιδίων, οι οποίες διαφέρουν ως προς την προέλευση, τη χημική τους σύσταση και την επικινδυνότητά τους: τα ΑΣ10 (εισπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια) και ΑΣ2.5 (αναπνεύσιμα αιωρούμενα σωματίδια). Τα τελευταία περιλαμβάνουν σωματίδια που μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στο αναπνευστικό σύστημα και να αποτεθούν στους τερματικούς βρόγχους και τις πνευμονικές κυψελίδες.

Αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μεταξύ 10 μm, χαρακτηρίζονται ως χονδρόκοκκα σωματίδια, ΑΣ10. Τα χονδρόκοκκα σωματίδια έχουν διάφορες πηγές προέλευσης, όπως από τη σκόνη μεταφερόμενη με τον άνεμο, από οχήματα τα οποία κινούνται σε άστρωτους δρόμους, από μηχανήματα βιομηχανιών συμπιέσεως, λιωσίματος και τροχισμού διαφόρων υλικών, αλέσματος, κ.ά..[26]

Σχηματίζονται υπό την επίδραση, κυρίως, μηχανικών δυνάμεων, όπως η τριβή και η σύνθλιψη. Σωματίδια σκόνης ή χώματος προέρχονται από την κίνηση του ανέμου, ή από άλλες μηχανικές δράσεις της περιοχής. Αιωρούμενα σωματίδια διαμέτρου μικρότερης των 2.5 μm (<2.5μm) αναφέρονται ως λεπτόκοκκα σωματίδια, ΑΣ2.5. Αποδίδονται στα σχηματιζόμενα από την αέρια φάση σωμάτια, με διαδοχικές

συσσωρεύσεις, συμπύκνωση, μεταφορά ή καύση, και αρχικά έχουν διάμετρο περίπου 0.05 μm. Αναφέρονται ως πολύ λεπτόκοκκα σωματίδια ή πυρήνες σωματιδίων. Τα σωματίδια αυτά έχουν την τάση να συσσωρεύονται περαιτέρω, σχηματίζοντας τα χαρακτηριζόμενα ως συσσωρευμένα σωματίδια, διαμέτρου γύρω στα 0.5 μm και τα οποία είναι σχετικά σταθερά στον αέρα.
Τα πολύ λεπτόκοκκα σωματίδια τα οποία συνενώνονται, υπό φυσιολογικές βεβαίως ατμοσφαιρικές συνθήκες, προς συσσωρευμένα, δεν μπορούν να φτάσουν σε μέγεθος χονδρόκοκκων σωματιδίων. Τα ΑΣ2.5 προκύπτουν από πολλές, διαφορετικές πηγές, όπως από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων, από διάφορες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς επίσης και από οικιακές εστίες φωτιάς, τζάκια, φούρνοι κ.ά., κι έτσι η σύστασή τους ποικίλλει.

Δημιουργούνται επίσης από αέρια πυρανάφλεξης, τα οποία μετατρέπονται με χημικό τρόπο σε σωματίδια. Τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 0,1 μm είναι πολύ μικρά συγκρινόμενα με το μήκος κύματος του ορατού φάσματος και συμπεριφέρονται όπως τα άλλα μόρια. Σωματίδια με διάμετρο μεγαλύτερη του 1 μm είναι πολύ μεγάλα σε σύγκριση με το μήκος κύματος του ορατού φάσματος, κι εμφανίζουν παρόμοια συμπεριφορά με τα μικροσκοπικά αντικείμενα, δηλαδή διαχέουν ή διακόπτουν το φως. [26]

Στον πίνακα 4 δίνεται μία εκτίμηση της ετήσιας παραγωγής ατμοσφαιρικών σωματιδίων με d<100 μm, σε παγκόσμια κλίμακα.

Πρωτογενή σωματίδια	Παραγόμενη ποσότητα	Δευτερογενή σωματίδια	Παραγόμενη ποσότητα
Φυσικές πηγές			
Σκόνη εδάφους	1000-3000	Θειικά από βιογενή αέρια	60-110
Θαλάσσια σταγονίδια	1000-10000	Θειικά από ηφαιστειακό SO2	10-20
Ηφαιστειακές εκπομπές	4-10000	Οργανικά από βιογενή VOC	40-200
Πρωτογενή οργανικά αεροζόλ	26-80	Νιτρικά από NOX	10-40
Σύνολο	2030-20380	Σύνολο	120-380
Ανθρωπογενείς πηγές			
Βιομηχανικές εκπομπές πλην αιθάλης	40-30	Θειικά από SO2	120-180
Αιθάλη	10-30	Νιτρικά από NOX Οργανικά από ανθρωπογενή	20-50
Καύση βιομάζας	50-190	VOC	5-25
Σύνολο	100-350	Σύνολο	145-255

Πίνακας 4 **ετήσιας παραγωγής ατμοσφαιρικών σωματιδίων με d<100 μm**

Τα αιωρούμενα σωματίδια στην ατμόσφαιρα έχουν πολύ σημαντικές περιβαλλοντικές

συνέπειες όπως:

- Σε υψηλές συγκεντρώσεις αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για την υγεία του αναπνευστικού.
- Απορροφούν και διαχέουν την ορατή ακτινοβολία περιορίζοντας την ορατότητα της ατμόσφαιρας και συμβάλλοντας αρνητικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.
- Χρησιμεύουν σα πυρήνες συμπύκνωσης για τη δημιουργία νεφών.

- Έχουν σημαντικό ρόλο σε χημικές αντιδράσεις.

- Επηρεάζουν άμεσα (σκεδάζουν την ηλιακή ακτινοβολία πίσω στο διάστημα) ή έμμεσα (με επιπτώσεις στην ανακλαστικότητα και απορροφητικότητα των νεφών) το κλίμα
- Καθορίζουν την ποιότητα του αέρα
- Επηρεάζουν τη δημιουργία νεφών και την ατμοσφαιρική χημεία.

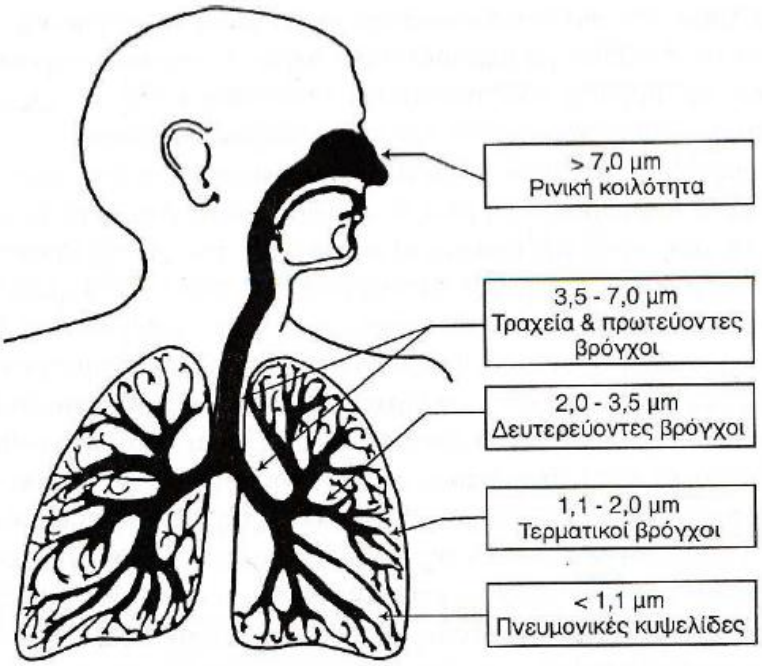
Γενικά τα αιωρούμενα σωματίδια αυξάνουν την ανακλαστικότητα της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα να φθάνει στην επιφάνεια της γης λιγότερη ακτινοβολία και συνεπώς να έχουμε μείωση της θερμοκρασίας. Συγχρόνως όμως έχουμε και επιπτώσεις των αερολυμάτων στην υγεία. Εκτιμάται ότι τα βραχυχρόνια επεισόδια ρύπανσης είναι υπεύθυνα για το 7-10% των ασθενειών του κατώτερου αναπνευστικού στα παιδιά, και το ποσοστό αυτό μπορεί να φθάσει το 20% στις ρυπασμένες αστικές περιοχές. Ακόμη, έρευνες έδειξαν ότι 4-8% των πρώιμων θανάτων οφείλεται σε έκθεση σε αιωρούμενα σωματίδια. Η διαπερατότητα των σωματιδίων στο ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα είναι συνάρτηση της αεροδυναμικής τους διαμέτρου τμήματα του αναπνευστικού που εξετάζουμε είναι ο ρινοφάρυγγας και η τραχεία, ο θώρακας και οι κυψελίδες. Τα σωματίδια που διαπερνούν την πρώτη περιοχή λέγονται αναπνεύσιμα, τη δεύτερη θωρακικά και την τρίτη εσπνεύσιμα. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να διαχωρίσουμε τα σωματίδια με την αεροδυναμική διάμετρό τους. Ο διαχωρισμός αυτός γίνεται μέσω τριών κατηγοριών ανάλογα με την διάμετρό τους.

- Αναπνεύσιμα : $10<Dp<200\mu m$

- Θωρακικά : $4<Dp<10\mu m$

- Εισπνεύσιμα : $Dp<4\mu m$

Στην εικόνα 9 που ακολουθεί παρουσιάζεται η διαπερατότητα των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό. [26]



Εικόνα 9 Διαπερατότητα των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό (Health and Environment Alliance).

3.4 ΤΡΟΠΟΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΑΣ

Τα αιωρούμενα σωματίδια ανάλογα με το πώς σχηματίστηκαν διακρίνονται σε:

Ιπτάμενη τέφρα: Τα συγκεκριμένα σωματίδια είναι μη καύσιμα ορυκτά ή μεταλλικά σωματίδια και διαχέονται από τις καπνοδόχους κατά τη καύση του κάρβουνου έχοντας μέγεθος που κυμαίνεται από 1μm έως 1000μm.

Σκόνη: Μικρά στερεά σωματίδια που προέρχονται από τη θραύση μεγαλύτερων μαζών κατά την διάρκεια διεργασιών όπως έκρηξη, σύνθλιψη, τριβή και έχουν μέγεθος από 1μm έως 10000μm.

Ομίχλη: Αποτελείται από σταγονίδια ή υγρά σωματίδια που προκύπτουν από τη συμπύκνωση ατμών. Το μέγεθός τους υπολογίζεται μεταξύ 0.1μm και 10μm.

Αιθάλη: Προέρχεται από την συμπύκνωση ατμών διαφόρων στερεών υλικών και στοιχειακού άνθρακα με αποτέλεσμα τη δημιουργία μικρών – στερεών σωματιδίων με μέγεθος από 0.03μm έως 0.3μm.

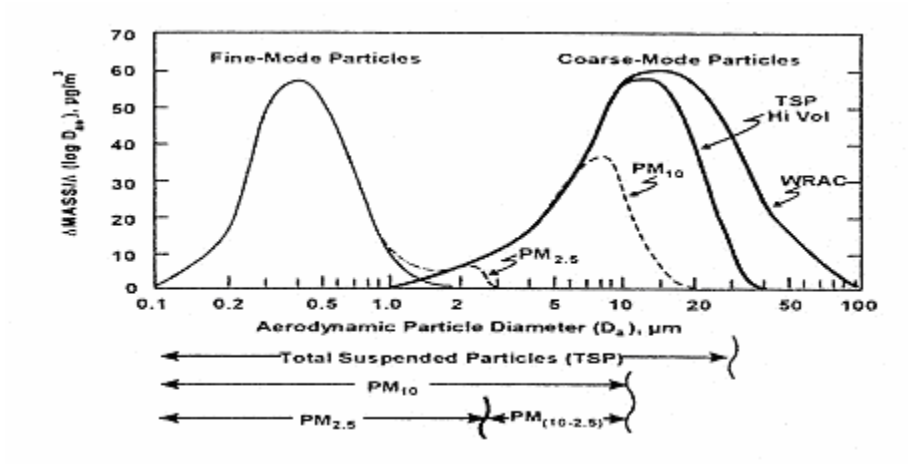
Καπνός: Δημιουργείται από την ατελή καύση οργανικών υλών όπως το κάρβουνο και το ξύλο. Τα σωματίδια που τον αποτελούν έχουν μέγεθος μεταξύ 0.5μm και 1μm.

Σπρέι: Αποτελούνται από υγρά σωματίδια. Μερικά τέτοια σπρέι είναι τα αρωματικά χώρου, τα παρασιτοκτόνα και τα φυτοφάρμακα. Έχουν μέγεθος από 10μm έως 1000μm.

Οι ορισμοί που δίνονται για τα PM10 και τα PM2,5 στις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.) είναι οι ακόλουθοι:

PM10 νοούνται τα σωματίδια που διέρχονται δια στομίου επιλεγέντος μεγέθους, το οποίο συγκρατεί το 50 % των σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου 10μm.

PM2,5 νοούνται σωματίδια που διέρχονται δια στομίου επιλεγέντος μεγέθους, το οποίο συγκρατεί το 50 % των σωματιδίων αεροδυναμικής διαμέτρου 2,5μm.



Σχήμα 1 Κυριότερα κλάσματα αιωρουμένων σωματιδίων (EPA 1996).[1]

Τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν διαφορετική κατανομή και σύσταση λόγω της διαφορετικής τους προέλευσης. Οι πηγές των αιωρουμένων σωματιδίων είναι:

Πρωτογενείς. Εκπέμπονται μέσα στην ατμόσφαιρα. Τα πρωτογενή σωματίδια προέρχονται από τα θαλάσσια αερολύματα, την επαναιώρηση σωματιδίων από τον άνεμο, τις εκπομπές ηφαιστείων, την κίνηση των οχημάτων, τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τις καύσεις, τις οικοδομές και τα ορυχεία – λατομεία.

Δευτερογενείς. Τα αιωρούμενα σωματίδια δημιουργούνται από αέριες ενώσεις μέσω ομογενών ή ετερογενών χημικών αντιδράσεων στην ατμόσφαιρα. Παράγονται κυρίως από βιομηχανικές διεργασίες, την έντονη κυκλοφοριακή κίνηση των οχημάτων και είναι δυνατόν να παραχθούν και από φυσικά αίτια.[25]

3.5 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ

Τα αιωρούμενα σωματίδια που εκπέμπονται από τις διαφορετικού τύπου βιομηχανίες έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά που εξαρτώνται από τα είδη των διεργασιών που εφαρμόζονται. Επίσης ανάλογα με την απόσταση της βιομηχανικής από την αστική περιοχή έχουμε και την αντίστοιχη ρύπανση. Το μέγεθός τους είναι μεταξύ 0,5μm έως 100μm. Οι

βιομηχανίες που εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες αιωρούμενων σωματιδίων είναι οι ακόλουθες:

- Οι μεταλλουργικές βιομηχανίες (παραγωγή αλουμινίου, επεξεργασία χαλκού, χαλυβουργεία, κτλ.).
- Τα διυλιστήρια πετρελαίου.
- Οι χημικές βιομηχανίες (παραγωγή καυστικής σόδας, χλωρίνης, ενεργού άνθρακα, απορρυπαντικών, κτλ.).
- Οι βιομηχανίες παραγωγής ανόργανων και ορυκτών προϊόντων (λατομεία, τσιμεντοβιομηχανίες, υαλουργία, κτλ.).
- Οι γεωργικές βιομηχανίες και οι βιομηχανίες τροφίμων (εκτροφεία ζώων, επεξεργασία δημητριακών, καφέ, κτλ.).
- Οι βιομηχανίες παραγωγής χημικής χαρτομάζας.
- Οι βιομηχανίες παραγωγής ενέργειας. (καύση ανθρακούχων ορυκτών, χρήση πετρελαίου, καύση βιομάζας)[25]

Υδρόλυμα Θαλάσσης: Τα αιωρούμενα σωματίδια από θαλασσινό αλάτι δημιουργούνται με δύοτρόπους:Από θραύση των κυμάτων στην θάλασσα, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί σταγονίδια από θαλασσινό νερό, τα οποία ξηραίνονται με την εξάτμιση. Από σπάσιμο αέριων φυσαλίδων στην επιφάνεια της θάλασσας .Η χημική σύσταση των αιωρούμενων σωματιδίων από θαλασσινό αλάτι αποτελείται από θειικά ανιόντα, ανιόντα χλωρίου, κατιόντα ασβεστίου, μαγνησίου και φωσφόρου. Επίσης έχουν ανιχνευτεί και μεταλλικά ιχνοστοιχεία, όπως κάδμιο, μόλυβδος, βανάδιο και ψευδάργυρος σε λιμενικές εγκαταστάσεις. Η σύσταση αυτή προέρχεται από εκείνες τις φυσαλίδες του νερού που έρχονται σε επαφή με μεταλλικά αντικείμενα προτού διαρραγούν. Το μέγεθος τους είναι μεταξύ 1μm και 20μm.[25]

3.6 ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ

Η μάζα των αιωρουμένων σωματιδίων αποτελείται από τις παρακάτω βασικές

κατηγορίες συστατικών:

- Οργανικό άνθρακα
- Στοιχειακό άνθρακα
- Μέταλλα
- Αμμωνιακά
- Θειικά
- Χλωριόντα
- Νιτρικά
- Ισχυρά οξέα
- Βιολογικά υλικά
- Γεωλογικά υλικά

3.6.1 ΟΡΓΑΝΙΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

Ο οργανικός άνθρακας είναι δυνατόν να εκπέμπεται από πρωτογενείς πηγές εκπομπής. Σημαντική όμως ποσότητα παράγεται δευτερογενώς, μέσω ατμοσφαιρικών φωτοχημικών διεργασιών μεταξύ πρωτογενών αέριων οργανικών χημικών ειδών, οι οποίες παράγουν

χαμηλής πτητικότητας οργανικές ενώσεις. Οι οργανικές ενώσεις που απαντώνται στα αιωρούμενα σωματίδια είναι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, είτε αρωματικές ενώσεις, είτε οξυγονωμένα παράγωγα των υδρογονανθράκων. Οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες που ανιχνεύονται στα αιωρούμενα σωματίδια αποτελούνται σε μεγάλο ποσοστό από κανονικά αλκάνια, 16 – 36 ατόμων άνθρακα, ενώ σημαντική είναι και η περιεκτικότητα σε διακλαδισμένες και ακόρεστες ενώσεις. Είναι αδρανείς ενώσεις, σχετικά μη τοξικές και δεν συμμετέχουν σε χημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα. Τα n-αλκάνια που αποτελούνται μέχρι και από 25 άτομα άνθρακα χαρακτηρίζονται ως πετρογενή (petrogenic) και η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα σχετίζεται με εκπομπές και καύση ορυκτών καυσίμων. Αντίθετα, τα C25 – C36 αλκάνια χαρακτηρίζονται ως βιογενή και προέρχονται από φυσικές πηγές. Εκτός από τους αλειφατικούς υδρογονάνθρακες, στις οργανικές ενώσεις των αιωρουμένων σωματιδίων περιέχονται και πολυαρωματικοί υδρογονάνθρακες (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons, PAHs), οι οποίοι συγκεντρώνουν μεγάλο ενδιαφέρον λόγω της αποδεδειγμένης καρκινογόνου και μεταλλαξιογόνου δράσης τους [29],[30]

Κύρια διαδικασία σχηματισμού των PAHs είναι η πυροσύνθεση. Κατά την πυροσύνθεση, σε θερμοκρασίες περίπου 500 ºC, διαρρηγνύονται οι δεσμοί CC και C-H των υδρογονανθράκων χαμηλού μοριακού βάρους, προς σχηματισμό ελεύθερων ριζών. Κατόπιν, οι ελεύθερες ρίζες αφυδρογονώνονται και συνδυάζονται χημικά, για να σχηματίσουν δομές αποτελούμενες από αρωματικούς δακτύλιους, ανθεκτικές στις υψηλές θερμοκρασίες. Η ευχέρεια των υδρογονανθράκων να σχηματίσουν PAHs με πυροσύνθεση δίνεται από την ακολουθία [30]

Αρωματικοί > κυκλοολεφίνες > ολεφίνες > παραφίνες

Οι PAHs εντάσσονται στην κατηγορία των τοξικών οργανικών μικρο-ρύπων (Toxic Organic Micro Pollutants, TOMPs), όπου ανήκουν και οι πολυχλωριωμένες διοξίνες και φουράνια, καθώς και τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCBs), ομάδες ενώσεων που πρόσφατα γνώρισαν μεγάλη δημοσιότητα, και επίσης σχετίζονται με τα αιωρούμενα σωματίδια. Τέλος, στο οργανικό κλάσμα των αιωρουμένων σωματιδίων εντάσσονται ουδέτερα οξυγονωμένα παράγωγα των υδρογονανθράκων (αλδεΰδες, κετόνες, εποξείδια, εστέρες, λακτόνες, κινόνες), οργανικά οξέα (μυριστικό, ελαϊκό, λινολεϊκό, στεατικό, παλμιτικό) και αλκαλικές ενώσεις όπως η ακριδίνη.[31]

3.6.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑΚΟΣ ΑΝΘΡΑΚΑΣ

Τα σωματίδια αιθάλης περιέχουν άνθρακα υπό μορφή ενός πυρήνα από στερεό μαύρο στοιχειακό άνθρακα και εκπέμπονται κυρίως κατά τις διαδικασίες καύσης και από την κυκλοφορία των οχημάτων. Στην επιφάνεια του πυρήνα συχνά υπάρχει επικάλυψη από ημι-πτητικές οργανικές ενώσεις, οι οποίες συμπυκνώνονται από τα αέρια καύσης. Περιέχονται επίσης και κάποιες χαρακτηριστικές ομάδες (καρβονυλικές, υδροξυλικές, καρβοξυλικές,φαινολικές, κτλ.).

3.6.3 ΜΕΤΑΛΛΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΑ ΙΧΝΟΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τα μέταλλα που απαντώνται σε μεγάλη αναλογία στην μάζα των αιωρουμένων σωματιδίων είναι τα: νάτριο, ασβέστιο, μαγνήσιο και κάλιο, υπό την μορφή των ιόντων τους. Με βάση την προέλευσή τους από τα θαλάσσια αερολύματα και την επιφανειακή σκόνη, τα παραπάνω μέταλλα στην πλειονότητά τους ανήκουν στο

χονδρόκοκκο κλάσμα. Σε συγκεκριμένες δόσεις, μερικά μεταλλικά ιχνοστοιχεία, όπως το κάδμιο, το βηρύλλιο, το αρσενικό, ο μόλυβδος, το νικέλιο, ο υδράργυρος και το βανάδιο, είναι αρκετά τοξικά. Η εισπνοή των αιωρούμενων σωματιδίων που προέρχονται από μεταλλικά ιχνοστοιχεία είναι ανεπαρκής σε αστικές περιοχές και δεν έχει τοξική επίδραση στον άνθρωπο. Τα μεταλλικά ιχνοστοιχεία προέρχονται κυρίως από βιομηχανικές διαδικασίες. Βέβαια υπάρχουν και μέταλλα όπως ο μόλυβδος, όπου για παράδειγμα, η κύρια πηγή του είναι η κυκλοφορία των οχημάτων.

3.6.4 ΑΜΜΩΝΙΑΚΑ

Τα θειικά και νιτρικά ιόντα βρίσκονται υπό την μορφή των αντίστοιχων οξέων αρχικά στην ατμόσφαιρα. Μετά τα οξέα αυτά εξουδετερώνονται από την ατμοσφαιρική αμμωνία, σχηματίζοντας αμμωνιακά άλατα. Στις περισσότερες αστικές περιοχές, το αμμωνιακό ιόν ($NH4^+$) υπερέχει σημαντικά του ιόντος του υδρογόνου (H+), το οποίο και αντικαθιστά στη διαδικασία εξουδετέρωσης. Στο μεγαλύτερο βαθμό τους οι αμμωνιακές ενώσεις ανήκουν στο κλάσμα των σωματιδίων που είναι λεπτόκοκκα.

3.6.5 ΘΕΙΙΚΑ

Τα θειικά προέρχονται κυρίως από την οξείδωση του διοξειδίου του θείου (SO2) στην ατμόσφαιρα και συνήθως βρίσκονται υπό την μορφή θειικού αμμωνίου. Οι ενώσεις αυτές είναι υδατοδιαλυτές και συναντώνται σχεδόν αποκλειστικά στα PM2,5.

3.6.6 ΧΛΩΡΙΟΝΤΑ

Τα ιόντα χλωρίου προέρχονται κυρίως από το υδρόλυμα θαλάσσης. Αυτό συμβαίνει και σε περιοχές που βρίσκονται εκατοντάδες χιλιόμετρα από την ακτή. Οι θαλάσσιες πηγές χλωριούχων σωματιδίων συνεισφέρουν κυρίως σε χλωριούχο νάτριο (NaCl). Τα συγκεκριμένα σωματίδια είναι χονδρόκοκκα. Άλλη μια πηγή χλωριόντων είναι το αλάτι που χρησιμοποιείται στους δρόμους για την εξάλειψη του πάγου. Υπάρχουν και δευτερογενείς διαδικασίες με τις οποίες οι χλωριούχες ενώσεις εισέρχονται στην αέρια σωματιδιακή μάζα.Τέτοια είναι η εξουδετέρωση της ατμοσφαιρικής αμμωνίας από του ατμούς υδροχλωρικού οξέος (HCl), το οποίο εκπέμπεται από πηγές όπως αποτεφρωτήρες και σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Οι δευτερογενείς χλωριούχες ενώσεις ανήκουν στο λεπτόκοκκο κλάσμα.

3.6.7 ΝΙΤΡΙΚΑ

Τα νιτρικά σχηματίζονται κυρίως από την οξείδωση του ατμοσφαιρικού διοξειδίου του αζώτου (NO2). Το νιτρικό αμμώνιο (NH4NO3) είναι το πιο συχνά απαντώμενο και βρίσκεται στην ατμόσφαιρα σε ισορροπία με τις πρόδρομες αέριες ουσίες του, την αμμωνία (NH3) και τους ατμούς νιτρικού οξέος (HNO3). Σε ορισμένες περιπτώσεις το νιτρικό νάτριο (NaNO3) κυριαρχεί. Λόγω της ταχύτερης οξείδωσης του NO2 σε σχέση με το SO2, και της ευαισθησίας του NH4NO3 στις ατμοσφαιρικές

συγκεντρώσεις της NH3 (οι οποίες επηρεάζουν την διάσπασή του), η χωρική κατανομή των νιτρικών είναι πολύ λιγότερο ομοιόμορφη από αυτή των θειικών [32][33].

3.6.8 ΙΣΧΥΡΑ ΟΞΕΑ

Ο σχηματισμός θειικών και νιτρικών στην ατμόσφαιρα, μέσω της οξείδωσης των SO2 και NO2, αρχικά γίνεται υπό την μορφή των ισχυρών τους οξέων H2SO4 και HNO3. Το νιτρικό οξύ, λόγω της μεγάλης του πτητικότητας, είναι δυνατόν να ενσωματωθεί στα αιωρούμενα σωματίδια μόνο μέσω απώλειας της οξύτητάς του (μέσω είτε αντίδρασης με υδροχλωρικό οξύ ή εξουδετέρωσης από την αμμωνία). Αντιθέτως, το θειικό οξύ είναι μη πτητικό και, μόλις σχηματιστεί, ενσωματώνεται κατευθείαν στα σωματίδια, όπου κατόπιν είναι δυνατόν να εξουδετερωθεί από την αμμωνία της ατμόσφαιρας. Συνεπώς, σε περιβάλλοντα με χαμηλές συγκεντρώσεις ατμοσφαιρικής αμμωνίας, τα αιωρούμενα σωματίδια έχουν ένα σημαντικό ποσοστό ισχυρού οξέος, το οποίο αντικατοπτρίζει το μη εξουδετερωμένο ή μερικά εξουδετερωμένο θειικό οξύ. Ορισμένες παλαιότερες μελέτες υποστηρίζουν ότι η παρουσία ισχυρού οξέος είναι υπαίτια για την τοξική δράση των σωματιδίων [33].

3.6.9 ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Η σωματιδιακή ύλη βιολογικής προέλευσης περιλαμβάνει μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια, αλλά και σπόρια, γύρη και τεμαχίδια κυτταρινούχου φυτικού υλικού. Στην πλειοψηφία τους τα σωματίδια αυτά είναι χονδρόκοκκα.

3.6.10 ΓΕΩΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Η επιφανειακή σκόνη και τα αερομεταφερόμενα αποσαθρωμένα πετρογενή ορυκτά υλικά ανήκουν στα γεωλογικά υλικά. Η σύσταση των συγκεκριμένων υλικών είναι αντίστοιχη με τα εκάστοτε τοπικά γεωλογικά χαρακτηριστικά και τις επιφανειακές συνθήκες. Η συγκέντρωσή τους εξαρτάται από τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις διαδικασίες οι οποίες οδηγούν στην επαναιώρησή τους από το έδαφος.[25]

3.7 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα PM2,5 αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με αποτέλεσμα να έχουμε ελάττωση της ηλιακής ακτινοβολίας. Τα ανωτέρω σωματίδια δημιουργούν ένα φίλτρο το οποίο αφήνει μόνο ένα μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να περάσει. Το υπόλοιπο μέρος ή ανακλάται ή το απορροφούν τα αιωρούμενα σωματίδια. Έτσι με αυτή τη διαδικασία έχουμε μειωμένη και πολλές φορές και αλλοιωμένη ηλιακή ακτινοβολία. Αυτό οδηγεί σε περιορισμένη ορατότητα αλλά και σε μείωση της γεωργικής παραγωγής στις αγροτικές περιοχές. Τα αιωρούμενα σωματίδια επιδρούν και στο κλίμα. Η επίδρασή τους εξαρτάται από τα ακόλουθα:

Από την αλληλεπίδρασή τους με την ηλιακή ακτινοβολία. Από το πόσο εκπέμπονται σωματίδια στην περιοχή που εξετάζουμε. Από τον μικρό χρόνο ζωής τους. Επιπροσθέτως, παρατηρείται ψύξη όταν τα αιωρούμενα σωματίδια μπορούν να ανακλούν την μικρού μήκους κύματος εισερχόμενη προς τη γη υπεριώδη ακτινοβολία και θέρμανση (φαινόμενο του θερμοκηπίου) όταν ανακλούν τη μεγάλου μήκους κύματος εξερχόμενη από τη γη υπέρυθρη ακτινοβολία. Τέλος, σε κάθε επιφάνεια του εσωτερικού και εξωτερικού

περιβάλλοντος προκαλούνται αλλοιώσεις από τα αιωρούμενα σωματίδια. Οι αλλοιώσεις αυτές προκαλούνται μέσω των ακόλουθων διεργασιών:

Επικάθηση. Μια από τις σημαντικότερες επιπτώσεις των αιωρούμενων σωματιδίων είναι η επικάθησή τους πάνω στις επιφάνειες. Βέβαια αυτά μπορούν να εξαλειφτούν μέσω του βαψίματος, του καθαρίσματος ή του πλυσίματος. Όμως κάνοντας όλα τα παραπάνω έχουμε μείωση του χρόνου ωφέλιμης χρήσης της επιφάνειας, αλλά και οικονομικό κόστος. Διάβρωση. Η διάβρωση επιφανειών γίνεται μέσω της έκθεσής τους σε φορτισμένα σωματίδια, σε τέτοιο βαθμό ώστε να προκαλούνται βλάβες. Τα σωματίδια αυτά είναι υγροσκοπικά και διαβρωτικά στις φυσιολογικές συνθήκες σχετικής υγρασίας και η επίδρασή τους είναι άμεση. Επίσης τα εν λόγω σωματίδια είναι και φορείς ενώσεων, οι οποίοι μέσω της διάβρωσης που προκαλούν καταφέρνουν και εισχωρούν κάτω από την επιφάνεια του εκάστοτε υλικού. Τέλος, δρουν και σαν σημεία συμπύκνωσης και άλλων ρύπων, που με τη σειρά τους διαβρώνουν την επιφάνεια.[25]

3.7.1 ΠΡΟΤΥΠΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΚΑΤΑ US-EPA

Ο Αμερικανικός Οργανισμός Προστασίας του Περιβάλλοντος (U.S Environmental Protection Agency, EPA), σύμφωνα με το εθνικό σχέδιο δράσης των ΗΠΑ (US Clean Air Act 1970,1977,1990), ορίζει και θέτει σε ισχύ τα εθνικά πρότυπα ποιότητας αέρα της χώρας (National Ambient Air Quality Standards - NAAQS).Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι για την EPA ένας από τους ρύπους - κριτήρια. Ρύποι - κριτήρια καλούνται οι ρύποι εκείνοι που η EPA έχει αποφασίσει ότι είναι απαραίτητοι για τον προσδιορισμό και την καταπολέμηση της αέριας ρύπανσης. Τα εθνικά πρότυπα ποιότητας (NAAQS) των Η.Π.Α. αναφέρονται στους αέριους ρύπους: μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του αζώτου, διοξείδιο του θείου, όζον, σωματιδιακό μόλυβδο και αιωρούμενα σωματίδια. Τα NAAQS ορίστηκε ότι είναι απαραίτητο να επανεξετάζονται κάθε πέντε χρόνια, από τον Αμερικάνικο Οργανισμό Προστασίας του Περιβάλλοντος (USEPA). Το 1987 θεσπίστηκε το πρώτο εθνικό αμερικάνικο πρότυπο ποιότητας αέρα (NAAQS) για τα PM10 όπου οι συγκεντρώσεις στο περιβάλλον απαγορευόταν να υπερβαίνουν τα 50 μg/m3 (μέση ετήσια τιμή) περισσότερο από μια φορές σε τρία συνεχόμενα έτη, και τα 150μg/m3 (μέση 24-ωρη τιμή) περισσότερο από τρεις φορές μέσα σε τρία έτη. Η EPA τον Ιούλιο1997 έκανε τις αναθεωρήσεις που έπρεπε να γίνουν στο πρότυπο ποιότητας για τα αιωρούμενα σωματίδια, ώστε να ανταποκρίνονται στην τότε τρέχουσα επιστημονική γνώση. Οι αναθεωρήσεις αυτές (40 CFR Part 50) τέθηκαν σε ισχύ στις 16 Σεπτεμβρίου 1997. Στον ακόλουθο πίνακα βλέπουμε τα πρότυπα ποιότητας για τα αιωρούμενα σωματίδια όπως ίσχυαν το 1987, καθώς και με την αναθεώρηση που πραγματοποιήθηκε το 1997 (US EPA 1997a, b, c,)[34][35][25]

3.8 ΑΙΤΙΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΥΨΗΛΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΩΝ ΑΣ

Μερικές από τις δραστηριότητες που οδηγούν σε ανεξέλεγκτη εκπομπή ρύπων είναι οι ακόλουθες:

- Η λίπανση και ο ψεκασμός των αγροτικών περιοχών.

- Οι ανεπίσημες εκτάσεις καύσεων αποβλήτων
- Οι ανεξέλεγκτες καύσεις αγροτικών αποβλήτων
- Οι καύσεις μεταχειρισμένων ελαστικών
- Οι τυχαίες πυρκαγιές

Οι εκπομπές από τέτοιες δραστηριότητες είναι δύσκολο να καταγραφούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι αυτό στην Κύπρο όπου οι καύσεις αποβλήτων εκτός των 6 επίσημων χωματερών θεωρούνται παράνομες, όμως τα περισσότερα χωριά έχουν τις δικές τους χωματερές λίγα χιλιόμετρα έξω από τα σύνορα τους. Για τις αρμόδιες τοπικές αρχές είναι πολύ δύσκολα να ελέγξουν τέτοιες δραστηριότητες. Μία από αυτές τις δραστηριότητες είναι η καύση του άχυρου μετά την περίοδο αποκομιδής των σιτηρών και η καύση των κομμένων κλαδιών μετά την περίοδο του κλαδέματος, οι οποίες συμβάλουν στην εκπομπή κυρίως του CO2, CO, άκαυστων υδρογονανθράκων και σωματιδίων. Αν και οι αρχές δεν επιτρέπουν την ανεξέλεγκτη καύση γεωργικών υλικών, δεδομένου ότι είναι μία από τις κυριότερες αιτίας πυρκαγιών, οι αγρότες συνεχίζουν τη καύση. Η βαρύτητα αυτών των πηγών στις συγκεντρώσεις σωματιδίων στην Κύπρο παρουσιάζει σημαντική χωρική και εποχική εξάρτηση. Συγκεκριμένα τέτοιες πηγές αναμένεται να έχουν κάποια σημαντική συνεισφορά στις συνολικές εκπομπές σωματιδίων στις αρχές του χειμώνα και στις αρχές του καλοκαιριού. Η καύση ελαστικών είναι ένα ιδιαίτερα έντονο φαινόμενο που παρατηρείται κυρίως στην ύπαιθρο και αποτελεί μια ανεξέλεγκτη πηγή μαύρου καπνού (σωματίδια αιθάλης και υδρογονάνθρακες). Τέλος οι τυχαίες πυρκαγιές συμβάλουν σημαντικά κατά τόπους και περιόδους στις ατμοσφαιρικές εκπομπές σωματιδίων στην Κύπρο και λαμβάνουν χώρα κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού καθώς ευνοούνται από της υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία.[26]

Στη μεταφορά σκόνης τα σωματίδια καθιζάνουν ανάλογα με το βάρος τους. Με βάση τις εξισώσεις του Stokes, παρατηρούμε ότι η ταχύτητα κατακρήμνισης των σωματιδίων είναι ανάλογη με το τετράγωνο της διαμέτρου των σωματιδίων. Συνεπώς λόγω της βαρυτικής καθίζησης τα μεγάλα σωματίδια δεν έχουν τη δυνατότητα να διανύσουν μακρινές αποστάσεις, ενώ σε αντίθεση σωματίδια μικρής διαμέτρου είναι δυνατό να παραμείνουν αιωρούμενα για αρκετά έτη.

Μελέτες έχουν δείξει ότι ο μέσος όρος αερομεταφερόμενων σωματιδίων έχουν διάμετρο έως 10 μm. Τα σωματίδια διαμέτρου κάτω του 1μm έχουν ισχυρές μοριακές δυνάμεις που εμποδίζουν τη μηχανική διασπορά μέσω του ανέμου. Επομένως το μέγεθος των σωματιδίων σκόνης, που μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις έχουν αεροδυναμική διάμετρο 1-10 μm.

Με βάση επιστημονικές μελέτες τρία είναι τα αίτια μεταφοράς της σκόνης από την Σαχάρα προς τη μεσόγειο, ανάλογα με την εποχή του έτους.

- Κατά την περίοδο της άνοιξης οι κυκλώνες sharav που κινούνται προς τα ανατολικά, κατά μήκος της Βόρειας αφρικανικής ακτογραμμής μεταφέρουν σκόνη στην ανατολική μεσόγειο.

- Τη περίοδο του καλοκαιριού οι υψηλές πιέσεις πάνω από τη Λιβύη εμποδίζουν την περαιτέρω ανατολική διάδοση των κυκλώνων αυτών και η μεταφορά πραγματοποιείται στην κεντρική Μεσόγειο

- Προς το τέλος του καλοκαιριού οι χαμηλές πιέσεις κοντά στις Βαλεαρίδες νήσους έχουν ως αποτέλεσμα η μεταφορά σκόνης να συντελείται κυρίως στη δυτική μεσόγειο.

Συγκεκριμένα στην Κρήτη, η σκόνη στην ατμόσφαιρα αποτελεί πλέον ένα συχνό φαινόμενο. Η ατμοσφαιρική σκόνη, αποτελείται από λεπτά στερεά σωματίδια μέσα στον αέρα, και επηρεάζει την ακτινοβολία της ατμόσφαιρας, προκαλώντας αλλαγές στις κλιματολογικές συνθήκες με επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και τον άνθρωπο. Συνήθως αποκαλούνται 'Καταιγίδες Σκόνης', οι οποίες αποτελούν ένα μετεωρολογικό φαινόμενο, κοινό σε άγονες και ημιάγονες περιοχές (Τα σωματίδια μετακινούνται με αναπήδηση και αιώρηση προκαλώντας διάβρωση του εδάφους σε ένα μέρος και εναπόθεση τους σε άλλη περιοχή.) κύρια πηγή της Αεροπορικής σκόνης -όπως επίσης αποκαλείται- αποτελεί η έρημος Σαχάρα της Αφρικής, και ακολουθούν οι περιοχές της Αραβικής Χερσονήσου, καθώς και το Ιράν, το Πακιστάν και η Ινδία. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία 50 χρόνια οι καταιγίδες σκόνης από την Σαχάρα έχουν αυξηθεί στο δεκαπλάσιο, διακινώντας μεγάλες σωρούς άμμου. Αναπόφευκτα η Κρήτη, λόγω της γεωγραφικής της θέσης δεν μπορεί να μείνει ανεπηρέαστη από το φαινόμενο αυτό, γεγονός που παρατηρούμε όλοι συχνά στην ατμόσφαιρα.[27]

Το Γκαουσιανό μοντέλο πολλαπλών πηγών PAL είναι κατάλληλο για τον υπολογισμό της διασποράς αδρανών αέριων ρύπων που εκπέμπονται από σημειακές, γραμμικές και επιφανειακές πηγές σε ωριαία βάση για πληθώρα σημείων, τα οποία ορίζονται από τον χρήστη. Εντάσσεται στα μοντέλα διασποράς που συνιστώνται από την Αμερικανική Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA).

Για να χρησιμοποιηθεί με αξιοπιστία το μοντέλο αυτό πρέπει η περιοχή η οποία μελετάται να είναι, τουλάχιστον κατά καλή προσέγγιση, επίπεδη καθώς κατά τους υπολογισμούς δεν λαμβάνονται υπόψη ανομοιογένειες στην τοπογραφία.[1]

Για τους υπολογισμούς απαιτούνται τα παρακάτω ως δεδομένα εισόδου για το μοντέλο Petersen, W.B. and Rumsey:

- Οι ρυθμοί εκπομπών των διαφόρων πηγών σε γραμμάρια ανά δευτερόλεπτο (g/s), γραμμάρια ανά δευτερόλεπτο και ανά μέτρο (g/s/m) και γραμμάρια ανά δευτερόλεπτο και ανά τετραγωνικό μέτρο (g/s/m2) για τις σημειακές τις γραμμικές και τις επιφανειακές πηγές αντίστοιχα.

- Οι μετεωρολογικές συνθήκες στην περιοχή της μελέτης.

Αποτελέσματα ως προς τις μέσες ωριαίες ή ημερήσιες συγκεντρώσεις (σε μg/m3) παρέχονται για τα σημεία της υπό εξέτασης περιοχής που έχει επιλέξει ο χρήστης.

Στην ατμόσφαιρα η ροή πλην ελαχίστων εξαιρέσεων είναι τυρβώδης, έχουμε λοιπόν κατά κύριο λόγο τυρβώδη διάχυση. Άρα οι εκπομπές λαμβάνουν χώρα σε τυρβώδη ροή όπου η διάχυση είναι κατά πολλές τάξεις μεγέθους εντονότερη σε σύγκριση με την μοριακή διάχυση.

Οι τυρβώδεις δίνες στην ατμόσφαιρα διαφέρουν σε μέγεθος και ένταση και όσο μεγαλύτερα είναι αυτά τα μεγέθη, τόσο μεγαλύτερη είναι η διάχυση των ρύπων. Κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, η ανάμειξη του αέρα λόγω κατακόρυφης μεταφοράς θερμότητας και της τριβής με το έδαφος είναι σημαντική. Η φύση των τριβών στο ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με το φαινόμενο της τύρβης, δηλαδή στροβιλισμούς που προκαλούνται από μηχανικά αλλά κυρίως, από θερμικά αίτια). Πιο συγκεκριμένα στις πηγές εκπομπής αναπτύσσονται μικρές δίνες, οι οποίες γίνονται μεγαλύτερες όσο αυξάνεται η απόσταση τους από την πηγή. Το ατμοσφαιρικό οριακό στρώμα δεν είναι σταθερό αλλά η κατακόρυφη δομή του παρουσιάζει χρονικές διακυμάνσεις ανάλογα με τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας επιφάνειας. Το ύψος του οριακού στρώματος, που ονομάζεται και ύψος ανάμειξης, καθορίζει τον όγκο που είναι διαθέσιμος για τη διασπορά των ρύπων. Το ύψος ανάμιξης δεν είναι σταθερό, αλλά εξαρτάται από το ανάγλυφο του εδάφους, τις κλιματολογικές συνθήκες, την εποχή και την ώρα. Για συγκεκριμένη περιοχή , το ύψος ανάμειξης είναι μεγαλύτερο κατά τους θερμούς μήνες. Η τιμή του είναι ελάχιστη στη διάρκεια της νύχτας. Με την ανατολή του ήλιου , το ύψος ανάμιξης αυξάνει βαθμιαία και παίρνει τη μεγίστη τιμή του τις πρώτες μεταμεσημβρινές ώρες. Οι παράγοντες που δημιουργούν όλες αυτές τις κινήσεις του αέρα είναι η ηλιακή ενέργεια που προσλαμβάνει η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια του εδάφους, η ανομοιογένεια του ανάγλυφου του εδάφους και η περιστροφική κίνηση της Γης γύρω από τον άξονά της. Οι παράμετροι τυρβώδους διάχυσης παίρνουν μεγαλύτερες τιμές όσο μεγαλύτερη είναι η χρονική διάρκεια για την οποία υπολογίστηκαν. Εξαρτώνται από την κατάσταση ατμοσφαιρικής ευστάθειας και από την τραχύτητα του εδάφους. Οι τυρβώδεις δίνες είναι εντονότερες στην οριζόντια κατεύθυνση παρά στην κατακόρυφη. Το PAL βελτιώθηκε με βάση νεότερα πειράματα. Τυπικά, η εξίσωση παρέμεινε η ίδια, με δύο όμως καινοτομίες και κάποια διαφοροποίηση στον ορισμό του ύψους *H* της πηγής από το έδαφος. Με βάση αυτές τις τροποποιήσεις:

1. η εξίσωση ισχύει και για άνεμο πλάγιο στη διεύθυνση διάδοσης.

2. η παράμετρος κατακόρυφης διάχυσης *σz* ορίζεται από μια μαθηματική συνάρτηση που εξαρτάται και από τη διεύθυνση του ανέμου.[28]

3.9 ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΟ ΦΟΡΤΟΣ

Η κινητικότητα των ρύπων στην ατμόσφαιρα διέπεται από μηχανισμούς που εξαρτώνται από:

1. τις πηγές εκπομπής τους
2. τα είδη των εκπομπών και
3. τον τρόπο αποχωρισμού των ρύπων από την ατμόσφαιρα.

Οι ρύποι στο διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ της εκπομπής τους στην ατμόσφαιρα και του

αποχωρισμού τους από αυτήν, μπορούν να μεταφέρονται μέσω του ρευστού τόσο οριζόντια όσο και κατακόρυφα. Η αλληλουχία των διαδοχικών σταδίων της εκπομπής-μεταφοράς και αποχωρισμού των ρύπων από την ατμόσφαιρα καθορίζει το χρόνο παραμονής τους. Επί πλέον,κατά τη διάρκεια της παραμονής τους στον ατμοσφαιρικό αέρα, οι ρύποι μπορεί να υποστούν διάφορες φυσικο-χημικές μετατροπές οι οποίες μπορούν να συμβούν σε χρονική κλίμακα συγκρίσιμη ή μικρότερη από το χρόνο παραμονής τους. Τέλος, θα πρέπει να διακρίνουμε τους ατμοσφαιρικούς ρύπους σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τους αέριους και τους σωματιδιακούς. [38]

Η πολυπλοκότητα όλων των παραπάνω, μας οδηγεί στο να θεωρήσουμε τα κυριότερα θέματα κινητικότητας των ρύπων στην ατμόσφαιρα με την παρακάτω δομή:

1. Παρουσίαση των κύριων παραμέτρων που ελέγχουν την κινητικότητα των ατμοσφαιρικών σωματιδίων στα οποία περιέχονται κύρια τα μέταλλα που μας ενδιαφέρουν. Έτσι ,παρουσιάζεται η σημασία της παρουσίας των σωματιδίων στην ατμόσφαιρα, οι μηχανισμοί γένεσής τους και πως αυτοί επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά τους και οι κυριότερες συστάσεις οργανικών και ανόργανων σωματιδίων.

2. Παρουσίαση των μηχανισμών αποχωρισμού των σωματιδίων από την ατμόσφαιρα καθώς και οι συνέπειές τους στη σύσταση των υγρών κατακρημνισμάτων.

3. Παρουσίαση των κύριων μηχανισμών που διέπουν την τελική τύχη των αέριων ρύπων. Αυτοί χαρακτηρίζονται από (α) το ισχυρά οξειδωτικό περιβάλλον που εξασφαλίζει ο ατμοσφαιρικός αέρας λόγω της μεγάλης ποσότητας του διαθέσιμου οξυγόνου και (β) την άφθονη ενέργεια από την ηλιακή ακτινοβολία και ειδικότερα στην περιοχή του υπεριώδους. Θα παρουσιαστούν δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα μηχανισμών: Η οξείδωση των οξειδίων του θείου και οι βασικές αρχές τροποσφαιρικής χημείας που αφορούν το σύστημα οξειδίων του αζώτου-υδρογονανθράκων[38]

3.10Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣ ΑΣ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

Ως σωματιδιακή ύλη στην ατμόσφαιρα ορίζεται ύλη στερεή ή υγρή που βρίσκεται σε διασπορά στον αέρα και αποτελείται από διακριτά σωματίδια με μέγεθος μεγαλύτερο από αυτό των μικρών μορίων δηλαδή διαμέτρου περίπου 0,0002 μm, και μικρότερο από 500 μm. Αερολύματα (aerosols) είναι ο όρος που συνήθως χρησιμοποιείται στις επιστήμες της ατμόσφαιρας για τα αιωρήματα των στερεών ή υγρών σωματιδίων στον ατμοσφαιρικό αέρα. Στον Πίνακα 3.5 φαίνονται οι κυριότεροι όροι που χρησιμοποιούνται στις επιστήμες της ατμόσφαιρας για την περιγραφή των ατμοσφαιρικών σωματιδίων:

Πίνακας 5 Κυριότεροι όροι που περιγράφουν ατμοσφαιρικά σωματίδια.

Όρος	Έννοια
Αερολύματα (aerosols)	Σωματίδια μικρού μεγέθους στερεά ή σταγονίδια
Αερολύματα από συμπύκνωση (Condensation aerosols)	Σωματίδια που σχηματίζονται από συμπύκνωση ατμών ή αντιδράσεις αερίων
Αερολύματα από διασπορά (Dispersion aerosols)	Σωματίδια που σχηματίζονται από άλεση στερεών ή διασπορά σκόνης
Ομίχλη (Fog)	Σταγονίδια νερού στην ατμόσφαιρα σε μεγάλη συγκέντρωση
Αραιά Ομίχλη (Haze)	Υποδηλώνει μειωμένη ορατότητα οφειλόμενη στην παρουσία σωματιδίων
Καπνός (Smoke), Αιθάλη (soot carbon)	Σωματίδια που προέρχονται από ατελή καύση καυσίμων

Ο ρόλος των σωματιδίων και η σημασία της παρουσίας τους στην ατμόσφαιρα μπορεί να παρουσιαστεί από τρείς διαφορετικές απόψεις:

1. Από την άποψη του ρόλου των σωματιδίων στους βιογεωχημικούς κύκλους των στοιχείων στη φύση.

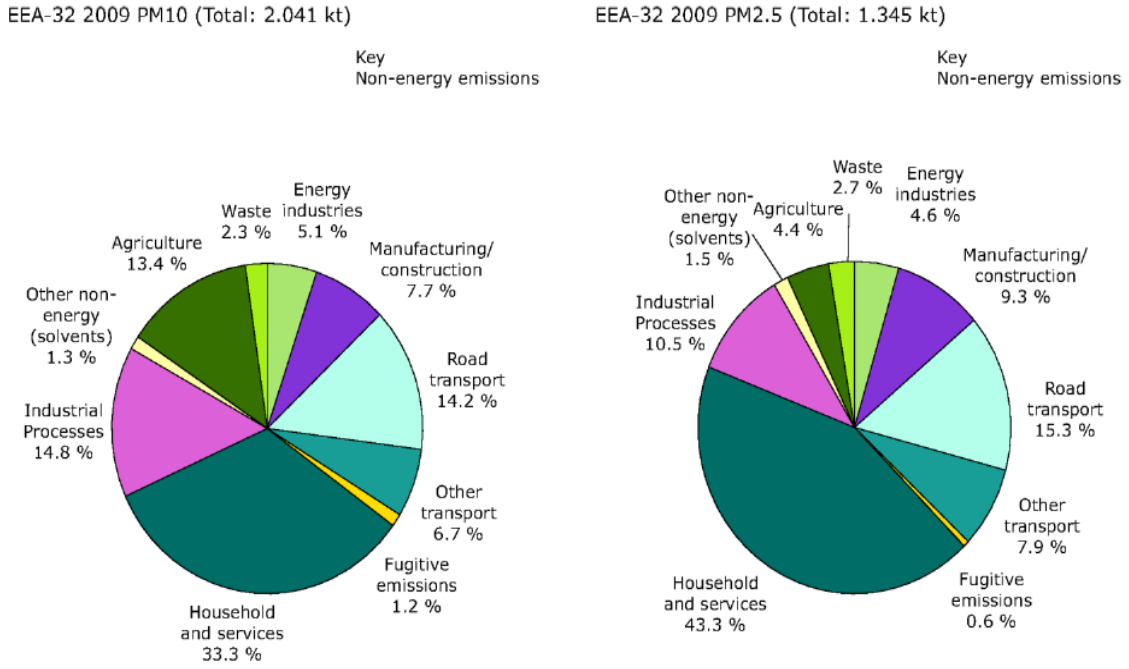
2. Από την άποψη του ρόλου των σωματιδίων στη διαμόρφωση του κλίματος.[38]

3.11 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΑΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

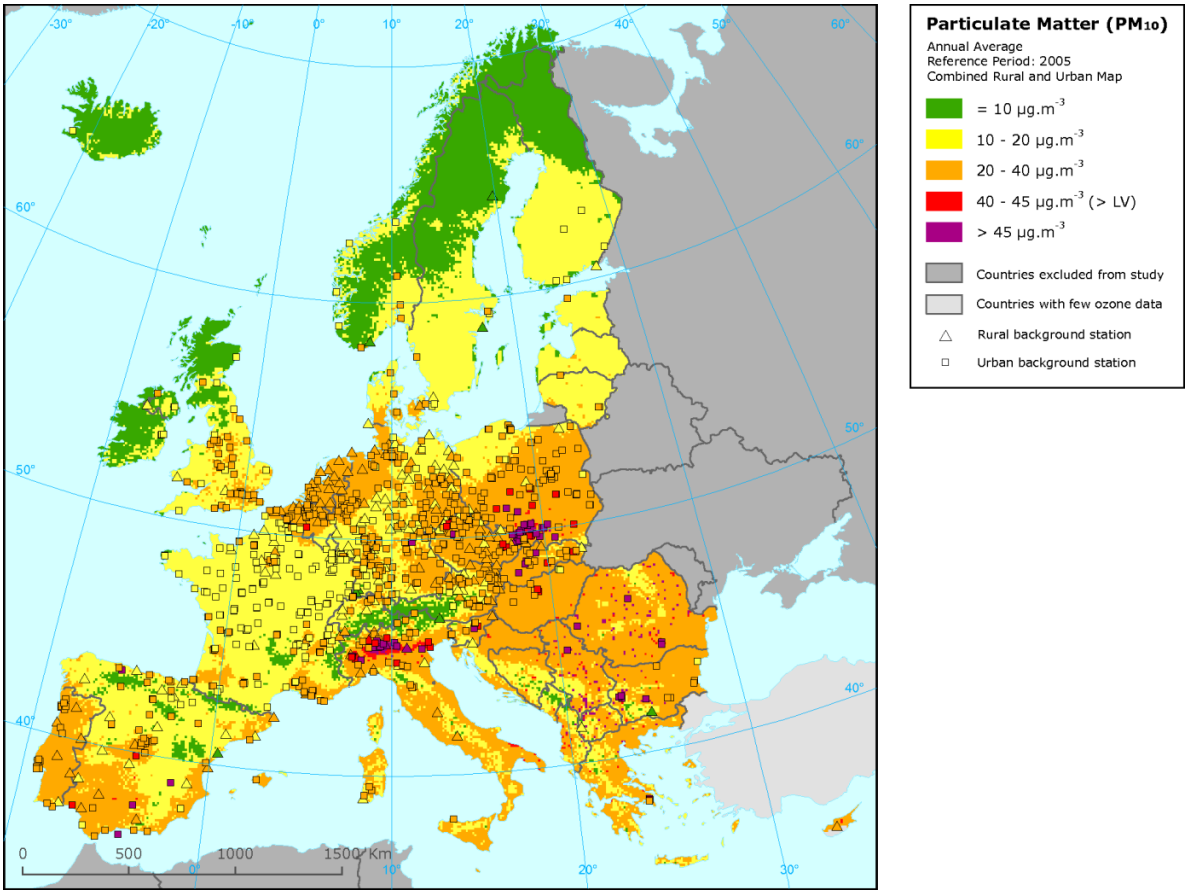
Τα ΑΣ όπως και όλοι οι ρύποι έχουν γίνει αντικείμενο μελέτης λόγω της επικινδυνότητας τους αλλά και λόγω τοων εκτεταμένων εκπομπών τους.για αυτό το λόγω έχουν εγκατασταθεί σταθμοί μέτρησης ΑΣ τόσο σε αστικά κέντρα αλλά και τριγύρω από βιομηχανικές εγκαταστάσεις.

Η εικόνα 10 παρουσιάζει την ετήσια συμβολή των διαφόρων πηγών στις συνολικές εκπομπές των σωματιδίων ΑΣ10 και ΑΣ2.5 στην Ευρώπη για το έτος 2009. Από τα διαγράμματα φαίνεται πόσο σημαντική είναι η συνεισφορά των βιομηχανικών διεργασιών στη συνολική εκπομπή αιωρούμενων σωματιδίων. Ιδιαίτερα για τα ΑΣ10 η συνεισφορά στις εκπομπές είναι η δεύτερη μεγαλύτερη μετά από τις οικιακές διεργασίες και είναι της τάξης του 14,8% των συνολικών εκπομπών. Η εξόρυκτη βιομηχανία είναι από τις κύριες πηγές εκπομπών αιωρούμενων σωματιδίων λόγω των διεργασιών που λαμβάνουν χώρα στην

εγκατάσταση. Οι βιομηχανικές διεργασίες κατέχουν ένα ποσοστό της τάξεως του 14,8% ενώ τα απόβλητα 2,3%. Στα τελευταία 2 στοιχεία εντάσσονται και οι χοιροτροφικές βιομηχανίες οι οποίες ρυπαίνουν με σωματίδια και λόγω των της διαδικασίας παραγωγής τους αλλά και λόφω της διάθσης τν λυμάτων τους στο περιβάλλον.[26]



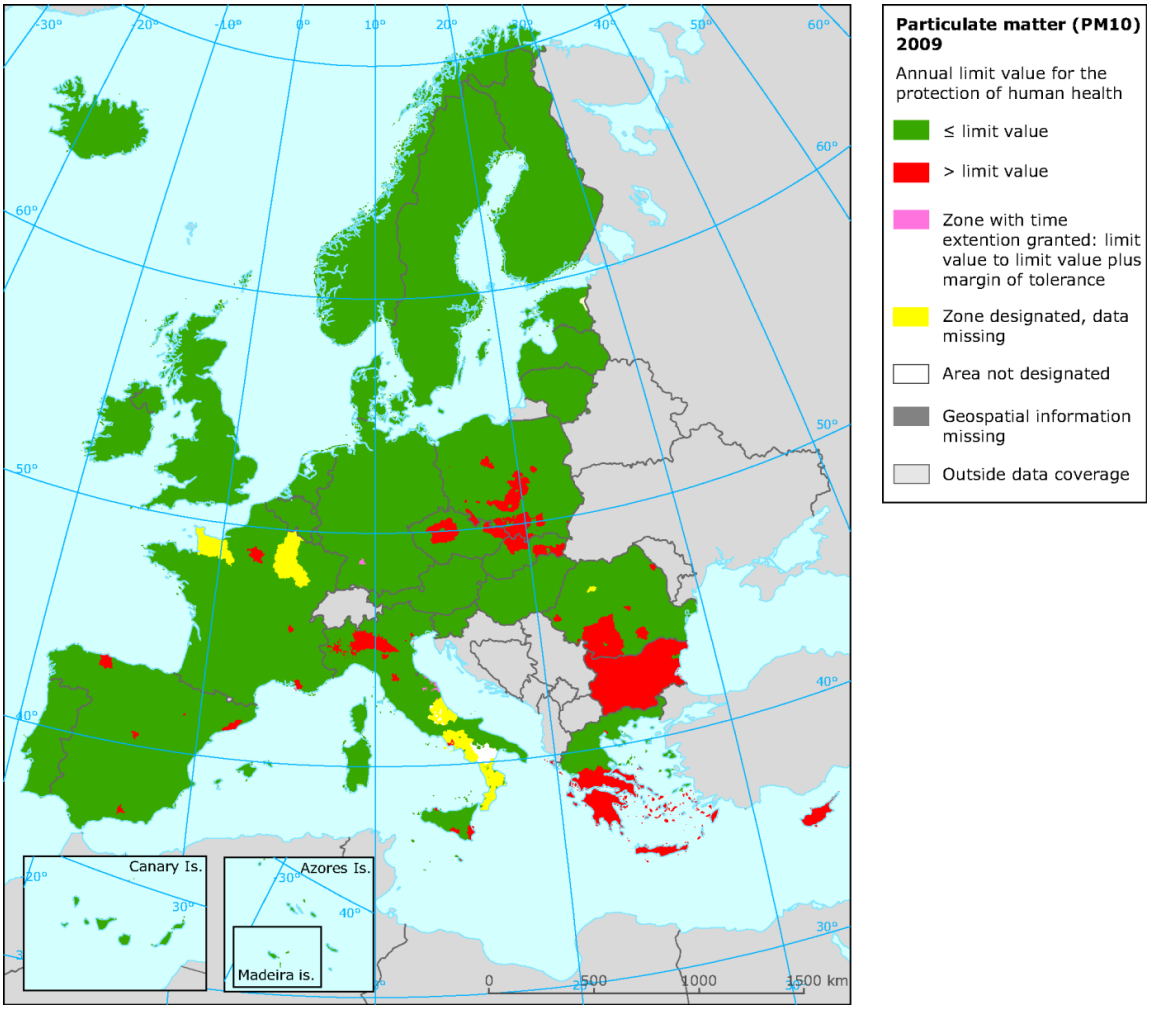
Εικόνα 10 Συμβολή των διαφόρων πηγών στις συνολικές εκπομπές των σωματιδίων ΑΣ10 και ΑΣ2.5 για το έτος 2009 European Environment Agency.



Εικόνα 11 Ετήσια συγκέντρωση ΑΣ10 στην Ευρώπη το 2005 European Environment Agency.

Στην εικόνα 11 παρουσιάζεται η ετήσια μέση συγκέντρωση ΑΣ10 στην Ευρώπη και οι σταθμοί μετρήσεων τους για το 2005. Οι μετρήσεις έδειξαν ότι στις περισσότερες χώρες οι Μέσες τιμές βρίσκονται μεταξύ 10μg/m3 και 40μg/m3.

Στην οδηγία για την ποιότητα του αέρα (2008/EC/50), η ΕΕ έθεσε δύο οριακές τιμές για τα αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ10) για την προστασία της ανθρώπινης υγείας: η ημερήσια μέση τιμή ΑΣ10 δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 50 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (μg/m3) περισσότερες από 35 φορές μέσα σε ένα χρόνο και η ετήσια ΑΣ10 μέση τιμή δεν μπορεί να υπερβαίνει το 40 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο(μg/m3). Σύμφωνα με την εικόνα 12 και με βάση τα δεδομένα για το 2009, παρατηρείται ότι η Κύπρος ξεπερνάει την ετήσια οριακή τιμή για την ασφάλεια της ανθρώπινης υγείας ως αναφορά την έκθεση σε ΑΣ10 ,όπως έχει ορισθεί από την Ευρωπαϊκή ένωση. Αυτές οι τιμές συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων οφείλονται τόσο σε ανθρωπογενείς πηγές όσο και σε φυσικές εκπομπές όπως είναι το φαινόμενο της Σαχάρας. Το φαινόμενο αυτό επηρεάζει έντονα το χώρο της μεσογείου και είναι ένας σημαντικός λόγος που παρατηρείται υπέρβαση των οριακών τιμών σε αιωρούμενα σωματίδια τόσο στην περιοχή της Κύπρου όσο και στην περιοχή της Νότιας Ελλάδας.[26]



Εικόνα 12 Σωματίδια (ΑΣ10) 2009. Ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας European Environment Agency

3.12 Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΑΣ

Στο παράρτημα ΙΙΙ της εφημερίδας της κυβερνήσεως αριθμός φύλλου 125 (5/6/02) αναφέρονται τα επιτρεπτά όρια που θεσπίζει η ελληνική νομοθεσία για τα ΑΣ και γενικότερα για αέριους ρύπους της οδηγίας 1999/30/ΕΚ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III
ΟΡΙΑΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ (ΑΣ*)

	Περίοδος αναφοράς για τον υπολογισμό του μέσου όρου	Οριακή τιμή	Περιθώριο ανοχής	Προθεσμία συμμόρφωσης προς την οριακή τιμή
ΣΤΑΔΙΟ 1				
1. 24ωρη οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	24 ώρες	50 μg/m³ $ΑΣ_{10}$ των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 35 φορές ανά ημερολογιακό έτος	50% κατά την έναρξη ισχύος της παρούσας Οδηγίας, μειούμενο από 1ης Ιανουαρίου 2001, και κατόπιν κάθε 12 μήνες κατά ίσο ετήσιο ποσοστό, ώστε να φθάσει το 0% την 1η Ιανουαρίου 2005	1η Ιανουαρίου 2005
2. Ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	Ημερολογιακό έτος	40 μg/m³ $ΑΣ_{10}$	20% κατά την έναρξη ισχύος της παρούσας Οδηγίας, μειούμενο από 1ης Ιανουαρίου 2001, και κατόπιν κάθε 12 μήνες κατά ίσο ετήσιο ποσοστό, ώστε να φθάσει το 0% την 1η Ιανουαρίου 2005	1η Ιανουαρίου 2005
ΣΤΑΔΙΟ 2 (¹)				
1. 24ωρη οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	24 ώρες	50 μg/m³ $ΑΣ_{10}$ των οποίων δεν πρέπει να σημειώνεται υπέρβαση περισσότερες από 7 φορές ανά ημερολογιακό έτος	Θα υπολογιστεί βάσει δεδομένων και θα είναι ισοδύναμο με την οριακή τιμή του σταδίου 1	1η Ιανουαρίου 2010
2. Ετήσια οριακή τιμή για την προστασία της ανθρώπινης υγείας	Ημερολογιακό έτος	20 μg/m³ $ΑΣ_{10}$	50% κατά την 1η Ιανουαρίου 2005, μειούμενο κατόπιν κάθε 12 μήνες κατά ίσο ετήσιο ποσοστό, ώστε να φθάσει το 0% την 1η Ιανουαρίου 2010	1η Ιανουαρίου 2010

(¹) Ενδεικτικές οριακές τιμές που θα αναθεωρηθούν βάσει των νέων πληροφοριών για τις επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον, την τεχνική αρτιότητα και βάσει της πείρας από την εφαρμογή των οριακών τιμών του σταδίου 1 στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Σχήμα 2 Παράρτημα της ελληνικής νομοθεσίας για τα αιωρούμενα σωματίδια.

Συγκεκριμένα το άρθρο 5 θεσπίζει τους νόμους της ελληνικής νομοθεσίας για τα $ΑΣ_{10}$ και $ΑΣ_{2,5}$ καθώς και τις κυρώσεις και τα μέτρα για την υπέρβαση των ορίων τους.[39]

Για σύγκριση αυτού με αντίστοιχο άλλης ευρωπαικής χώρας παρακάτω παρουσιάζεται ο πίνακας του πρωτόκολλου Μ8 που αφορά οδηγίες και τεχνικές παρακολούθησης ΑΣ στην Μεγάλη Βρετανία:[40]

Table 14.1: Suspended particulate matter as PM_{10} / $PM_{2.5}$

Type of monitoring	Monitoring technique	Standard method	Comments	Reported LoD and range	Reported uncertainty
Period-averaged sampling	Pumped (active) sampling of PM_{10} onto filter paper; Gravimetric analysis.	*BS EN 12341:1999 Air quality. Determination of the PM_{10} fraction of suspended particulate matter. Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods.*	This is **the European reference monitoring** method for demonstrating compliance with the EU Directive Limit Values. It is a gravimetric method, in which the mass of particles collected is determined after sampling a known volume of air. The standard refers to three sampling devices that may be used: 1. Superhigh volume sampler the Wide Range Aerosol Classifier (WRAC) 2. High-volume sampler – the HVS PM_{10} sampler (68 m^3 hr^{-1}) 3. Low volume sampler – the LVS PM_{10} sampler (2.3 m^3 hr^{-1}) A small number of AURN sites have monitored PM_{10} according to the reference method using the BS EN 12341-compliant Klein Filtergerat® (KFG) low-volume sampler with Whatman QMA quartz filters; however, the UK equivalence studies used 8-head samplers (allowing 1 week collection of daily-average samples), operating at 2.3 m^3 hr^{-1} and loaded with Enfab (Teflon coated glass fibre) filters.	Gravimetric determination on a 0.1 µg resolution balance with a sample flow of 2.3 m^3 hr^{-1} gives a theoretical LoD of 0.002 $\mu g.m^{-3}$ for a 24-hr sample.	Measurements made to the European reference method using these instruments will have an expanded uncertainty at the Limit Value that does not exceed Data Quality Objective (DQO) of 25% for PM_{10}.
Period-averaged sampling	Pumped (active) sampling of $PM_{2.5}$ onto filter paper, Gravimetric analysis	BS EN 14907:2005 *Ambient air quality. Standard gravimetric measurement method for the determination of the $PM_{2.5}$ mass fraction of suspended particulate matter.*	This is **the European reference monitoring method** for demonstrating compliance with the EU Directive concentration caps and exposure reduction targets for $PM_{2.5}$. The UK equivalence studies used the BS EN 14907-equivalent Leckel sampler (single head), operating at 2.3 m^3 hr^{-1} and loaded with Enfab filters.	Gravimetric determination on a 0.1 µg resolution balance with a sample flow of 2.3 m^3 hr^{-1} gives a theoretical LoD of 0.002 $\mu g.m^{-3}$ for a 24-hr sample.	Measurements made to the European reference method using ccompliant/ equivalent (e.g. MCERTS-certified) instruments will have an expanded uncertainty at the Limit Value that does not exceed the DQO of 25% for $PM_{2.5}$.
Period-averaged sampling	Partisol 2025 Sequential Sampler - Pumped (active) sampling of PM_{10} onto filter paper; Gravimetric analysis.	The Partisol 2025 Sequential Sampler was shown to be equivalent to EN12341 for PM_{10} without the need for correction factors; Not equivalent to EN14907 for $PM_{2.5}$.	Suitable technique for demonstrating compliance with EU Directive Limit Value for PM_{10}. Not suitable for demonstrating compliance with EU Directive Limit Value for $PM_{2.5}$, but may provide useful data for other applications. Up to 16 filters can be loaded into the sequential sampler, allowing up to 2-weekly collection of daily-average samples. Recently, problems have emerged with data from filter-based gravimetric samplers in the national network due to filters gaining moisture in the field and Defra has switched to Enfab filters to eliminate the problem. These also have advantages in robustness and	Gravimetric determination on a 0.1 µg resolution balance with a sample flow of 16.67 l min^{-1} gives a theoretical LoD of 0.004 $\mu g.m^{-3}$ for a 24-hr sample.	Measurements made to the European reference method using compliant/ equivalent (e.g. MCERTS-certified) instruments will have an expanded uncertainty at the Limit Value that does not exceed the DQO of 25% for PM_{10}.

Πίνακας 6 Πρωτόκολλο ανάλυσης ΑΣ της Μεγάλης Βρετανίας.

4.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1 ΑΡΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

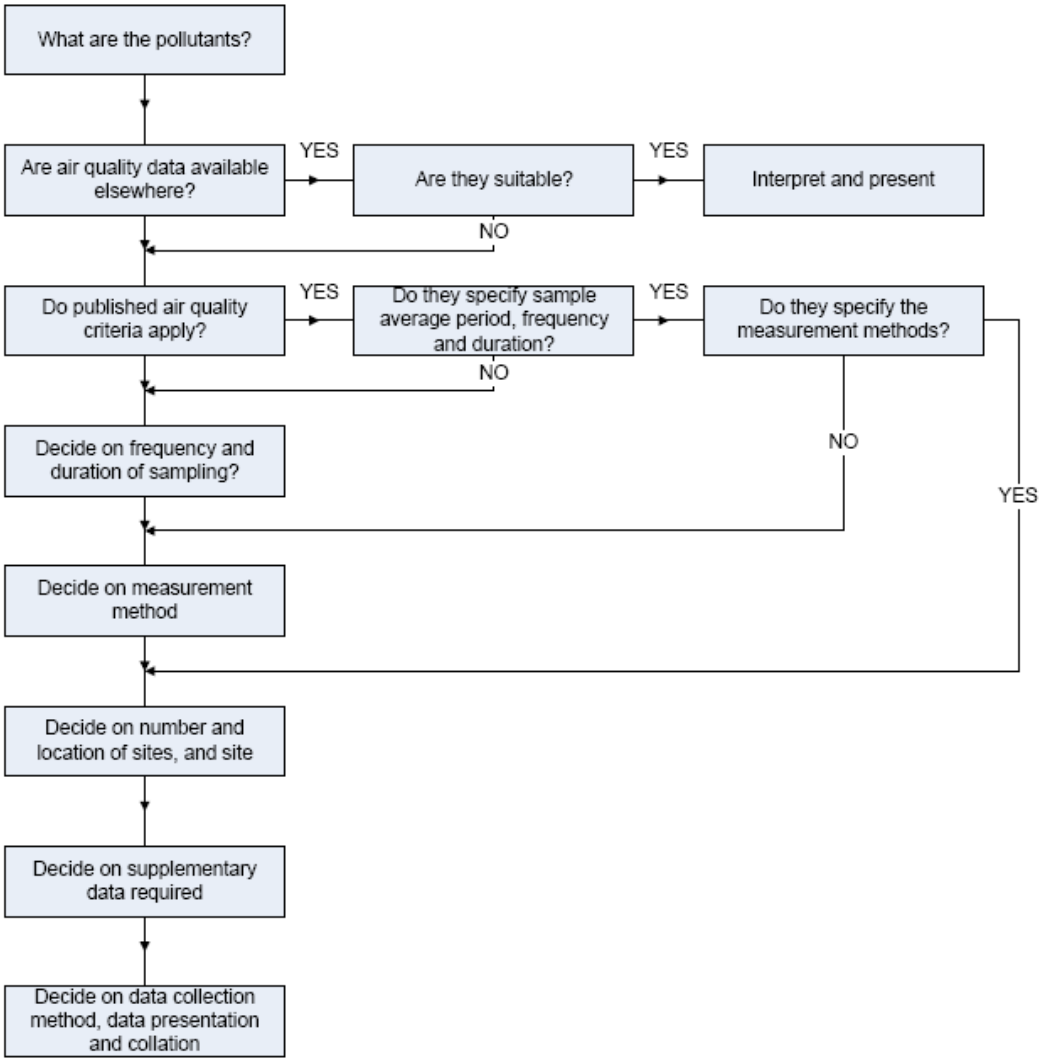
Τα σημεία δειγματοληψίας επιλέχτηκαν περιμετρικά έτσι ώστε να μπορούν να καλύψουν όλες τις κατευθύνσεις του αέρα, έχοντας όμως ως αναστολέα στην δειγματοληψία την προσβασιμότητα και την μορφολογία του εδάφους έτσι ώστε να είναι εφικτή η συστηματική παρακολούθηση καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Έχοντας υπόψη τα πρωτόκολλα δειγματοληψιών για τα ΑΣ της U.S. EPA, το πρωτόκολλο του Environmental Agency της Μ. Βρετανίας αλλά και την οδηγία 99/30/ΕΚ της εφημερίδας της κυβερνήσεως προσδιορίσαμε τις παραμέτρους που θα μας αποτρέψουν από την διεξαγωγή λανθασμένων συμπερασμάτων. Προγράμματα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα θα πρέπει να σχεδιάζονται για να παρέχουν τα πλέον κατάλληλα στοιχεία για την εκπλήρωση των σκοπών και των στόχων της συγκεκριμένης μελέτης. Ακόμα και το πιο εξελιγμένο πρόγραμμα παρακολούθησης μπορεί να προσφέρει ακατάλληλα δεδομένα, εάν δεν έχει ληφθεί επαρκής μέριμνα για τον καθορισμό της στρατηγικής

δειγματοληψίας. Σχεδιάζοντας μια στρατηγική παρακολούθησης προϋποθέτει αποφάσεις που πρέπει να γίνουν σχετικά με:

- Στόχους της απόκτησης των δεδομένων
- Τι, πού και πότε να δοκιμάσουν
- Πόσο καιρό κράτησαν οι μετρήσεις
- Πόσα δείγματα πάρθηκαν και με ποιο τρόπο
- Την πηγή της ρύπανσης
- Τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας
- Τον προσδιορισμό του είδους του εξοπλισμού και τον τρόπο λειτουργίας
- Το Δείγμα και την ταχύτητα που διασχίζει για σταθερές πηγές.
- Προσδιορισμό της ταχύτητας αερίου καπνοδόχου και το ρυθμό ροής του όγκου (Type S σωλήνα pitot).
- Την ανάλυση αερίου για τον προσδιορισμό του ξηρού μοριακού βάρους.
- Τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας σε υγρασία στοίβα τα αέρια.
- Τον Προσδιορισμό των πιθανών σφαλμάτων
- Τον Προσδιορισμό της πολυπλοκότητας του σήματος και των εμπλεκόμενων πρόσθετων εκπομπών εκτός της κύριας πηγής ρύπανσης
- Παρακολούθηση της ενόχλησης που προκαλούν, π.χ. οσμές, σκόνη

Ένα αποτελεσματικό σύστημα ελέγχου διασφάλισης της ποιότητας οδηγεί στην εξασφάλιση υψηλής ποιότητας αποτελεσμάτων και για στην εξάλειψη των μη έγκυρων δεδομένων . Οι άμεσες εκπομπές PM2.5 περιλαμβάνουν στοιχειακό άνθρακα, εκπομπές οργανικού άνθρακα, θειικών, νιτρικών, και άλλες ανόργανων σωματιδίων (που περιλαμβάνουν αλλά δεν περιορίζονται σε υλικό φλοιού, μέταλλα, και το αλάτι της θάλασσας). Δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη μέθοδο σαν πρότυπη μέθοδο για τη μέτρηση των εκπομπών, όπου είναι παρόντα σταγονίδια νερού, διότι ο διαχωρισμός μεγέθους των σταγονιδίων ύδατος με το μέγεθος σωματιδίων του ξηρού αέρα είναι αδύνατος και επομένως το δείγμα μη αντιπροσωπευτικό. Στοίβες με εισερχόμενα σταγονίδια υγρασίας μπορεί να έχουν σταγονίδια νερού μεγαλύτερα σε σχέση με τα μεγέθη των ρευμάτων αέρα των εκπομπών των πηγών της ρύπανσης . Αυτά τα σταγονίδια νερού κανονικά περιέχουν σωματίδια και διαλυμένα στερεά που γίνονται PM10 και PM2.5 μετά από την εξάτμιση του νερού. Η επιλογή των θέσεων δειγματοληψίας πρέπει να γίνουν έτσι ώστε να αποστασιοποιηθούν από ανοδικές και καθοδικές διαταραχές ροής. Στο σχήμα 3.1 παρουσιάζεται το απλοποιημένο διάγραμμα ροής απόφασης για τον καθορισμό της στρατηγικής παρακολούθησης και στην συνέχεια γίνεται ανάλυση των κρίσιμων σημείων της δειγματοληψίας και τι αποφάσεις πρέπει να παρθούν στα σημεία αυτά.[40]



Σχήμα 3: Απλοποιημένο διάγραμμα ροής απόφαση για τον καθορισμό της στρατηγικής παρακολούθησης.

Ποια είδη ενώσεων πρέπει να παρακολουθούνται: Σε πολλές περιπτώσεις, αυτό μπορεί να είναι προφανής, αλλά σε άλλες αξίζει προσεκτική εξέταση. Μόλις εντοπιστεί ο ρύπος-στόχος, σε ποια μορφή θα πρέπει να παρακολουθείται; Για παράδειγμα, το σύνολο των υδρογονανθράκων ή μεμονωμένα (speciated) υδρογονάνθρακες; Σύνολο σωματίδια ή ένα συγκεκριμένο κλάσμα μεγέθους; Απαιτείται περαιτέρω ανάλυση;

Πότε πρέπει να γίνεται δειγματοληψία και για πόσο καιρό: Σε ποια περίπτωση η δειγματοληψία να είναι συνεχής ή διακεκομμένη; Εξετάσατε την περίοδο αναφοράς του σχετικού προτύπου ποιότητας του αέρα ή στόχος με τον οποίο τα δεδομένα θα συγκριθούν; ή εάν οι επιπτώσεις είναι οξείς ή χρόνιες και εάν απαιτείται η χρονική ανάλυση, π.χ. οι αποκρίσεις του σήματος εμφανίζονται κατά μέσο όρο πάνω από τρία λεπτά, κατά μέσο όρο μία ώρα, ημερήσιους μέσους όρους, κ.λπ. Σύντομα προγράμματα δειγματοληψίας είναι απίθανο να δώσουν αντιπροσωπευτικές των συνθηκών δεδομένα, καθώς οι μετεωρολογικές συνθήκες και οι παραλλαγές προέλευσης έχουν σημαντικές επιπτώσεις στις συγκεντρώσεις των ρύπων. Επίσης, υπάρχει ενδιαφέρον, όπου εμφανίζονται

βραχυπρόθεσμες αποκρίσεις σήματος, οι οποίες μπορεί να οφείλονται σε ασυνήθιστα γεγονότα συμβαίνουν μόνο για λίγες μέρες κάθε χρόνο. Ως εκ τούτου, οι εκστρατείες παρακολούθησης αυτών των βραχυπρόθεσμων φαινομένων έχουν πολύ περιορισμένη αξία για τον χαρακτηρισμό των επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης, εκτός από την παρακολούθηση της περιμετρικής περίφραξης των ανεξέλεγκτων εκλύσεων. Σκεφτείτε τόσο για την πηγή όσο και για τον υποδοχέα κατά τον καθορισμό πότε πρέπει να γίνει η δειγματοληψία, π.χ. κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου για ρύπους που επλήγησαν καλλιέργειες; κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού για τα φωτοχημικά επεισόδια; κατά τη διάρκεια εκδηλώσεων υψηλής ταχύτητας του ανέμου για wind-raise σκόνες.[40]

Πώς θα γίνει η δειγματοληψία: Τόσο το είδος της δειγματοληψίας όσο και η αναλυτική μέθοδος πρέπει να εξεταστούν. Η δειγματοληψία μπορεί να είναι μονής κατεύθυνσης ή «πολυκατευθυντική»; καθορισμένη, κινητή ή ανοιχτή διαδρομή. Η επιλογή της μεθόδου περιλαμβάνει μια εκτίμηση των δαπανών σε σχέση με τις επιδόσεις; Πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη το ελάχιστο όριο ανίχνευσης, την ευαισθησία, την ταχύτητα ανταπόκρισης οργάνου, ευαισθησία σε παρεμβολές ειδών και η συνολική αβεβαιότητα της μέτρησης.

Συλλογή συμπληρωματικών δεδομένων: Άλλες πληροφορίες που μπορεί να είναι χρήσιμες για τη μελέτη, όπως για παράδειγμα, οι μετεωρολογικές συνθήκες, τα δεδομένα της διαδικασίας και οι ροές κυκλοφορίας του αέρα. Οι μετεωρολογικές συνθήκες είναι σημαντικές για την εκτίμηση των επιπτώσεων από μια πηγή στο περιβάλλον του αφού υπαγορεύουν τη μεταφορά και τη διασπορά των ρύπων στον ατμοσφαιρικό αέρα. Πολλές χημικές μετατροπές μεταξύ των αντιδραστικών ειδών στην ατμόσφαιρα επηρεάζονται επίσης από διαφορετικές συνθήκες.

Πού μπορείτε να κάνετε την δειγματοληψία: Οι χωρικές εκτιμήσεις καλύπτουν τόσο τη θέση των θέσεων παρακολούθησης σε σχέση με το πεδίο της μελέτης ή την πηγή εκπομπών όσο και τα επιμέρους κριτήρια των σημείων δειγματοληψίας, π.χ. θέση σε σχέση με τις τοπικές πηγές εκπομπών και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις από τις παρεμβολές. Η δειγματοληψία μπορεί να είναι κοντά στην πηγή (π.χ. γραμμή φράχτη) ή μακρινή (π.χ. για την εκτίμηση του περιβαλλοντικού υπόβαθρου).

Χειρισμού δεδομένων και ανάλυσης δεδομένων: Είναι σημαντική η ταχύτητα διεξαγωγής των αποτελεσμάτων; Για παράδειγμα, τα αποτελέσματα μπορεί να απαιτούνται να γίνονται σε πραγματικό χρόνο για τις προειδοποιήσεις για τη δημόσια υγεία ενώ σε άλλες περιπτώσεις αρκετές εβδομάδες ανάκαμψης μπορεί να είναι επαρκείς για την παροχή αποτελεσμάτων ρουτίνας στους αρμόδιους φορείς σχετικά με την παρακολούθηση της συμμόρφωσης της άδειας.

Στην Αγγλία το Department for Food, Environment and Rural Affairs (Defra) and the Devolved Administrations έχει εγκαταστήσει δίκτυο δειγματοληψιών, το Automatic Urban & Rural Network (AURN) το οποίο βρίσκεται σε όλη τη Βρετανία και κυμαίνεται από τα μεγάλα αστικά κέντρα, βιομηχανικές και καθ' οδό θέσεις σε προάστια, αγροτικές και απομακρυσμένες περιοχές. Το δίκτυο αυτό ενημερώνει συνεχώς τους πολίτες για τις εκπομπές ποικίλων ρυπαντών αναρτώντας τα αποτελέσματα των σταθμών στο ιντερνέτ. [40]

4.2 ΣΥΣΚΕΥΕΣ-ΟΡΓΑΝΑ

Για την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας δανειστήκαμε τον εξοπλισμό του ιδρύματος. Καθώς έχουμε δύο διαφορετικά είδη ρυπαντών χρειαστήκαμε έναν ανιχνευτή σωματιδίων για την μέτρηση των ΑΣ10 και ΑΣ2,5, καθώς και οσμόμετρο για την μέτρηση της έκκλησης των οσμών. Τα όργανα αυτά πρέπει να πληρούν κάποια κριτήρια τα οποία πηγάζουν από τις συνθήκες δειγματοληψίας, το ρυπαντή και τα σημεία δειγματοληψίας . Πιο αναλυτικά, για την εύρεση της κατάλληλης οργανολογίας λήφθηκαν υπόψη τα κριτήρια οργανολογία του πρωτοκόλλου Μ8 του Περιβαλλοντικού Οργανισμού της Μ. Βρετανίας Τα πρωτόκολλο ανάλυσης αυτό μας προτρέπουν να προσέξουμε τα παρακάτω:

Κόστος μεθόδου: Ένας παράγοντας για την επιλογή της μεθόδου μέτρησης που πρέπει να χρησιμοποιείται είναι οι διαθέσιμοι πόροι, τόσο οικονομικών όσο και ανθρώπινων. Υπάρχουν μεγάλες διαφορές στο κόστος κεφαλαίου και στο κόστος λειτουργίας των διαφόρων μεθόδων μέτρησης. Μερικές απλές, φθηνές συσκευές μπορεί να είναι για εντατική εργασία, όταν όμως χρησιμοποιούνται για μεγάλα χρονικά διαστήματα μπορούν να επιβαρύνονται με επιπλέον κόστος ανάλυσης. Ο Αυτόματος εξοπλισμός παρακολούθησης είναι διαθέσιμος για λειτουργία χωρίς φύλαξη αλλά το κόστος του κεφαλαίου είναι συνήθως υψηλότερο και πρέπει να πληρούνται τα τρέχοντα έξοδα λειτουργίας και συντήρησης.

Η πολυπλοκότητα της μεθόδου: Η διαθεσιμότητα του τεχνικού προσωπικού που διαθέτουν την απαραίτητη εμπειρία ή που θα μπορούσε να εκπαιδευτεί, είναι ένας παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου. Εγχειρίδιο μεθόδου για παράδειγμα η δειγματοληψία σωλήνα διάχυσης είναι λιγότερο πολύπλοκη από ότι οι άμεσης ανάγνωσης συνεχείς αναλυτές που μπορεί να απαιτήσει ένα μεγαλύτερο βαθμό ικανότητας σε περίπτωση λειτουργικής ανεπάρκειας. Ωστόσο, ακόμη και με απλούστερες μεθόδους, είναι σημαντικό ότι η κατάλληλη κατάρτιση και η εκπαίδευση είναι δεδομένη.

Η τεχνική υποστήριξη του κατασκευαστή: Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τις ενόργανες τεχνικές. Σημαντικά ζητήματα εδώ είναι: η δυνατότητα φύλαξης αρχείων back up που διατίθενται από τους κατασκευαστές σε περίπτωση δυσλειτουργίας του εξοπλισμού, η διαθεσιμότητα και η παράδοση αναλώσιμων ειδών και ανταλλακτικών, η σειρά-γύρω από το χρόνο για τη συντήρηση και τις επισκευές, και η παροχή των μέσων αντικατάστασης αν κάποια πρέπει να τεθούν εκτός υπηρεσίας.

Η φορητότητα και το μέγεθος: Γενικά, οι απλούστερες, φθηνότερες μέθοδοι τείνουν να είναι οι φορητές παρά πιο ακριβές, οι πολύπλοκες μέθοδοι μπορεί να είναι πολύ χρήσιμες για την απόκτηση ενός μεγάλου αριθμού δειγμάτων σε ένα σύντομο χρονικό διάστημα. Συνεχείς αναλυτές μπορεί να είναι αρκετά βαριά και ογκώδη μηχανήματα και μπορεί επίσης να απαιτούν χρόνο προθέρμανσης αρκετές ώρες πριν από την παρακολούθηση. Οι εξαιρέσεις είναι μερικές μέθοδοι εξ αποστάσεως, οι οποίες τείνουν να είναι πολύ ακριβές, αλλά έχουν σχεδιαστεί για να είναι κινητικοί.

Πρακτικές απαιτήσεις : Κάποιες συσκευές παρακολούθησης έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν σε ανοικτό αέρα. Ωστόσο, πολλά όργανα απαιτούν κάποιο είδος της

προστασίας από τις καιρικές συνθήκες για την ασφάλειά τους. Μερικές συσκευές χρειάζονται πολύ λίγες εγκαταστάσεις, αν υπάρχουν καθόλου, π.χ. μετρητών αποθέσεων, διαφάνειες σκόνης, σωλήνες διάχυσης. Άλλες συσκευές χρειάζονται πολύ περισσότερα, όπως ασφαλή στέγαση, κλιματισμό και προμήθεια ηλεκτρικής ενέργειας.[40]

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω κριτήρια καταλήξαμε για την μέτρηση των ΑΣ στην συσκευή **Model 8520** DUSTTRAK™ Aerosol Monitor *TRAKPRO™ Data Analysis Software enclosed* ενώ για την οσμή στην συσκευή THE NASAL RANGER® FIELD OLFACTOMETER.

Στην συνέχεια θα αναλύσουμε **αναλυθεί και θα παρουσιαστεί** και θα παρουσιάσουμε το κάθε όργανο ξεχωριστά.

4.2.1 ΟΣΜΟΜΕΤΡΟ NASAL RANGER

Το Nasal Ranger® Field Olfactometer αποτελεί μία καινοτόμος ιδέα στον τομέα της ολφακτομετρίας για τη μέτρηση και την ποσοτικοποίηση της αντοχής στην οσμή στον αέρα του περιβάλλοντος. Το Nasal Ranger® Field Olfactometer, μια φορητή συσκευή ανίχνευσης και μέτρησης της οσμής προσδιορίζει τα επίπεδα της οσμής σε “Dilution-to-Threshold” (D/T) αντικειμενικές μονάδες.[41]

Η ολφακτομετρία πεδίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο ενεργής παρακολούθησης και εφαρμογής για την αναλυτική μέτρηση οσμής σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Η ποσοτικοποίηση της οσμής του περιβάλλοντος είναι συχνά απαραίτητη για τους ακόλουθους σκοπούς:

1. Παρακολούθηση καθημερινών λειτουργιών (π.χ. αξιολογήσεις απόδοσης της διαχείρισης),

2. Σύγκριση των πρακτικών λειτουργίας (δηλαδή την αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων),

3. Τεκμηρίωση συγκεκριμένων γεγονότων ή επεισοδίων (δηλαδή ευσταθεί, αξιόπιστα αποδεικτικά στοιχεία),

4. Παρακολούθηση της συμμόρφωσης (δηλαδή τη διασφάλιση της συμμόρφωσης για τις άδειες),

5. Προσδιορισμός της συμμόρφωσης (δηλαδή ανανέωση της άδειας),

6. Προσδιορισμός της κατάστασης (δηλαδή βασικά δεδομένα για το σχεδιασμό επέκτασης),

7. Διερεύνηση της αποτελεσματικότητας ελέγχου οσμών (δηλαδή επιστημονικές δοκιμές),

8. Επαλήθευση των μοντέλων διασποράς οσμών (δηλαδή βαθμονόμηση του μοντέλου),

9. Προσδιορισμός των συγκεκριμένων πηγών οσμή (π.χ. διερεύνηση των καταγγελιών),

10. Επαλήθευση των καταγγελιών (π.χ. ειδοποίηση παραβίασης).

Το Nasal Ranger® Field Olfactometer ως ρινικό οργανοληπτικό μέσο, παρέχει πεδίο ολφακτομετρίας με επιστημονική μεθόδου για την αξιόπιστη ποσοτικοποίηση των επιπέδων οσμής του περιβάλλοντος.

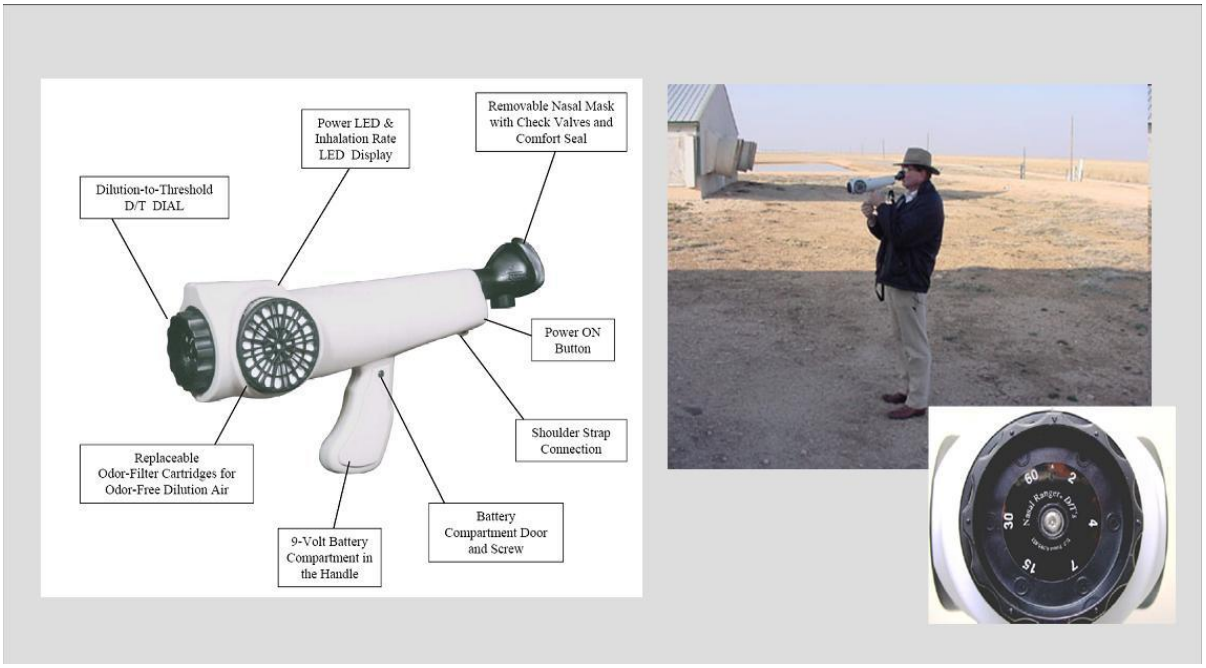
Το 1958 η Δημόσια Υπηρεσία Υγείας των ΗΠΑ υποστήριξε την ανάπτυξη ενός μέσου για τη διαδικασία της ολφακτομετρίας πεδιου (μέτρηση της αντοχής της περιβάλλοντος οσμής) μέσω του Project Grants-58-541, A-59-541, και A-60-541. Η Εταιρεία Barnebey-Cheney που κατασκευάζονταν αρχικά όργανα ολφακτομετρίας πεδίου βάση αυτών των projects, και έγιναν γνωστά ως «scentometer". [41]

Το Nasal Ranger® Field Olfactometer δημιουργεί μια βαθμονομημένη σειρά διακριτών αραιώσεων με ανάμιξη του εύοσμου αέρα περιβάλλοντος με άοσμα (από φίλτρο άνθρακα) φιλτραρισμένο αέρα. Η ολφακτομετρία πεδίου καθορίζει κάθε επίπεδο διακριτών αραιώσεων ως αναλογία «Dilution-to-Threshold," D / T. Ο λόγος αυτός είναι ένα μέτρο του αριθμού των αραιώσεων που απαιτούνται για να κάνουν το εύοσμο αέρα του περιβάλλοντος «Μη ανιχνεύσιμο».

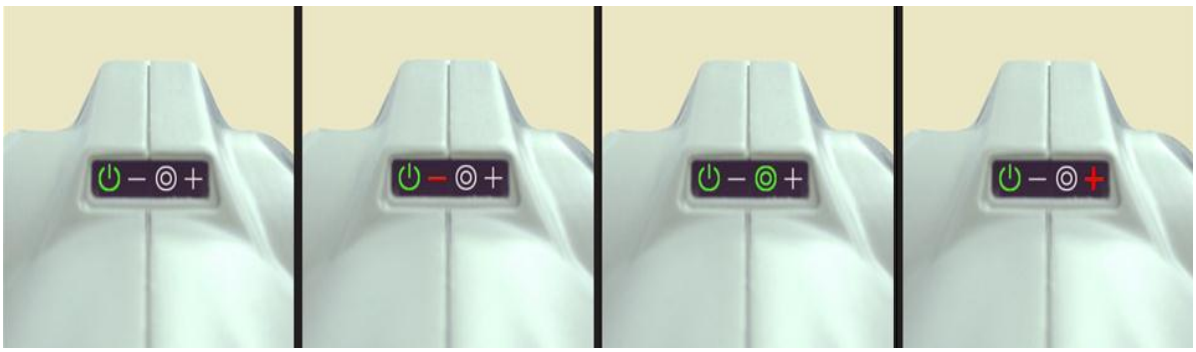
Ο αναλογία αραίωσης δίνεται από τον τύπο:

$$D/T = \frac{Volume\ of\ Carbon-Filtered\ Air}{Volume\ of\ Odorous\ Air}$$

Στο όργανο πάνω η κλίμακα αυτή ρυθμίζεται από ένα κυκλικό κουμπί το οποίο διαθέτει 6 θέσεις συγκεκριμένης αραίωσης κλίμακας 2,4,7,15,30,60 και ενδιάμεσα υπάρχουν θέσεις για εισέρχεται φιλτραρισμένος αέρας απαλλαγμένος οσμές. Ο λόγος των ενδιάμεσων φιλτραρισμένων θέσεων είναι για να μπορεί ο δειγματολήπτης να μυρίσει άοσμο αέρα χωρίς να βγάλει από την μύτη το όργανο, έτσι ώστε να ανιχνεύσει το κατώφλι της οσμής εισπνέοντας συνεχώς αέρα από την συσκευή πετυχαίνοντας έτσι τον ανεπηρέαστο εντοπισμό των αραιώσεων της οσμής. Στην εικόνα 1 που ακολουθεί παρουσιάζεται το οσμόμετρο με τα μέρη που το απαρτίζουν τα οποία είναι η αποσπώμενη ρινική μάσκα, η λαβή για σταθερή δειγματοληψία, τα φίλτρα ενεργού άνθρακα από όπου απαλλάσσεται ο αέρας από τις οσμές και το περιστρεφόμενο κουμπί αλλαγής κλίμακας αραίωσης D/T. Στην εικόνα 2 εμφανίζεται η ένδειξη της ροής μέτρησης η οποία ρυθμίζεται από την ένταση εισπνοής του δειγματολήπτη. Η σωστή εισπνοή πρέπει να έχει ρυθμό 16-20 LPM, όταν η ροή είναι ανεπαρκείς τότε γίνεται κόκκινη η ένδειξη «-»,ενώ όταν η ροή είναι υπερβολική τότε κοκκινίζει η ένδειξη «+».Η σωστή ροή πετυχαίνεται όταν γίνεται πράσινος ο μεσαίος κύκλος και πρέπει να κρατηθεί εκεί. Η μη σωστή ροή εισπνοής μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένα αποτελέσματα. Η συσκευή αυτή δουλεύει με μπαταρίες και όταν αποφορτιστούν οι ένδειξη «power on» δεν ανάβει κόκκινη (εικόνα 2).[41]

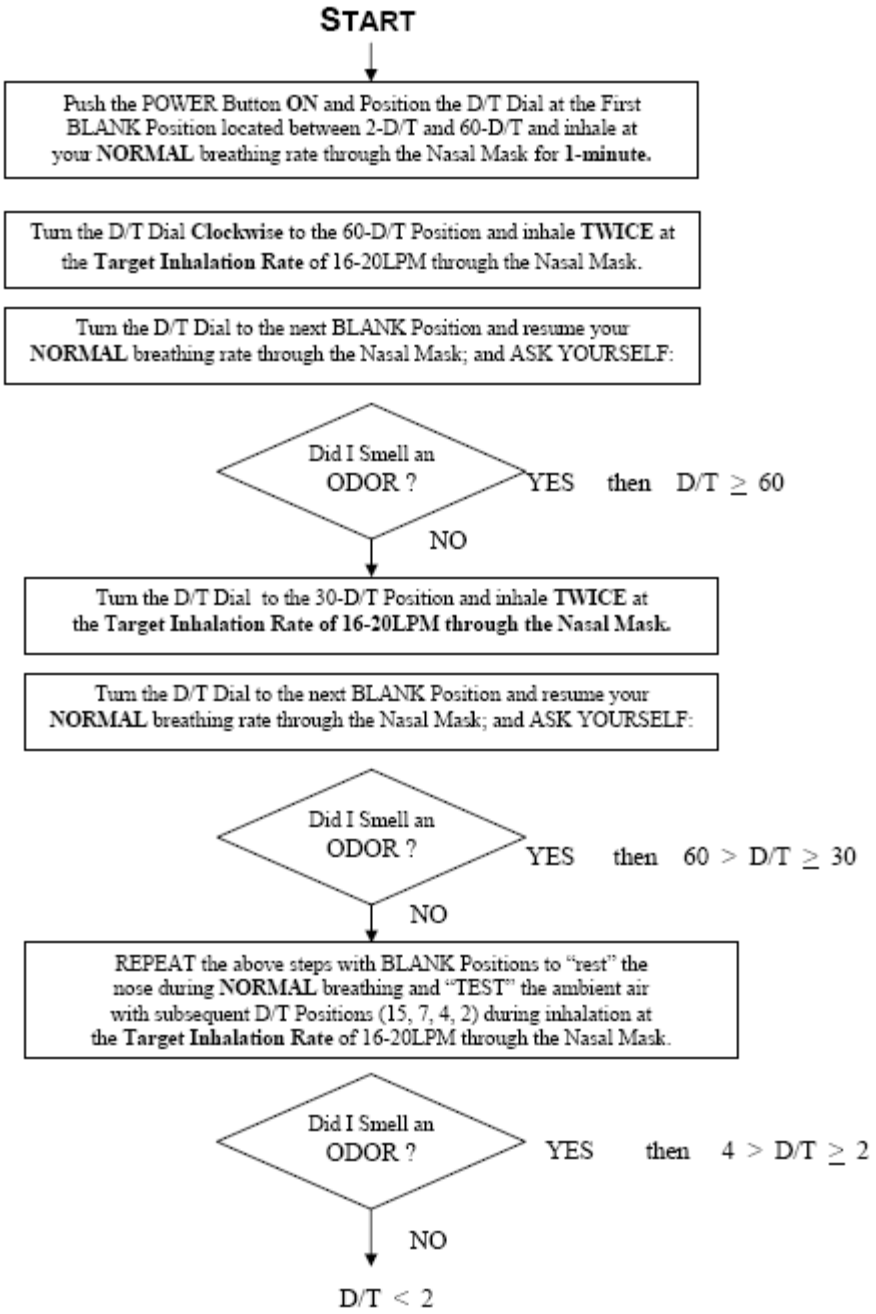


Εικόνα 13. Οργανολογικά χαρακτηριστικά και τρόπος μέτρησης του Nasal Ranger



Εικόνα 14. Ένδειξη λειτουργίας και ποσότητας ροής

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται το διάγραμμα ροής μιας δειγματοληψίας η οποία πραγματοποιείται με το οσμόμετρο. Σε αυτό το σημείο θα **πρέπει να σχολιαστεί η** ήθελα να σχολιάσουμε την υποκειμενικότητα ανίχνευσης της οσμής, καθώς η ανίχνευση της οσμής στην συγκεκριμένη κλίμακα του οσμόμετρου δεν εξαρτάται από το όργανο αλλά από τον δειγματολήπτη. Για αυτόν το λόγο θα πρέπει στο σημείο δειγματοληψίας να λαμβάνονται περισσότερες από μια μετρήσεις από πολλούς δειγματολήπτες οι οποίοι δεν θα γνωρίζουν ο ένας την κλίμακα ανίχνευσης του οσμόμετρου του άλλου. Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οσμόμετρου από τα οποία μπορούμε ν αντλήσουμε χρήσιμες πληροφορίες όπως είναι το σφάλμα της επαναληψιμότητας το τυπικό σφάλμα της κλίμακας κ.α. [41]



Σχήμα 4. Διάγραμμα ροής δειγματοληψίας του οσμόμετρου NASAL RANGER

Για την πραγματοποίηση της δειγματοληψίας όμως εκτός από την διαδικασία χρειαζόμαστε και τα τεχνικά χαρακτηριστικά έτσι ώστε ν μπορεί να γίνει επεξεργασία των αποτελεσμάτων και ο σχολιασμός του τυπικού σφάλματος. Ακόμη, πρέπει να ξέρουμε και τα λειτουργικά χαρακτηριστικά για να μπορούμε διορθώσουμε τεχνικά μικροπροβλήματα όπως π.χ. το άδειασμα της μπαταρίας.

Τεχνικά

- Τεχνική ανίχνευσης: μύτη του ανθρώπου
- Διακριτές αναλογίες αραίωσης: 2, 4, 7, 15, 30, 60 D/T's

(Standard Dilution-to-Threshold Ratios)

- Χρόνος απόκρισης: Σε 3 δευτερόλεπτα (2 εισπνοές)
- Ακρίβεια: + / - 10% του D / T
- Επαναληψιμότητα: + / - 2%
- Εισπνοή Τιμή: 16-20 λίτρα ανά λεπτό

Λειτουργικά

- Εύρος θερμοκρασίας: 32 ° έως 104 ° F, 0 ° έως 40 ° C
- Απαιτήσεις ισχύος: Πρότυπο 9-Volt αλκαλική μπαταρία
- Διαστάσεις: 14 "(L) x 7.5" (H) x 4 "(W) (35,5 χ 19 χ 10 cm)
- Βάρος: £ 2,0 (0,91 kg)
- Υλικά κατασκευής: PTFE και Πολυμερών κράματα
- Οσμή Φυσίγγιο φίλτρου: 3.5 "διάμετρος x 1.5" (H)

(Διαμέτρου 8,9 CM X 7 cm) και

- Ρινική Μάσκα: 2.75 "(H) x 2.25" (W)

(7 εκατ. x 5.7 cm)

- Βαθμονόμηση Επαλήθευση: Συνιστάται Ετησίως

Το NASAL RANGER χρησιμοποιείται ευρέως στην Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής σε περιπτώσεις όπου υπάρχουν καταγγελίες και είναι ένας γρήγορος και εύκολος τρόπος για την μέτρηση της όχλησης. Το μειονέκτημά του, όμως, είναι ότι η κλίμακά του δεν αποτελεί κριτήριο, τουλάχιστον στην Ελλάδα, με το οποίο θα φτάσουμε στην καταγγελία. Επομένως, θα πρέπει να θεσπιστεί κάποιο όριο όχλησης στην κλίμακα του οσμόμετρου αυτού.[41]

4.2.2 ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ ΑΙΩΡΟΥΜΕΝΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΩΝ DUST TRAK 8520

Η συσκευή Dust trak 8520 είναι μία φορητή συσκευή μέτρησης των αιωρούμενων σωματιδίων με δυνατότητα σύνδεσης σε Η/Υ για επεξεργασία των αποτελεσμάτων. Η συσκευή DUSTTRAK έρχεται με ειδικό λογισμικό που ονομάζεται TrakPro, το οποίο έχει σχεδιαστεί για να έχει τη μέγιστη ευελιξία και τη δύναμη για Ανάλυση δεδομένων σε λογισμικό.

Το Μοντέλο 8520 DUSTTRAK αερολυμάτων Monitor έχει τέσσερις τρόπους λειτουργίας, τις Survey, LOG 1, 2 LOG και LOG 3. Όταν ο ανιχνευτής DUSTTRAK ενεργοποιηθεί για πρώτη φορά θα είναι σε κατάσταση Survey, η οποία χρησιμοποιείται για την εμφάνιση αποτελεσμάτων σε πραγματικό χρόνο και να καθορίζει στατιστικά στοιχεία, όπως μέση, ελάχιστη και μέγιστη τιμή συγκέντρωσης ΑΣ σε mg/m^3. Η LOG 1 λειτουργία χρησιμοποιείται για την καταγραφή επιμέρους σημείων δεδομένων για μεταγενέστερη ανάλυση

χρησιμοποιώντας ένα σταθερό πρωτόκολλο. Οι λειτουργίες LOG 2 και 3 LOG έχουν οριστεί από το πρωτόκολλο του χρήστη, ρύθμιση η οποία μπορεί να τροποποιηθεί χρησιμοποιώντας TrakPro Λογισμικό Ανάλυσης Δεδομένων. Το λογισμικό TrakPro χρησιμοποιείται για την ανάλυση των δεδομένων που λαμβάνονται σε οποιαδήποτε από τις τρεις LOG τρόπους, αλλά δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε δείγματα που λαμβάνονται σε λειτουργία Survey. Όταν πατιούνται τα πλήκτρα στον μπροστινό πίνακα, η οθόνη DUSTTRAK ηχεί για να επιβεβαιώνεται τη λειτουργία. Αν πατήσετε ένα πλήκτρο και η οθόνη DUSTTRAK δεν ακουστεί μπιπ, η οθόνη DUSTTRAK δεν επιτρέπει τη λειτουργία αυτή κατά τη διάρκεια της επιλεγμένη λειτουργίας δειγματοληψίας.[42]

Βαθμονόμηση

Ο DUSTTRAK μπορεί να συντηρείται και να βαθμονομείται χρησιμοποιώντας τις παρακάτω οδηγίες. Ακόμα κι έτσι, ο κατασκευαστής επιτρέπει την παρακολούθηση του ανιχνευτή για ετήσια βαθμονόμηση παρέχοντας μαζί ένα Πιστοποιητικό βαθμονόμησης. Αυτό το "Ετήσιο τσεκ-απ" βοηθά στο να διασφαλιστεί ότι το DUSTTRAK είναι πάντα σε καλή κατάσταση λειτουργίας. Για πολλές εφαρμογές, η εργοστασιακή βαθμονόμηση παρέχει ακρίβεια μετρήσεων. Μπορεί να υπάρχουν φορές όπου είναι απαραίτητη η ακριβέστερη συγκέντρωση της μάζας δεδομένων, διότι το δείγμα αερολύματος είναι σημαντικά διαφορετικό από το πρότυπο της σκόνης δοκιμής ISO. Για να φιλοξενήσει μια τέτοια μέτρηση, ο DUSTTRAK έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει την βαθμονόμηση τομέα.

Πρόγραμμα συντήρησης

Μοντέλο σας 8520 DUSTTRAK αερολυμάτων Monitor απαιτεί συντήρηση σε τακτική βάση. Ορισμένα είδη συντήρησης απαιτούνται κάθε φορά που η συσκευή DUSTTRAK χρησιμοποιείται ή σε ετήσια βάση. Άλλα θέματα που έχουν προγραμματιστεί ανάλογα με το πόσο πολύ αερόλυμα τραβιέται μέσω του οργάνου. Για παράδειγμα, ο καθαρισμός της σωλήνα εισόδου του δείγματος συνιστάται μετά από 350 ώρες δειγματοληψίας σε συγκέντρωση 1 mg/m3 του αερολύματος. Η σύσταση αυτή θα πρέπει να είναι προ-rated ανάλογα με το πώς χρησιμοποιείται η συσκευή. 350 ώρες σε 1 mg/m3 είναι η ίδια ποσότητα του αερολύματος 700 ώρες σε 0,5 mg/m3 ή 175 ώρες σε 2 mg/m3, κλπ.

Χρήση του ανιχνευτή σε εξωτερικούς χώρους

Ο DUSTTRAK διαθέτει περιβαλλοντικό περίβλημα το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλές διαφορετικές εφαρμογές παρακολούθησης. Η κύρια χρήση του είναι σε εξωτερικές εφαρμογές για να δώσει την προστασία ακρίβεια στα στοιχεία και την ικανότητα να δοκιμαστεί αποτελεσματικά ο ανιχνευτής σε διαφορετικές ταχύτητες ανέμου. Το περίβλημα και εκτεταμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας-μπορεί επίσης να είναι επωφελής σε εσωτερικούς στις βιομηχανικές εφαρμογές, να παρέχουν πρόσθετη ασφάλεια και προστασία για το DUSTTRAK. Το περίβλημα θα πρέπει να συσταθεί σε μια θέση όπου μπορεί να μετρήσει τα σωματίδια χωρίς άλλες παρεμβολές. Θα πρέπει να τοποθετείται «έξω στο ύπαιθρο», μακριά από εμπόδια που μπορούν να επηρεάσουν τα ρεύματα αέρα. Δεν θα πρέπει, για παράδειγμα, να τοποθετηθεί στη γωνία του κτιρίου, το οποίο θα μπορούσε να προκαλέσει στροβιλισμό των ρευμάτων αέρα και να οδηγήσει σε κακή δειγματοληψίας σωματιδίων. [42]

Το περιβαλλοντικό περίβλημα θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνθήκες ανέμου με ταχύτητες 22 μίλια/ώρα είτε λιγότερο για να ληφθούν πιο ακριβείς μετρήσεις. Μια αύξηση στην αιολική ενέργεια ταχύτητα πάνω από 22 μίλια/ώρα μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητα της δειγματοληψίας της εισόδου στο πλαίσιο που καθορίζεται η απόδοση από τα πρότυπα των PM-10. Αν οι ριπές ανέμου είναι πάνω από 22 μίλι/ώρα , τα δεδομένα που συλλέγονται εξακολουθούν να ισχύουν, αλλά οι αναγνώσεις θα είναι ελαφρώς χαμηλότερες από την πραγματικές συγκεντρώσεις μάζας του παρόντος αεροζόλ.

Παρακάτω παραδίδοντα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του οργάνου. Σε αντίθεση με το οσμόμετρο, εδώ το όργανο είναι σε θέση από μόνο του ανιχνεύσει την ακριβή συγκέντρωση των σωματιδίων και το αποτέλεσμα <u>δεν εξαρτάται από την κρίση του χειριστή του.</u>

Ευαισθησία

- Τύπος αισθητήρα: 90 ° σκέδαση φωτός, δίοδο λέιζερ
- Εύρος: 0.001-100 mg/m^3 (βαθμονομημένη σε αναπνεύσιμο κλάσμα του προτύπου ISO 12103-1, A1τεστ σκόνη)
- Zero σταθερότητα: ± 0,001 mg/m^3 σε 24 ώρες με τη χρήση 10-δεύτερη φορά-σταθερά
- Εύρος μεγέθους σωματιδίων:0.1-περίπου 10 μm (Άνω όριο είναι εξαρτάται από την ταχύτητα ροής)
- Εύρος ρυθμού ροής : 1,4-2,4 L / min.
- Ο συντελεστής θερμοκρασίας: +0.001 mg/m^3 ανά ° C (για τις διακυμάνσεις από τη θερμοκρασία στην οποία DUSTTRAK οθόνη μηδενίστηκε)

Θερμοκρασία μέσου:

- Εύρος λειτουργίας: 0 ° C έως 50 ° C (32 ° F έως 120 ° F)
- Εύρος αποθήκευσης: -20 ° C έως 60 ° C (-4 ° F έως 140 ° F)

Σταθερά χρόνου:

- Χρονικό εύρος: Ρυθμιζόμενη από 1 έως 60 δευτερόλεπτα

Καταγραφή δεδομένων:

- Τα σημεία δεδομένων: > 31.000 (21 ημέρες καταγραφής κάθε λεπτό)
- Καταγραφικό Διάστημα: Ρυθμιζόμενη από 1 δευτερόλεπτο έως 1 ώρα
- Ρυθμιζόμενο εύρος: μηδέν έως 0,100 mg/m^3

  Μηδέν έως 1,0 mg/m^3

Μηδέν έως 10,0 mg/m^3

Μηδέν έως 100 mg/m^3

- Τάση εξόδου :0-5 VDC
- Αντίσταση εξόδου: 0,01 Ω
- Μέγιστο ρεύμα:15 mA

Όπως παρατηρήσαμε το όργανο που χρησιμοποιήσαμε είναι ο πιο κατάλληλος τρόπος μέτρησης αιωρούμενων σωματιδίων καθώς κάνει real time μέτρηση και πλεονεκτεί από άλλες ενόργανες μεθόδους (ICP-AES, GC-MS) στο κόστος ανάλυσης, στην φορητότητα αλλά και στην πενιχρή κατάρτιση του χειριστή. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο DUST TRAK, στην δεξιά εικόνα στο πάνω μέρος φαίνεται η είσοδος του αέρα και το βιδωτό φυσίγγιο για κάθε είδος ΑΣ. [42]

Εικόνα 15 Ο ανιχνευτής αιωρούμενων σωματιδίων DUST TRAK 8520

4.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εντατική παραγωγή χοίρων παράγει εκπομπές οσμών οι οποίες απορρέουν από τα κτίρια που στεγάζουν τα ζώα . Οι υψηλοί ρυθμοί εξαερισμού φέρουν σε καθαρό αέρα την απαγωγή της θερμότητας και της υγρασίας και την ενίσχυση της παραγωγικότητας χοιρινό . Πολλές ενώσεις συμβάλλουν στη μοναδική δυσοσμία των εγκαταστάσεων των χοίρων, συμπεριλαμβανομένων των λιπαρών οξέων , αμινών , αρωματικών ενώσεων και των ενώσεων του θείου . Τα σωματίδια σκόνης , τα οποία προέρχονται κυρίως από τα κόπρανα και τις ζωοτροφές , μπορούν να απορροφηθούν και να δημιουργηθούν οσμές στις εγκαταστάσεις των χοίρων. Οσμογόνες ουσίες μπορούν να υπάρχουν σε πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις στα

σωματίδια της σκόνης από ότι σε ισοδύναμους όγκους αέρα. Έτσι, η εισπνοή τους και η εναπόθεση των σωματιδίων σκόνης στη βλέννα που υπερκαλύπτουν τον οσφρητικό βλεννογόνο είναι πιθανόν υπεύθυνη για ορισμένες οσμές που σχετίζονται με τις καταγγελίες από τους γείτονες των χοιροτροφικών μονάδων. Η ακριβής πρόβλεψη της οσμής των μεταφορών και της διασποράς που προέρχεται από αγροκτήματα χοίρων μπορεί να απαιτήσει μοντέλα διασποράς της σκόνης και το συσχετισμό μεταξύ της σκόνης και των επιπέδων της οσμής. Δυστυχώς, πολλές προσεγγίσεις για την εκτίμηση των επιπτώσεων της οσμής ενσωματώνουν σήμερα το φιλτράρισμα του αέρα ή το πέρασμα αυτού από ηλεκτρονικούς αισθητήρες για την απομάκρυνση σωματιδίων πριν από την ανίχνευση της από τον άνθρωπο. Ταχεία πρόοδος στην κατανόηση αυτού άλλα και προβλημάτων ελέγχου οσμών στον «πραγματικό κόσμο» θα απαιτήσει μεθοδολογικές καινοτομίες που επιτρέπουν την ποσοτικοποίηση των οσμών σε απάντηση με ρεύματα αέρος που περιέχει ατμούς και σωματιδιακές φάσεις. Για την διπλωματική αυτή εργασία πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις οσμής και αιωρούμενων σωματιδίων σε 6 σημεία περιμετρικά της χοιροτροφικής μονάδας Creta Farms στην περιοχή Λατζιμάς στο Ρέθυμνο της Κρήτης. Η περιοχή αυτή είναι κατοικημένη, τουριστική και γειτονεύει με ξενοδοχειακές μονάδες. Για αυτόν το λόγο γίνεται εκτενής μελέτη της μονάδας για τις περιβαλλοντικές της επιπτώσεις. Η πληθώρα καταγγελιών στο υγειονομικό Ρεθύμνου αλλά και η προσωπική μου εμπειρία από την όχληση των οσμών με οδήγησε στο να βοηθήσω και εγώ στην παρακολούθηση των παραπάνω παραμέτρων για να διερευνήσουμε το περιβαλλοντικό φορτίο της μονάδας.

4.3.2 ΣΗΜΕΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Παρακάτω απεικονίζεται η κάτοψη της μονάδας και τα σημεία στα οποία πάρθηκαν οι μετρήσεις. Τα σημεία αυτά διαλέχτηκαν με κριτήριο τον άνεμο, τα εμπόδια ανάμεσα στα σημεία και της μονάδας, την προσβασιμότητα τους και την δυνατότητα να παρθούν μετρήσεις ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η πληθώρα των μετρήσεων έγινε ανάλογα με την φορά του ανέμου καθώς εκτιμήθηκε ότι κατά αυτήν θα μεταφέρονται η οσμή και τα σωματίδια.

Η αρχική μας θεώρηση είναι ότι υπάρχει κάποια συσχέτιση μεταξύ της έντασης της οσμής και των ΑΣ. Αυτήν την συσχέτιση προσπαθούμε να την εκφράσουμε μέσω των αριθμητικών μας αποτελεσμάτων. Επομένως, έντονη όχληση από τις οσμές θεωρητικά θα συνεπάγεται και υψηλές συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων. Οι μετρήσεις που πήραμε με τον ανιχνευτή σωματιδίων είχαν διάρκεια 3 λεπτών η καθεμία ενώ για την ανίχνευση τις οσμές επαναλάβαμε την διαδικασία δειγματοληψίας τρεις φορές. Λόγω της μορφολογίας του εδάφους και της οριοθέτησης της ιδιοκτησίας των τριγύρω οικοπέδων δεν μπορέσαμε να καλύψουμε όλο το χρονικό φάσμα της ημέρας. Στην εικόνα 4 φαίνοντα τα

επιλεγμένα σημεία δειγματοληψίας και κάτω αριστερά η κλίμακα της εικόνας. Το πρόγραμμα google Earth χρησιμοποιεί «βορινή τοποθέτηση» οπότε ακριβώς ίσια πάνω (90°) είναι ο βορράς.

Εικόνα 16 Δορυφορική αποτύπωση της περιοχής όπου στεγάζεται η χοιτροφική μονάδα και ταυτόχρονη απεικόνιση των 6 σημείων δειγματοληψίας

Χοιροτροφική μονάδα:

Γεωγραφικό πλάτος: 35°23'41.49"B

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'42.32"A

Ανύψωση : 67m

Σημείο 1 (ακριβώς μπροστά από την μονάδα):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°24'1.76"B

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'35.71"A

Ανύψωση :45 m

Απόσταση: 288,60 m

Σημείο 2 (μπροστά από την μονάδα):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°24'5.42"B

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'44.16"Α

Ανύψωση : 41 m

Απόσταση : 368,15 m

Σημείο 3 (ΚΤΕΟ):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°24'7.11"Β

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'55.62"Α

Ανύψωση : 47 m

Απόσταση : 506,43 m

Σημείο 4 (Λατομεία):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°23'27.71"Β

Γεωγραφικό μήκος: 24°38'6.73"Α

Ανύψωση : 64 m

Απόσταση : 715,55 m

Σημείο 5 (θερμοκήπιο):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°23'24.29"Β

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'38.74"Α

Ανύψωση : 72 m

Απόσταση : 549,67 m

Σημείο 6 (εκκλησία):

Γεωγραφικό πλάτος: 35°23'19.15"Β

Γεωγραφικό μήκος: 24°37'28.68"Α

Ανύψωση : 66 m

Απόσταση: 779,79 m

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πίνακες των αποτελεσμάτων για κάθε σημείο δειγματοληψίας ξεχωριστά. Σε κάθε ένα από αυτούς μπορούμε να βρούμε πληροφορίες για την κάθε δειγματοληψία όπως είναι η ημερομηνία διεξαγωγής της μέτρησης, η ώρα δειγματοληψίας, οι μέσες, οι ελάχιστες και οι μέγιστες συγκεντρώσεις σωματιδίων 2,5 και 10 μm, η επικρατούσα θερμοκρασία και υγρασία και, τέλος η οσμή σε κλίμακα D/T του

οσμόμετρου NASAL RANGER. Με τη βοήθεια αυτών των πινάκων θα διεξάγουμε τα διαγράμματα για να παρατηρήσουμε τη συσχέτιση οσμής και αιωρούμενων σωματιδίων.

4.3.3 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πίνακας 7 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο Σημείο δειγματοληψίας 6 (779,79,Ν/Δ)

ΣΗΜΕΙΟ 6 (779,97m , Ν/Δ)										
						PM2,5			PM10	
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ(%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
25/11/2012	12.16	Β	67,4	16	0,013	0,011	0,016	0,017	0,012	0,113
25/11/2012	17.40	Β/Α	68,5	15	0,011	0,01	0,013	0,015	0,011	0,023
27/12/2012	17.50	Ν	68	13	0,029	0,02	0,03	0,026	0,021	0,033
28/12/2012	9.02	Ν/Δ	66,3	14	0,018	0,014	0,039	0,016	0,014	0,017
30/12/2012	13.30	Ν/Δ	66,8	12	0,013	0,009	0,017	0,014	0,013	0,015
21/4/2013	17.50	Α	62,8	13	0,02	0,018	0,023	0,028	0,021	0,093
22/4/2013	19.50	Δ	63,5	26	0,035	0,033	0,041	0,04	0,034	0,051
23/4/2013	18.06	Ν	64,5	21	0,05	0,046	0,055	0,057	0,049	0,066
24/4/2013	19.11	Ν/Δ	65	24	0,028	0,026	0,03	0,034	0,029	0,043
25/4/2013	17.10	Ν/Α	61,3	24	0,031	0,03	0,034	0,035	0,032	0,039
26/4/2013	20.37	Β	61,7	25	0,047	0,045	0,05	0,055	0,049	0,064
29/4/2013	15.37	ΑΠΝΥΑ	60,7	25	0,026	0,023	0,035	0,028	0,024	0,042
3/5/2013	13.40	Β/Δ	63	28	0,033	0,031	0,036	0,039	0,032	0,059
5/5/2013	19.30	Β	66,1	26	0,055	0,053	0,058	0,076	0,05	0,125
7/5/2013	13.50	Β/Α	64,3	25	0,032	0,031	0,034	0,073	0,03	0,529
11/5/2013	20.50	Α	62,6	25	0,032	0,03	0,033	0,036	0,033	0,04
24/8/2013	19.40	ΑΠΝΥΑ	61,4	28	0,027	0,025	0,03	0,03	0,027	0,035

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να σημειώσω ότι σε κάθε μέτρηση της οσμής έγιναν και μετρήσεις ΑΣ αλλά παραθέτουμε τον κάθε παράγοντα ξεχωριστά. Η συσχέτιση αυτών θα φανεί παρακάτω στην κατασκευή των διαγραμμάτων

Πίνακας 8 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 6 (779,79,Ν/Δ)

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ(%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)
25/11/2012	12.16	Β	67,4	16	60
25/11/2012	17.40	Β/Α	68,5	15	60
27/12/2012	17.50	Ν	68	13	4
28/12/2012	9.02	Ν/Δ	66,3	14	4
30/12/2012	13.30	Ν/Δ	66,8	12	2
21/4/2013	17.50	Α	62,8	13	2
22/4/2013	19.50	Δ	63,5	26	2
23/4/2013	18.06	Ν	64,5	21	2
24/4/2013	19.11	Ν/Δ	65	24	2
25/4/2013	17.10	Ν/Α	61,3	24	2
26/4/2013	20.37	Β	61,7	25	60
29/4/2013	15.37	ΑΠΝΥΑ	60,7	25	0
3/5/2013	13.40	Β/Δ	63	28	0
5/5/2013	19.30	Β	66,1	26	30
7/5/2013	13.50	Β/Α	64,3	25	15
11/5/2013	20.50	Α	62,6	25	0
24/8/2013	19.40	ΑΠΝΥΑ	61,4	28	0

Πίνακας 9 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο Σημείο δειγματοληψίας 5 (549,67,N/A)

ΣΗΜΕΙΟ 5 (549,67 m)										
					PM2,5			PM10		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
25/11/2012	12.23	Β	67,4	16	0,009	0,008	0,011	0,014	0,012	0,017
25/11/2012	17.23	Β/Α	68,5	15	0,009	0,008	0,011	0,014	0,012	0,017
27/12/2012	17.36	Ν	68	13	0,016	0,015	0,02	0,018	0,0016	0,022
28/12/2012	8.40	Ν/Δ	66,3	14	0,014	0,013	0,015	0,014	0,013	0,016
30/12/2012	13.50	Ν/Δ	66,8	12	0,006	0,005	0,007	0,01	0,008	0,013
21/4/2013	17.36	Α	62,8	13	0,018	0,022	0,02	0,014	0,013	0,015
22/4/2013	19.41	**Δ**	63,5	26	0,031	0,029	0,034	0,039	0,034	0,05
23/4/2013	19.14	Ν	64,5	21	0,051	0,047	0,055	0,057	0,051	0,075
23/4/2013	19.25	Ν/Δ	64,3	21	0,03	0,028	0,034	0,039	0,033	0,074
25/4/2013	17.23	Ν/Α	61,3	24	0,032	0,03	0,034	0,035	0,031	0,069
3/5/2013	13.50	Β/Δ	63	28	0,034	0,033	0,036	0,04	0,032	0,1
5/5/2013	19.15	Β	66,1	26	0,026	0,024	0,029	0,047	0,031	0,088
7/5/2013	13.38	Β/Α	64,3	25	0,033	0,03	0,036	0,042	0,032	0,115
9/5/2013	13.00	Β/Δ	61,2	25	0,027	0,024	0,032	0,053	0,025	0,185

Πίνακας 10 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 5 (549,67,N/A)

ΣΗΜΕΙΟ 5 (549,67 m)					
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	**ΩΡΑ**	**ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ**	**ΥΓΡΑΣΙΑ (%)**	**ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)**	**ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)**
25/11/2012	12.23	Β	67,4	16	7
25/11/2012	17.23	Β/Α	68,5	15	7
27/12/2012	17.36	Ν	68	13	0
28/12/2012	8.40	Ν/Δ	66,3	14	4
30/12/2012	13.50	Ν/Δ	66,8	12	2
21/4/2013	17.36	Α	62,8	13	2
22/4/2013	19.41	**Δ**	63,5	26	2
23/4/2013	19.14	Ν	64,5	21	2
23/4/2013	19.25	Ν/Δ	64,3	21	2
25/4/2013	17.23	Ν/Α	61,3	24	2
3/5/2013	13.50	Β/Δ	63	28	0
5/5/2013	19.15	Β	66,1	26	15
7/5/2013	13.38	Β/Α	64,3	25	15
9/5/2013	13.00	Β/Δ	61,2	25	15

Πίνακας 11 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο σημείο δειγματοληψίας 4(715,55 m, N/A)

ΣΗΜΕΙΟ 4 (715,55 m)										
					PM2,5			PM10		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
3/5/2013	14.00	Β/Δ	63	28	0,034	0,032	0,035	0,037	0,035	0,041
5/5/2013	19.05	Β	66,1	26	0,028	0,025	0,046	0,031	0,026	0,049
8/5/2013	20.53	Α	61,2	25	0,019	0,017	0,021	0,027	0,022	0,057
18/7/2013	22.00	Β/Δ	61,3	28	0,037	0,035	0,04	0,046	0,041	0,051
20/7/2013	21.04	Β/Δ	61,2	28	0,032	0,03	0,037	0,036	0,031	0,052
24/8/2013	20.00	Ν	61,4	28	0,031	0,029	0,034	0,036	0,028	0,054

Πίνακας 12 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 4 (715,55 , N/A)

ΣΗΜΕΙΟ 4 (715,55 m)					
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)
3/5/2013	14.00	Β/Δ	63	28	15
5/5/2013	19.05	Β	66,1	26	30
8/5/2013	20.53	Α	61,2	25	30
18/7/2013	22.00	Β/Δ	61,3	28	60
20/7/2013	21.04	Β/Δ	61,2	28	15
24/8/2013	20.00	Ν	61,4	28	7

Πίνακας 13 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο σημείο δειγματοληψίας 3(506,43 m , Β/Α)

ΣΗΜΕΙΟ 3 (506,43 m)										
					PM2,5			PM10		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
26/4/2013	20.27	Α	61,7	25	0,064	0,06	0,069	0,067	0,059	0,081
27/4/2013	23.40	Α	60,8	26	0,033	0,03	0,035	0,041	0,038	0,057
29/4/2013	15.24`	ΑΠΝΥΑ	60,9	25	0,025	0,022	0,026	0,024	0,023	0,025
30/4/2013	21.00	Ν	63,1	12	0,046	0,043	0,05	0,067	0,054	0,098
30/4/2013	21.00	Ν	63,1	25	0,046	0,043	0,05	0,067	0,054	0,098
1/5/2013	21.46	Ν	63,2	25	0,027	0,025	0,03	0,032	0,027	0,039
8/5/2013	20.53	Α	61,2	25	0,016	0,015	0,02	0,023	0,019	0,035
9/5/2013	13.20	Β/Δ	60,4	25	0,024	0,021	0,029	0,032	0,026	0,055
10/5/2013	21.27	Ν/Δ	61,5	25	0,027	0,025	0,029	0,036	0,032	0,04
11/5/2013	20.37	Α	62	25	0,037	0,036	0,039	0,043	0,038	0,055
18/7/2013	22.58	Β/Δ	61,3	28	0,038	0,036	0,041	0,053	0,041	0,07
19/7/2013	22.11	Ν/Α	59	27	0,047	0,046	0,049	0,059	0,056	0,069
23/7/2013	22.15	Β/Δ	61,2	27	0,013	0,011	0,017	0,023	0,015	0,043
1/8/2013	21.34	Β	60,7	29	0,039	0,036	0,044	0,049	0,044	0,052
24/8/2013	19.20	Ν	61,4	28	0,027	0,026	0,03	0,033	0,029	0,043

Πίνακας 14 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 3 (506,43 , Β/Α)

ΣΗΜΕΙΟ 3 (506,43 m)					
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)
26/4/2013	20.27	Α	61,7	25	60
27/4/2013	23.40	Α	60,8	26	30
29/4/2013	15.24`	ΑΠΝΥΑ	60,9	25	0
30/4/2013	21.00	Ν	63,1	12	0
30/4/2013	21.00	Ν	63,1	25	60
1/5/2013	21.46	Ν	63,2	25	60
8/5/2013	20.53	Α	61,2	25	15
9/5/2013	13.20	Β/Δ	60,4	25	60
10/5/2013	21.27	Ν/Δ	61,5	25	0
11/5/2013	20.37	Α	62	25	30
18/7/2013	22.58	Β/Δ	61,3	28	0
19/7/2013	22.11	Ν/Α	59	27	0
23/7/2013	22.15	Β/Δ	61,2	27	60
1/8/2013	21.34	Β	60,7	29	2
24/8/2013	19.20	Ν	61,4	28	4

Πίνακας 15 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο σημείο δειγματοληψίας 2(368,15 m, Β)

ΣΗΜΕΙΟ 2 (368,15 m, Β)										
					PM2,5			PM10		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
30/4/2013	21.13	N	63,1	25	0,044	0,041	0,05	0,073	0,052	0,185
1/5/2013	22.00	N	63,2	25	0,031	0,028	0,037	0,078	0,03	0,14
10/5/2013	21.43	Ν/Δ	61,5	25	0,032	0,03	0,037	0,038	0,033	0,052
19/7/2013	22.00	Ν/Α	59,4	27	0,051	0,049	0,053	0,065	0,059	0,074
20/7/2013	21.30	Β/Δ	61,2	28	0,026	0,026	0,027	0,065	0,059	0,074
1/8/2013	21.56	Β	62,1	29	0,043	0,039	0,051	0,054	0,047	0,058

Πίνακας 16 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 2 (368,15 , Β)

ΣΗΜΕΙΟ 2 (368,15 m)					
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)
30/4/2013	21.13	N	63,1	25	60
1/5/2013	22.00	N	63,2	25	60
10/5/2013	21.43	Ν/Δ	61,5	25	60
19/7/2013	22.00	Ν/Α	59,4	27	60
20/7/2013	21.30	Β/Δ	61,2	28	0
1/8/2013	21.56	Β	62,1	29	0

Πίνακας 17 Παρουσίαση των μετρήσεων αιωρούμενων σωματιδίων στο σημείο δειγματοληψίας 1(288,60 m, Β)

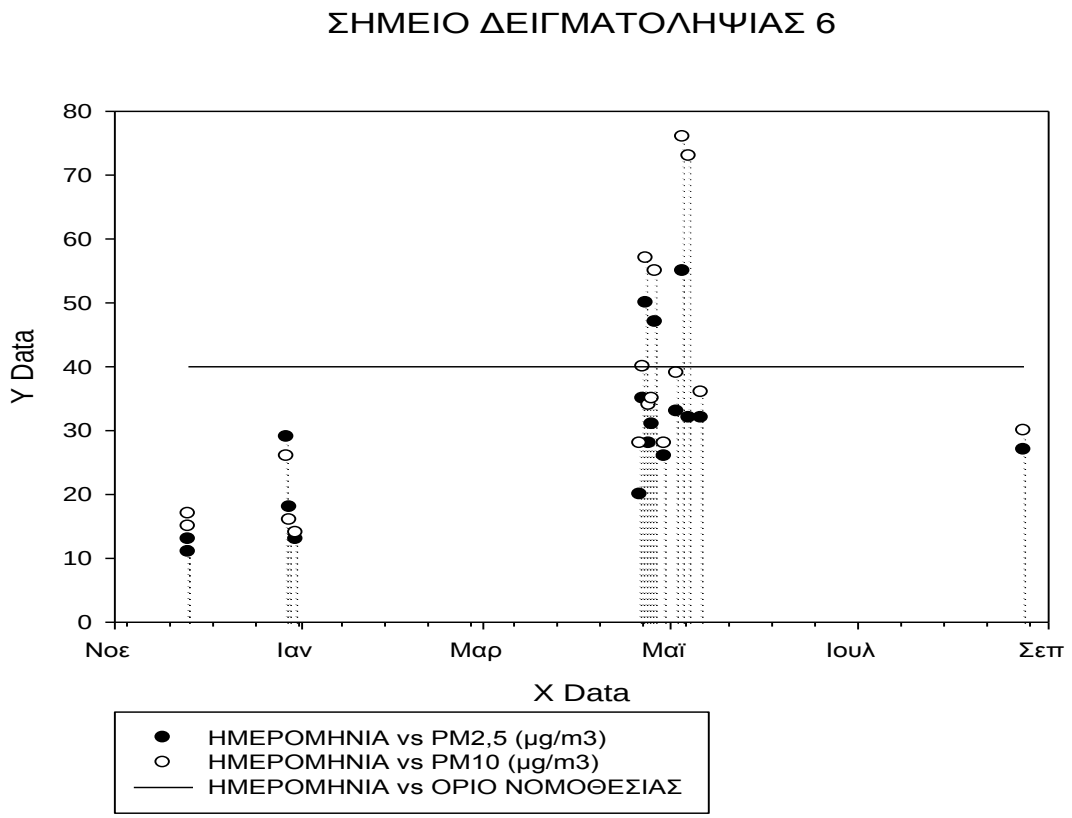
ΣΗΜΕΙΟ 1(288,60 , Β)										
					PM2,5			PM10		
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)	AV (mg/m^3)	MIN (mg/m^3)	MAX (mg/m^3)
30/4/2013	21.23	N	63,1	25	0,048	0,043	0,09	0,093	0,087	0,195
1/5/2013	22.12	N	63,2	25	0,035	0,03	0,037	0,081	0,03	0,16
10/5/2013	21.54	Ν/Δ	61,5	25	0,042	0,04	0,045	0,045	0,04	0,052
10/5/2013	22.25	Β/Δ	61,5	25	0,014	0,012	0,016	0,023	0,018	0,029
1/8/2013	21.56	Β	62,1	29	0,042	0,04	0,045	0,074	0,054	0,118

Πίνακας 18 Παρουσίαση των επιπέδων οσμής για το Σημείο δειγματοληψίας 1 (288,60 , Β)

ΣΗΜΕΙΟ 1 (288,60 m)					
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΩΡΑ	ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ	ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (^{0}C)	ΟΣΜΗ (D/T's (Standard Dilution-to-Threshold Ratios)
30/4/2013	21.23	N	63,1	25	60
1/5/2013	22.12	N	63,2	25	60
10/5/2013	21.54	Ν/Δ	61,5	25	60
10/5/2013	22.25	Β/Δ	61,5	25	60
1/8/2013	21.56	Β	62,1	29	0

4.3.4 ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής είναι η καταγραφή των ΑΣ και η συσχέτιση της μετρούμενης οσμής με τα ΑΣ. Το μέσο για να επιτευχθούν αυτά τα δύο είναι η σωστή αποτύπωση των μετρήσεων σε διαγράμματα. Τα διαγράμματα που ακολουθούν χωρίζονται σε 2 είδη τα διαγράμματα «αποτύπωσης» των μετρούμενων μεταβλητών (οσμή, σωματίδια) σε σχέση με τα όρια της νομοθεσίας και το διάγραμμα συσχέτισης τους. Τα διαγράμματα έγινα στο Sigma Plot καθώς οι απαιτήσεις συσχέτισης ήταν εξεζητημένες.



Διάγραμμα 1 Παρουσίαση των συγκεντρώσεων των ΑΣ στο σημείο δειγματοληψίας 6(779,79 m) σε σύγκριση με το επιτρεπτό ημερήσιο μέσο όριο (40 μg/m^3)

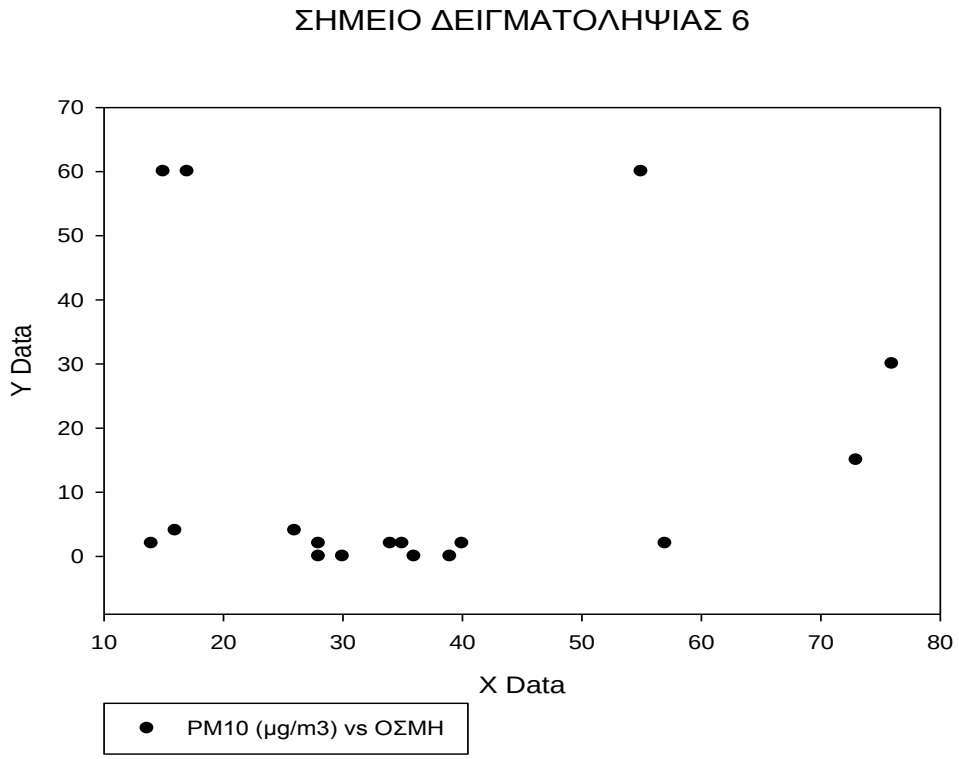
Σημείο δειγματοληψίας 6:Το σημείο αυτό βρίσκεται 779,79 μέτρα μακριά από την χοιροτροφική μονάδα. Λόγο της μακρινής του απόστασης το σημείο αυτό επιβαρύνεται από οσμές μόνο όταν στην περιοχή πνέουν βόρειοι άνεμοι. Στο σημείο αυτό βρίσκονται καλλιέργειες, μικρές μονάδες εκτροφής ζώων και θερμοκήπια. Όπως παρατηρούμε από το διάγραμμα 1, όταν τα επίπεδα των αιωρούμενων σωματιδίων (PM) 10 μm είναι υψηλά τότε θα είναι και τα αντίστοιχα PM2,5. Στο παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι 4 από τις 16 μετρήσεις έχουν ξεπεράσει το όριο της νομοθεσίας και μάλιστα σε ένα σημείο το οποίο είναι αρκετά μακριά.

Ακόμη το διάγραμμα 1 φανερώνει ότι τα υψηλότερα επίπεδα PM10 και PM2,5 είναι τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες, γεγονός που οφείλεται στα υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας που μειώνουν τα επίπεδα υγρασίας και αυξάνουν τα επίπεδα αιώρησης σκόνης από το έδαφος αλλά και το μικρό αριθμό των βροχοπτώσεων την περίοδο αυτή.

Οι συγκεντρώσεις των PM2,5 είναι υψηλότερες σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας και αντιπαραβάλλοντας τες με αυτές των PM10 γιατί τα πρώτα λόγο της μικρότερης διαμέτρου ταξιδεύουν σε μεγαλύτερες αποστάσεις. Η μακρινή απόσταση του σημείου από την μονάδα μας δίνει τις συγκεντρώσεις των PM2,5 εξαιτίας της καθίζησης καθιζάνουν σε μακρινότερες αποστάσεις από τα PM10, με αποτέλεσμα οι συγκεντρώσεις των τελευταίων να εμφανίζονται χαμηλές σχετικά με την περιοχή ενώ των PM2,5 υψηλότερες. (Διάγραμμα 1).

Επίσης ,όπως προαναφέρθηκε, παρατηρούμε υψηλά επίπεδα όχλησης από την οσμή όταν πνέουν βόρειοι άνεμοι. Στις περιπτώσεις όμως αυτές παρατηρούνται ,σύμφωνα με το διάγραμμα 2, και οι υψηλότερες συγκεντρώσεις οσμής πράγμα που σημαίνει τα μεταφερόμενα ρεύματα αέρα δεν μεταφέρουν μόνο την δυσοσμία των χοιρολοιμάτων αλλά και αιωρούμενα σωματίδια που δημιουργούνται από τους λόγους που αναλύθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο.

Ακόμη το διάγραμμα 1 φανερώνει ότι τα υψηλότερα επίπεδα PM10 και PM2,5 είναι τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες, γεγονός που οφείλεται στα υψηλά επίπεδα θερμοκρασίας που μειώνουν τα επίπεδα υγρασίας και αυξάνουν τα επίπεδα αιώρησης σκόνης από το έδαφος αλλά και τον μικρό αριθμό των βροχοπτώσεων την περίοδο αυτή.



Διάγραμμα 2 Η οσμή σε D/T κλίμακα έτσι όπως μετρήθηκε για τις αντίστοιχες μετρήσεις σωματιδίων

Η λογική συσχέτισης της οσμής και των σωματιδίων πηγάζει από την υποκειμενικότητα της οσμής και την ανάγκη συσχέτισης της με μία άλλη μέτρηση η οποία θα είναι πιο αντικειμενική. Λόγο του ότι όριο στην νομοθεσία υπάρχει μόνο για τα PM10 στο επόμενο διάγραμμα αλλά και στα υπόλοιπα σημεία θα προσπαθήσουμε ν συσχετίσουμε την οσμή των ΑΣ με την οσμή. Δηλαδή με δεδομένα που συλλέξαμε θα προσπαθήσουμε να κατασκευάσουμε την εξίσωση συσχέτισης. Στην εξίσωση αυτή θα χρειαστούμε πολλά σημεία και θα εμπλέξουμε μέσα σε αυτήν 3 παράγοντες: την υγρασία, την θερμοκρασία και την ένταση του ανέμου και την απόσταση από την πηγή.

Για την συσχέτιση του διαγράμματος 2 χρησιμοποιήσαμε το πρόγραμμα SIGMA PLOT 10.0 για να κάνει συσχέτιση των δεδομένων.

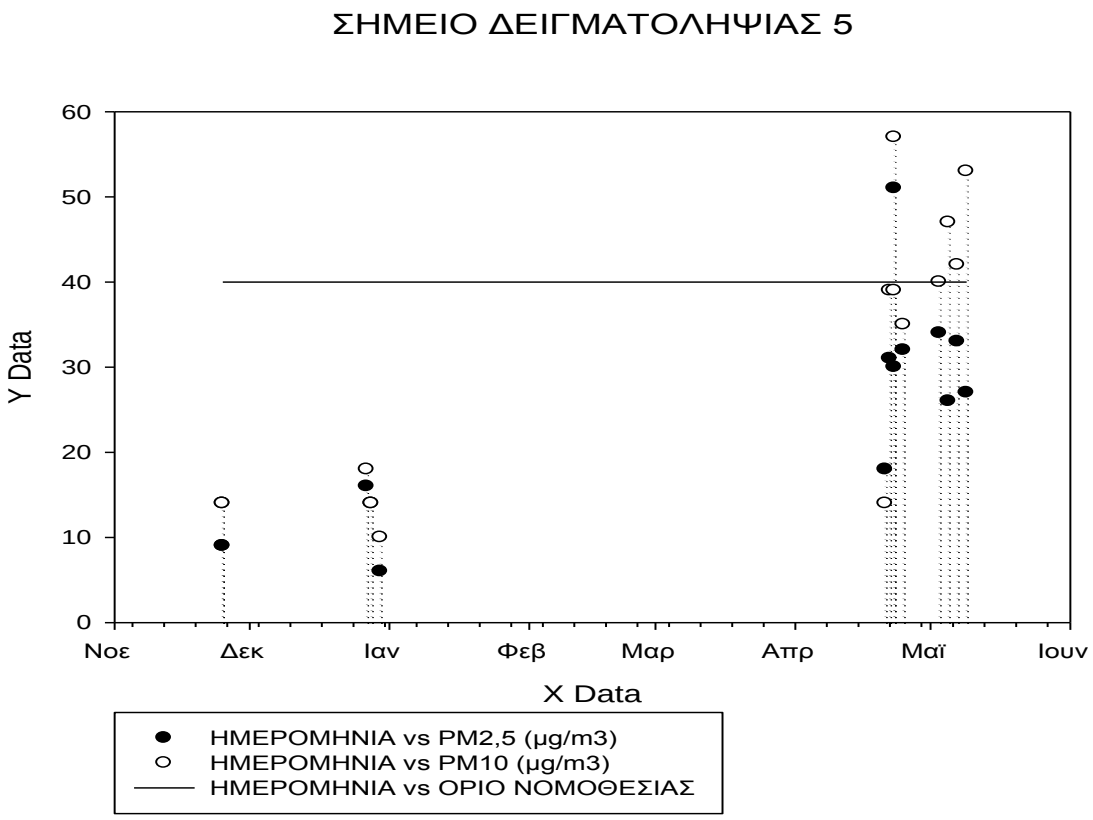
Η εξίσωση συσχέτισης είναι υπερβολική 5 παραμέτρων όπως ανέφερα και παραπάνω. Το R2 της καμπύλης είναι σχετικά καλό χωρίς να μπορούμε όμως να εξάγουμε ασφαλή

αποτελέσματα. Το μόνο σίγουρο είναι ότι όσο αυξάνεται η οσμή αυξάνεται και η συγκέντρωση των σωματιδίων.

Παρακάτω παραδίδεται το report συσχέτισης των δεδομένων που μας εμφάνισε το πρόγραμμα.

Equation: Hyperbola; Double Rectangular, 5 Parameter			
f=a*x/(b+x)+c*x/(d+x)+e*x			
Summary of Fit Results:			
Converged			51,0%
Singular Solutions			29,0%
Ill-Conditioned Solutions			19,0%
Iterations Exceeding 200			49,0%
Results for the Overall Best-Fit Solution:			
R	**Rsqr**	**Adj Rsqr**	**Standard Error of Estimate**
0,7326	0,5367	0,3822	18,0631

Πίνακας 19 Συσχέτιση PM10 με οσμή στο Sigma Plot



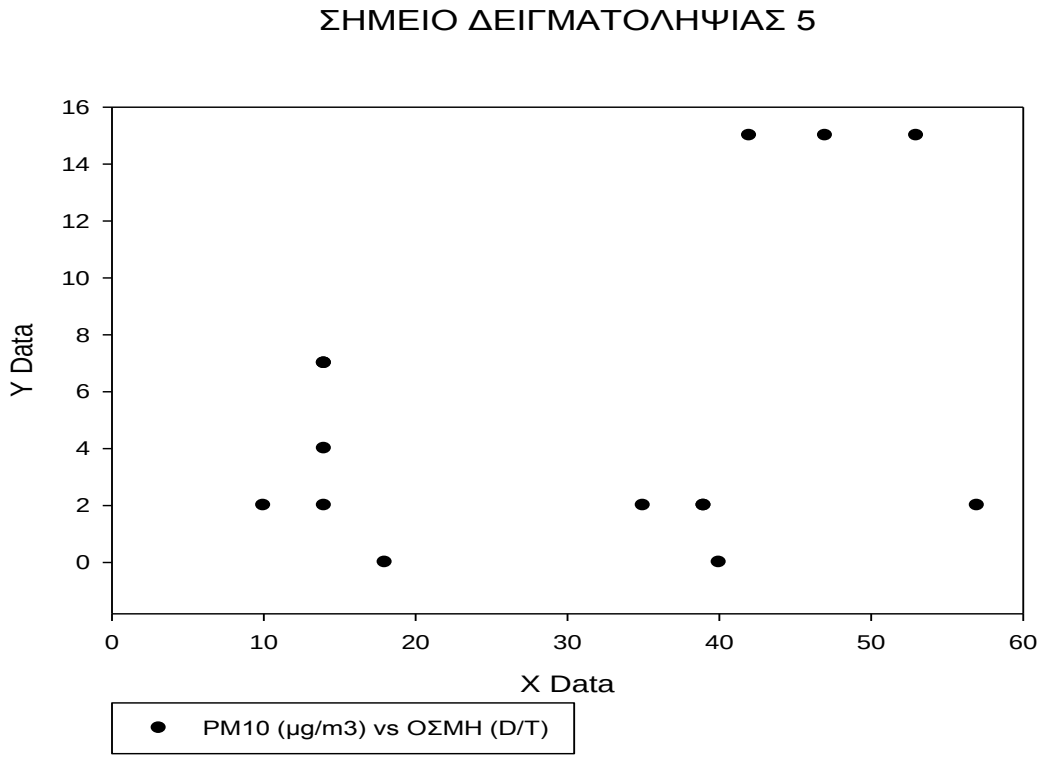
Διάγραμμα 3 Συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 5

Σημείο δειγματοληψίας 5: Το σημείο αυτό βρίσκεται 549,67 μέτρα μακριά από την χοιροτροφική μονάδα. Λόγω της γεωγραφικής του θέσης το σημείο αυτό επιβαρύνεται από

οσμές μόνο όταν στην περιοχή πνέουν βόρειοι άνεμοι. Στο σημείο αυτό βρίσκεται σχετικά μεγάλο θερμοκήπιο καλλιέργειας οπωροκηπευτικών.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε από το διάγραμμα 3 τα επίπεδα των PM αυξάνονται κατά τους ανοιξιάτικου μήνες (Απρίλιο- Μάιο) λόγω της μείωσης της υγρασίας. Πάλι όπως και στο σημείο δειγματοληψίας 6 παρατηρείται ότι σε αρκετές μετρήσεις το όριο της νομοθεσίας ξεπερνιέται.

Παρ' ότι στο σημείο αυτό δεν μεταφέρονται οσμές λόγω της φοράς των ανέμων στα υψηλότερα επίπεδα οσμής παρατηρούνται και οι υψηλότερες συγκεντρώσεις PM (Διάγραμμα 4).



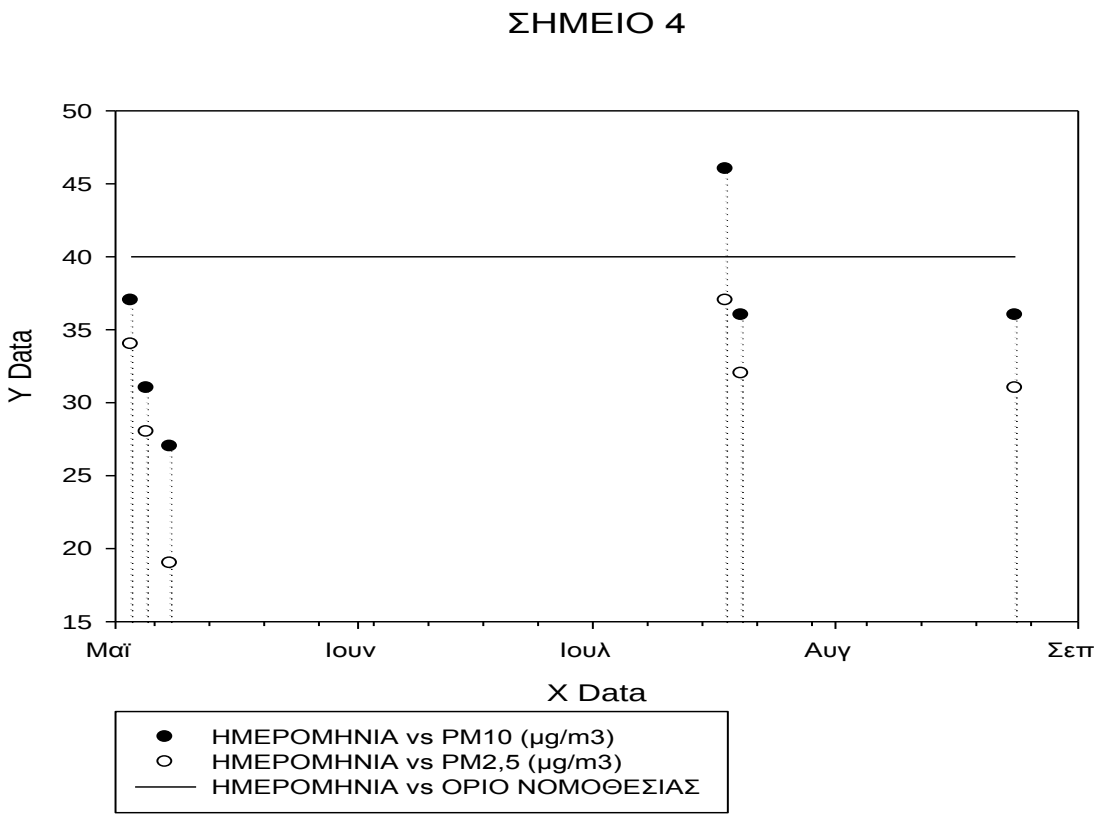
Διάγραμμα 4 Μετρήσεις επιπέδων οσμής με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 5.

Και σε αυτό το σημείο δειγματοληψίας εφαρμόσαμε την ίδια τεχνική στο Sigma Plot κάνοντας Dynamic Fit Curve στα δεδομένα μας χρησιμοποιώντας υπερβολική εξίσωση 5 παραμέτρων(συγκέντρωση PM , υγρασία, θερμοκρασία, απόσταση από την πηγή). Πάλι σε αυτό το σημείο το R^2 είναι κοντά στο 0,53 πράγμα που μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα. Παρ' όλα αυτά το κοινό σφάλμα μας οδηγεί στο να πούμε ότι έχουμε μια ίδια συσχέτιση.

Nonlinear Regression - Dynamic Fitting	
Equation: Hyperbola; Double Rectangular, 5 Parameter	
f=a*x/(b+x)+c*x/(d+x)+e*x	
Summary of Fit Results:	
Converged	72,5%
Singular Solutions	41,0%
Ill-Conditioned Solutions	25,0%

Iterations Exceeding 200			27,5%
Results for the Overall Best-Fit Solution:			
R	**Rsqr**	**Adj Rsqr**	**Standard Error of Estimate**
0,7284	0,5306	0,3220	4,6310

Πίνακας 20 Η αναφορά του προγράμματος για την συσχέτιση των δεδομένων στο σημείο δειγματοληψίας 5.

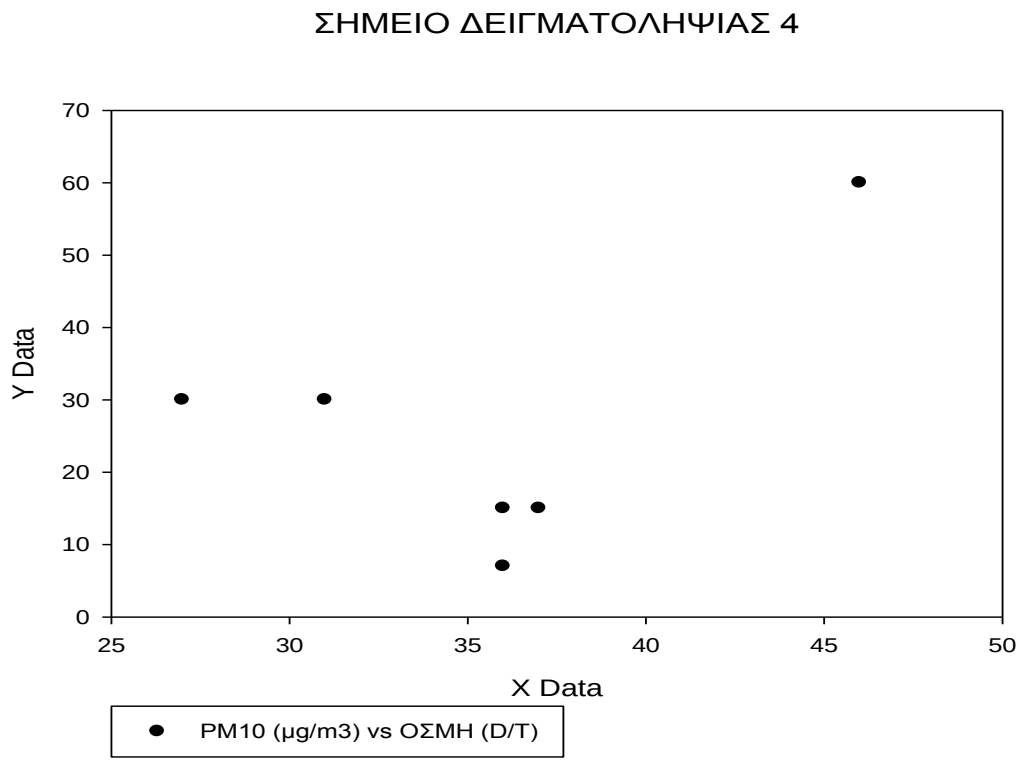


Διάγραμμα 5 Συγκεντρώσεις των ΑΣ 2,5 και 10 μm για τις ημερομηνίες δειγματοληψίας του σημείου 4

Συμπεράσματα για το σημείο δειγματοληψίας 4:

Το σημείο αυτό βρίσκεται 715,55 μέτρα μακριά από την χοιροτροφική μονάδα. Η περιοχή στην οποία αντιστοιχεί το σημείο είναι σχετικά μακρινή και η οσμή μεταφέρεται εκεί μόνο όταν φυσούν βόρειοι και δυτικοί άνεμοι. Ο λόγος που επιλέχθηκε αυτό το σημείο δειγματοληψίας είναι για να μελετηθεί η επίδραση των λατομείων της περιοχής στην εκπομπή των επιπρόσθετων αιωρούμενων σωματιδίων και στη ρόφηση της οσμής από αυτά τα σωματίδια έτσι ώστε να επιτυγχάνεται μεταφορά της οσμής σε μακρυνότερες αποστάσεις.

Από τα διαγράμματα όμως που διεξήχθησαν δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα .

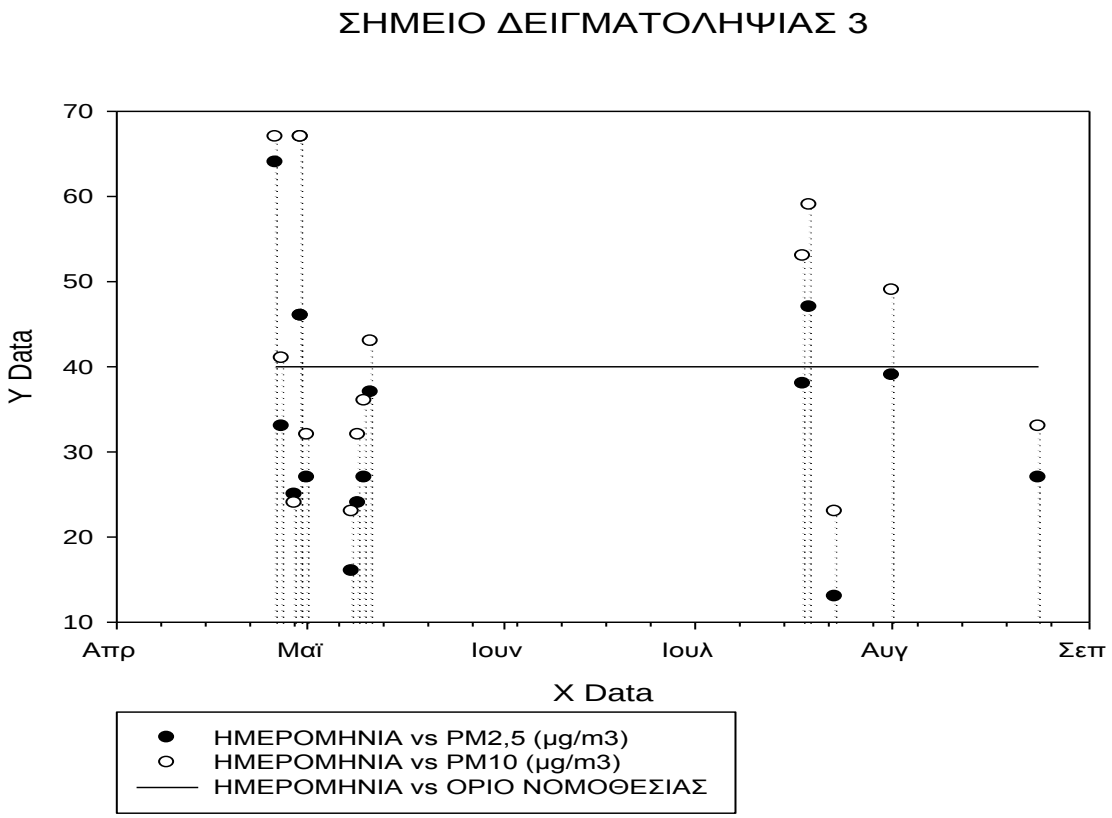


Διάγραμμα 6 Μετρήσεις επιπέδων οσμής με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 4.

Κάνοντας την ίδια διεργασία στο Sigma Plot μας βγαίνει μεγαλύτερο R2 αλλά λόγω της έλλειψης δεδομένων δεν μπορούμε να πούμε ότι βγάζουμε συμπεράσματα.

Nonlinear Regression - Dynamic Fitting			
Equation: Hyperbola; Double Rectangular, 5 Parameter			
f=a*x/(b+x)+c*x/(d+x)+e*x			
Summary of Fit Results:			
Converged			30,0%
Singular Solutions			18,0%
Ill-Conditioned Solutions			12,0%
Iterations Exceeding 200			70,0%
Results for the Overall Best-Fit Solution:			
R	**Rsqr**	**Adj Rsqr**	**Standard Error of Estimate**
0,9407	0,8850	0,4248	14,3534

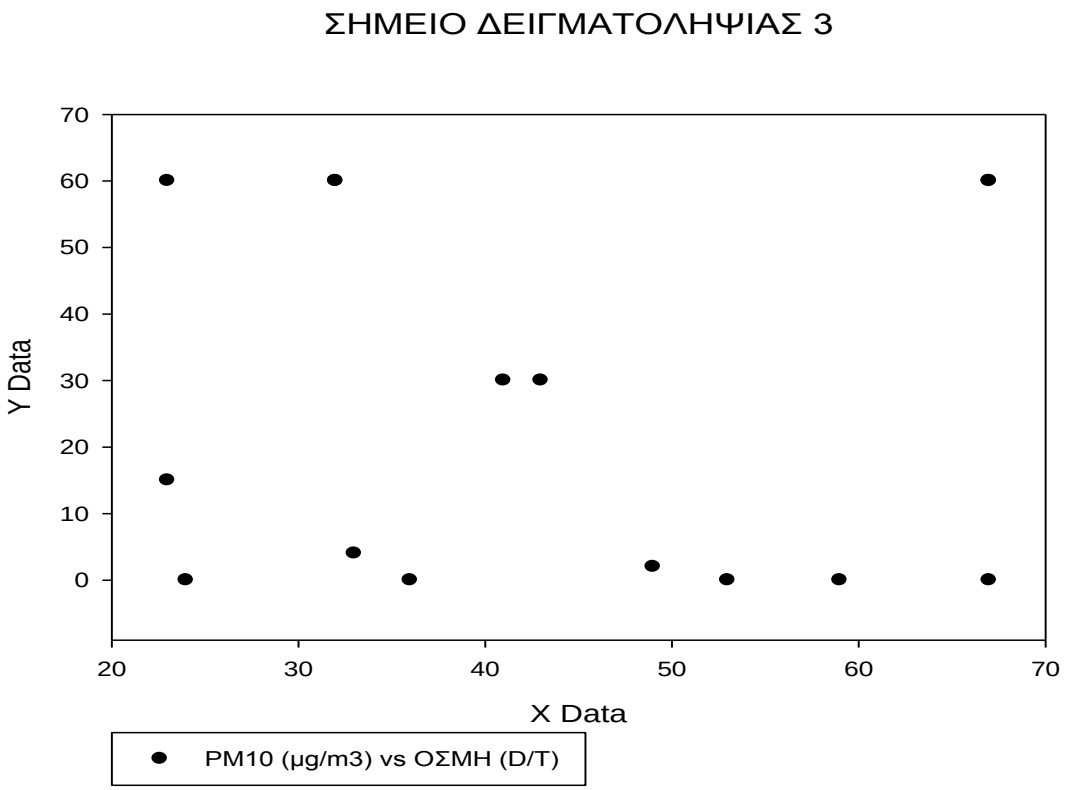
Πίνακας 21 Η αναφορά του προγράμματος για την συσχέτιση των δεδομένων στο σημείο δειγματοληψίας 4.



Διάγραμμα 6 Συγκεντρώσεις των ΑΣ 2,5 και 10 μm για τις ημερομηνίες δειγματοληψίας του σημείου 4

Σημείο δειγματοληψίας 3: Το σημείο αυτό βρίσκεται 506,43 μέτρα μακριά από την χοιροτροφική μονάδα. Αυτό το σημείο δειγματοληψίας καθώς και τα σημεία 1 και 2 είναι αυτά που έχουν την μεγαλύτερη όχληση λόγω οσμής. Οι περιοχές εκεί είναι κατοικημένες και υπάρχουν καταστήματα πάνω στην εθνική οδό. Παρ' όλα αυτά τα επίπεδα σωματιδίων PM10 είναι πολλές φορές πάνω από το επιτρεπτό όριο.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 7 αλλά και από το διάγραμμα 6 το σημείο 3 είναι αυτό που έχει τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οσμής λόγω της θέσης του από την μονάδα. Τα επίπεδα οσμής σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας είναι υψηλότερα αλλά αντίθετα εδώ έχουμε συνεχώς υψηλά επίπεδα σωματιδίων(διάγραμμα 7) τα οποία είναι ένα συνονθύλευμα των καυσαερίων των αυτοκινήτων και των ρύπων της μονάδας.

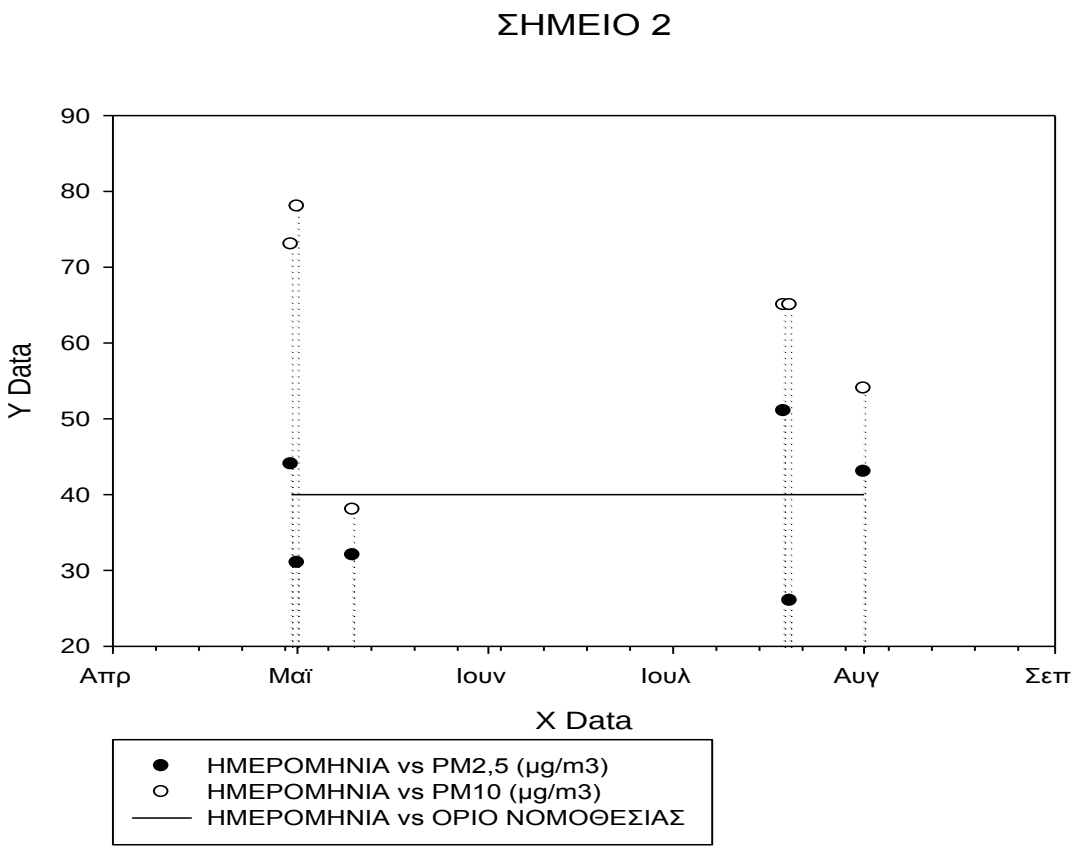


Διάγραμμα 7 Μετρήσεις επιπέδων οσμής με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 3.

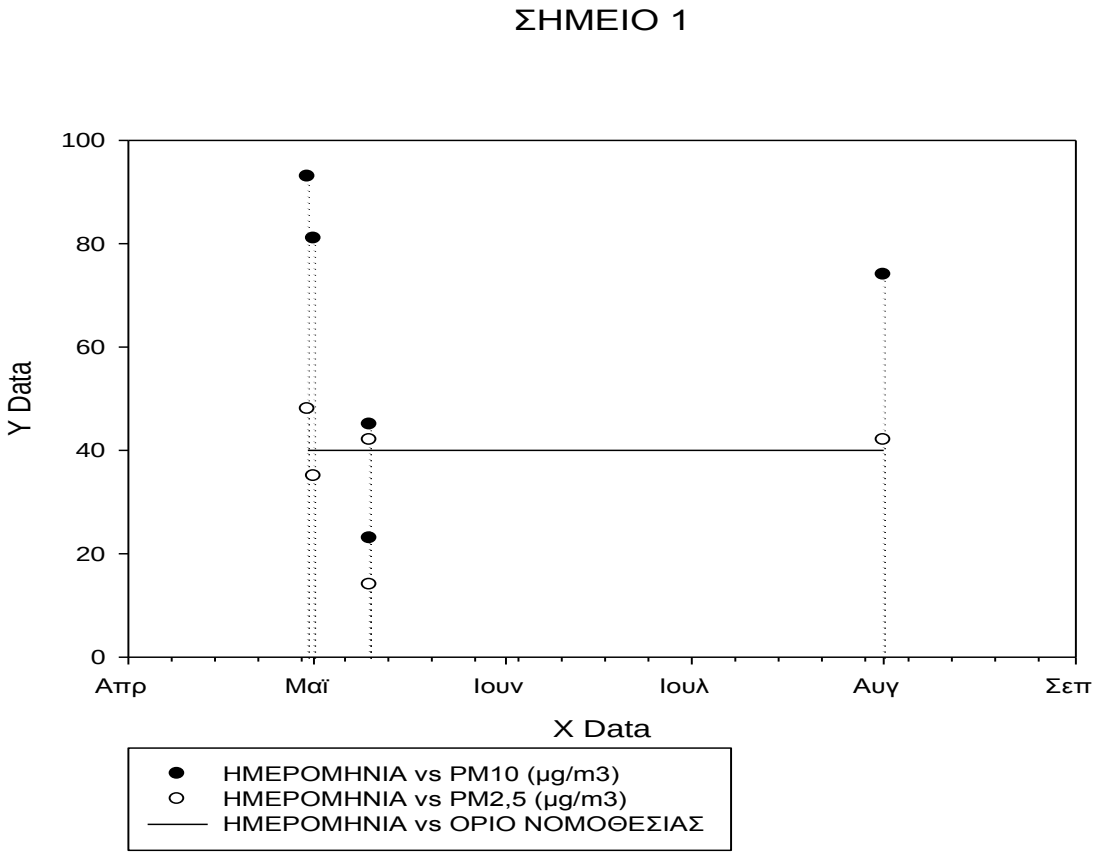
Μετά την συσχέτιση των δεδομένων σε υπερβολική εξίσωση 5 παραμέτρων βρίσκουμε ένα R^2 της τάξεως του 0,34 .

Nonlinear Regression - Dynamic Fitting			
Equation: Hyperbola; Double Rectangular, 5 Parameter			
f=a*x/(b+x)+c*x/(d+x)+e*x			
Summary of Fit Results:			
Converged			58,5%
Singular Solutions			36,5%
Ill-Conditioned Solutions			18,5%
Iterations Exceeding 200			41,5%
Results for the Overall Best-Fit Solution:			
R	**Rsqr**	**Adj Rsqr**	**Standard Error of Estimate**
0,5866	0,3441	0,0817	26,0772

Πίνακας 22 Η αναφορά του προγράμματος για την συσχέτιση των δεδομένων στο σημείο δειγματοληψίας 3.



Διάγραμμα 8 Συγκεντρώσεις των ΑΣ 2,5 και 10 μm για τις ημερομηνίες δειγματοληψίας του σημείου 2



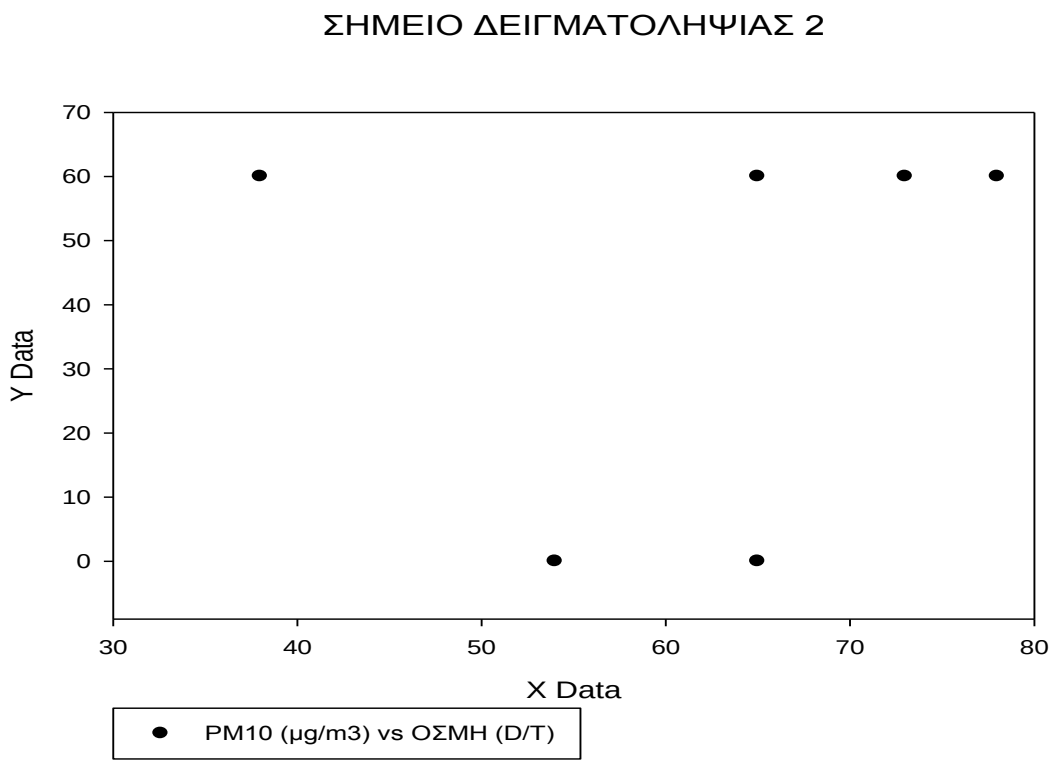
Διάγραμμα 9 Συγκεντρώσεις των ΑΣ 2,5 και 10 μm για τις ημερομηνίες δειγματοληψίας του σημείου 1

Σημεία δειγματοληψίας 1 και 2: Τα σημεία αυτά βρίσκονται 288,60 και 368,15 μέτρα μακριά από την χοιροτροφική μονάδα. Είναι τα κοντινότερα προσβάσιμα σημεία στη μονάδα και είναι σημεία έντονης όχλησης από οσμές. Τα σημεία αυτά βρίσκονται παραπλεύρως της εθνικής οδού και είναι σχετικά κοντά μεταξύ τους για αυτό και θα συζητηθούν μαζί.

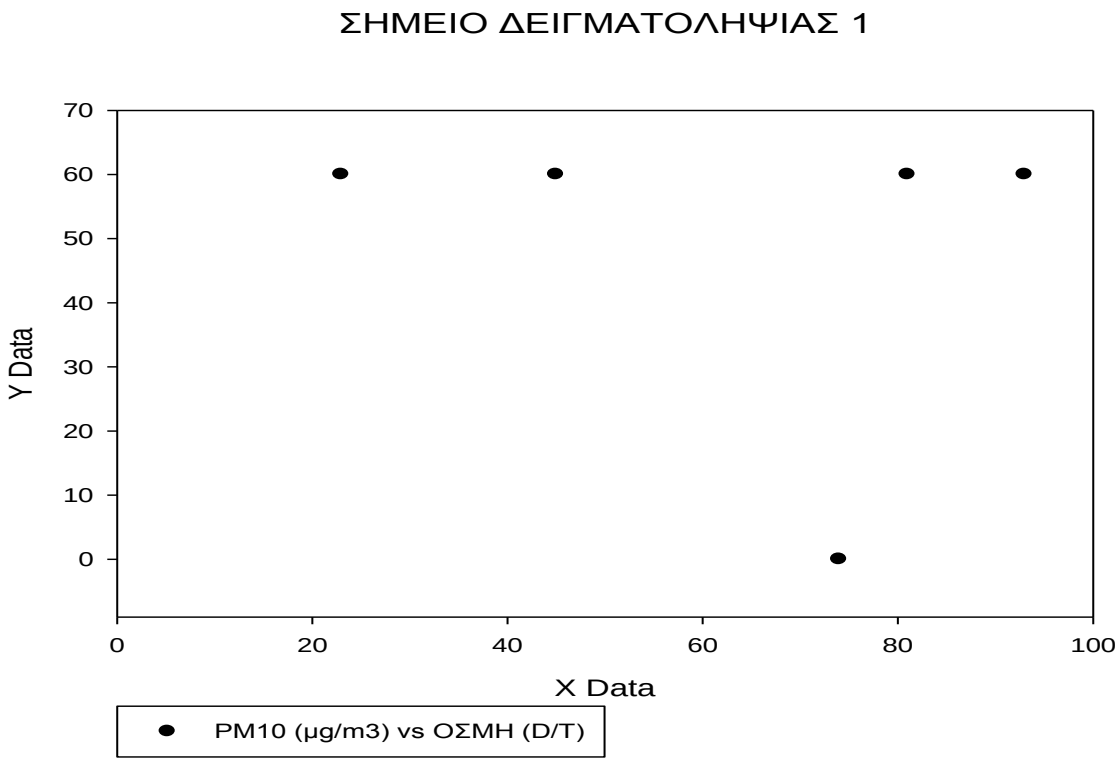
Όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 8 και 9 σε αυτά τα σημεία δειγματοληψίας εμφανίζονται τα μεγαλύτερα επίπεδα συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων από τα υπόλοιπα. Σε όλες σχεδόν τις δειγματοληψίες τα επίπεδα αιωρούμενων σωματιδίων είναι πολύ πιο πάνω από το επιτρεπτό όριο.

Οι συγκεντρώσεις των PM10 είναι υψηλές σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία και έχουν μεγάλη διαφορά από τα αντίστοιχα PM2,5.(διαγράμματα 8-11).

Από τα διαγράμματα 10 και 11 φαίνεται εμφάνιση πολύ υψηλών επιπέδων οσμής και πολύ υψηλές συγκεντρώσεις σωματιδίων σε σχέση με τα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας.



Διάγραμμα 10 Μετρήσεις επιπέδων οσμής με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 2.



Διάγραμμα 11 Μετρήσεις επιπέδων οσμής με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις ΑΣ για το σημείο δειγματοληψίας 1.

Λόγω της έλλειψης αποτελεσμάτων δεν μπορούμε να κάνουμε συσχέτιση τους. Συγκριτικά όμως με τα υπόλοιπα σημεία μπορούμε να πούμε ότι έχουμε υψηλές συγκεντρώσεις ΑΣ και υψηλά επίπεδα όχλησης από την οσμή. Πιστεύω, όμως, ότι αν παίρναμε περισσότερα σημεία αυτά θα αντιστοιχούσαν σε μία σχέση η οποία θα αποτελούσε τις υψηλές τιμές μια υπερβολικής συνάρτησης.

4.4 ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πολλά σημεία τριβής των παραγωγών με το ευρύτερο κοινωνικό σύνολο προκύπτουν, όχι τόσο εξαιτίας της υπερβολικής έκλυσης οσμών, αλλά εξαιτίας της ύπαρξης διαφόρων παραγόντων που επηρεάζουν τη διασπορά των αερίων αυτών. Οι παράγοντες αυτοί είναι η κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων, η απόσταση της μονάδας από κατοικημένες περιοχές, η τοπογραφία και η παρουσία φυσικών ανεμοφρακτών. Στις γενικές αυτές παρατηρήσεις μπορούν να προστεθούν η ποιότητα κατασκευής και η συντήρηση των κτιρίων και των εξωτερικών χώρων της μονάδας. Η δημιουργία μιας ευχάριστης εικόνας προδιαθέτει ευνοϊκά τον εξωτερικό παρατηρητή και αμβλύνει τη φυσική τάση συσχετισμού ενός άσχημου θεάματος με τη δυσοσμία [14].

Λόγω αυτού επιλέχτηκαν σημεία τα οποία θα μπορέσουν να καλύψουν όλες τις κατευθύνσεις των ανέμων, αλλά τα οποία θα είναι και εύκολα προσβάσιμα για τη συχνή παρακολούθηση.

Ένας άλλος παράγοντας για την επιλογή των σημείων δειγματοληψίας, που φορτίζει περεταίρω την ατμόσφαιρα με αιωρούμενα σωματίδια είναι η σκόνη που παράγεται από τις Λατομικές εργασίες η οποία προέρχεται τόσο από τις διεργασίες εξόρυξης των Λατομείων της περιοχής, όσο και από τις μετακινήσεις των φορτηγών και του εκσκαφέα στα μέτωπα, στις πλατείες και στους χωμάτινους δρόμους, εντός του προνομίου του Λατομείου. Επίσης, σκόνη παράγεται κατά την επεξεργασία του πετρώματος με τη θραύση και την κοσκίνηση.

Αυτό, σε συνδυασμό με την ρόφηση των συστατικών της οσμής από τα αιωρούμενα σωματίδια της ατμόσφαιρας, καθώς έχουν την τάση να παίρνουν μέρος σε χημικές αντιδράσεις, έχει σαν αποτέλεσμα τη μετακίνηση της οσμής σε μεγαλύτερες αποστάσεις ,ειδικά για τα PM2,5 που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο, αφού στη μεταφορά σκόνης τα σωματίδια καθιζάνουν ανάλογα με το βάρος τους. Με βάση τις εξισώσεις του Stokes, παρατηρούμε ότι η ταχύτητα κατακρήμνισης των σωματιδίων είναι ανάλογη με το τετράγωνο της διαμέτρου των σωματιδίων. Συνεπώς, λόγο της βαρυτικής καθίζησης τα μεγάλα σωματίδια δεν έχουν τη δυνατότητα να διανύσουν μακρινές αποστάσεις, ενώ σε αντίθεση σωματίδια μικρής διαμέτρου είναι δυνατό να παραμείνουν αιωρούμενα για αρκετά έτη.

Επίσης, τα ΑΣ, μπορούν να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις μέσω του αέρα και ακολούθως να εγκατασταθούν στο έδαφος ή στο νερό, με αποτέλεσμα τις εξής επιπτώσεις:

• αλλάζει η θρεπτική ισορροπία στα παράκτια ύδατα και τις μεγάλες λεκάνες ποταμών,

• μειώνονται οι θρεπτικές ουσίες στο χώμα,

• μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στη χλωρίδα της περιοχής,

• έχουν επιπτώσεις στην ποικιλομορφία των οικοσυστημάτων

Τα αιωρούμενα σωματίδια από θαλασσινό αλάτι δημιουργούνται με δύο τρόπους: Από θραύση των κυμάτων στην θάλασσα, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί σταγονίδια από θαλασσινό νερό, τα οποία ξηραίνονται με την εξάτμιση.

Οι οσμές των χοίρων συνήθως προκαλούνται από ένα εξαιρετικά σύνθετο μίγμα των οσμών που μπορεί να συμβούν στην αέρια υγρή ή στερεή (π.χ. σκόνη) φάση. Περισσότεροι από 150 ενώσεις έχουν αναγνωριστεί ως συμβολή στην οσμή της κοπριάς των χοίρων (Eaton, 1996). Σχετικές οσμές περιλαμβάνουν αλκοόλες, αλδεΰδες, αμίνες, αμμωνία, καρβονύλια, εστέρες, ινδόλες, μερκαπτάνες, οργανικά οξέα, φαινόλες και σουλφίδια (Miner et αϊ, 1975;. Barth et αϊ 1984). Από αυτές τις ενώσεις, αρκετοί ερευνητές έχουν εντοπίσει χαμηλού μοριακού βάρους πτητικά λιπαρά οξέα, φαινόλη, π-κρεζόλη, μερκαπτάνες, ινδόλη και σκατόλη που συμβάλλουν περισσότερο στις οσμές (Schaefer, 1977; Spoelstra, 1980; Williams, 1984). Λόγο του αριθμού των ενώσεων που εμπλέκονται, η αφαίρεση μίας ή περισσότερων επιμέρους ενώσεις δεν μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα οσμής. Πρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν μετρήσεις της οσμής είναι η υγρασία, η σκόνη και οι διακυμάνσεις στην κίνηση των ατμοσφαιρικών ρύπων από τον άνεμο.

Τα θειικά και νιτρικά ιόντα βρίσκονται υπό την μορφή των αντίστοιχων οξέων αρχικά στην ατμόσφαιρα. Μετά τα οξέα αυτά εξουδετερώνονται από την ατμοσφαιρική αμμωνία η οποία βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες στην ατμόσφαιρα λόγο της διάσπασης της ουρίας που βρίσκεται στα απόβλητα, σχηματίζοντας αμμωνιακά άλατα. Το αμμωνιακό ιόν ($NH4^+$) υπερέχει σημαντικά του ιόντος του υδρογόνου (H+), το οποίο και αντικαθιστά στη διαδικασία εξουδετέρωσης. Στο μεγαλύτερο βαθμό τους οι αμμωνιακές ενώσεις ανήκουν στο κλάσμα των σωματιδίων που είναι λεπτόκοκκα.

Η σωματιδιακή ύλη βιολογικής προέλευσης περιλαμβάνει μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια, αλλά και σπόρια, γύρη και τεμαχίδια κυτταρινούχου φυτικού υλικού. Στην πλειοψηφία τους τα σωματίδια αυτά είναι χονδρόκοκκα.

Έτσι, η εισπνοή σκόνης και δύσοσμων εναποθέτει σωματίδια σκόνης στη βλέννα και υπερκαλύπτουν το οσφρητικό βλεννογόνο είναι πιθανό υπεύθυνα για ορισμένες οσμές που σχετίζονται με τις καταγγελίες από τους γείτονες των χοιροτροφικών μονάδων.

Οι παραπάνω παράμετροι μας βοήθησαν σε ένα βαθμό να αναλύσουμε το σήμα των ΑΣ σε κάθε σημείο δειγματοληψίας ,αν και αυτό δεν είναι και τόσο εύκολο γιατί είναι σύμπραξη πολλών παραγόντων όπως η υγρασία, η θερμοκρασία, η φορά και η ένταση του ανέμου, η μορφολογία του εδάφους, η δυσβατότητα της περιοχής, η ώρα δειγματοληψίας, ο χρόνος δειγματοληψίας , η ημερομηνία κ.α. Δεν υπάρχει ουσιαστική πηγή εκπομπής αλλά η ‘’διαρροή’’ οσμής και σωματιδίων γίνεται σε διάφορες φάσεις της παραγωγικής διαδικασίας και εκτροφής είτε λόγω εξοικονόμησης κόστους και ενέργειας είτε λόγω αμέλειας.

Όλοι οι προαναφερθέντες παράμετροι για τα ΑΣ σε συνδυασμό με την οσμή η οποία γίνεται φανερή σε ντόπιους και τουρίστες καθιστά την περιοχή άξια για αντικείμενο μελέτης των λυμάτων και των αέριων ρυπαντών της για το καλό του οικοσυστήματος αλλά και για την υγεία των κατοίκων της. Η μαζική παραγωγή και εκτροφή ζώων που εξυπηρετεί τις ανάγκες του ανθρώπου δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να γίνεται εις βάρος ούτε του περιβάλλοντος αλλά ούτε και του ανθρώπου.

4.5 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η εργασία αυτή αποτελεί πρωτόλειο της σχετικής έρευνας για την ολοκλήρωσης της οποίας απαιτείται μεγαλύτερος αριθμός μετρήσεων, περισσότερα σημεία δειγματοληψίας, συστηματικότερη μέτρηση, ο συσχετισμός με μοντέλα διασποράς, επιλογή σημείων που δεν θα περιλαμβάνουν άλλες πηγές εκπομπών, η χρήση ενόργανης ανάλυσης για στοιχειακή παρακολούθηση (GC, ICP-AES). Παρ’ όλα αυτά αποτελεί τροφή για σκέψη και η βελτίωση της θα αποτελέσει εργαλείο για την καταπολέμηση της υποκειμενικότητας της οσμής από ρυπαντές εξωτερικών χώρων. Σε αυτό το σημείο ας αναλύσουμε τους παράγοντες που χρειάζονται βελτίωση.

Μεγαλύτερος αριθμός μετρήσεων: Η διεξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων και η καλύτερη συσχέτιση των μετρήσεων μας ενισχύεται από τον αριθμό των μετρήσεων μας. Θα πρέπει, λοιπόν, να λάβουμε περισσότερες μετρήσεις ανά ημέρα και ανά μήνα έτσι ώστε να έχουμε μια πιο σφαιρική εικόνα για τη φόρτιση της περιοχής από τους δύο αυτούς ρυπαντές. Άλλωστε, εκτός από τα ημερήσια όρια για τα ΑΣ στην ελληνική νομοθεσία

υπάρχουν και τα ετήσια για τα οποία δεν μπορούμε στα πλαίσια αυτής της εργασίας να εξάγουμε αποτελέσματα.

Περισσότερα σημεία δειγματοληψίας: Η πλειοψηφία των ανέμων της περιοχής είναι δυτικοί και βόρειοι. Παρά, όμως, το γεγονός αυτό θα πρέπει οι μετρήσεις μας να καλύπτουν όλο τις κατευθύνσεις των ανέμων έτσι ώστε να μπορέσουμε να βγάλουμε το χάρτη των περιοχών γύρω από τη χοιροτροφική μονάδα οι οποίες πλήττονται περισσότερο και σε τι ποσοστό. Ακόμη, θα πρέπει να πάρουμε και σημεία τα οποία θα απέχουν πολλαπλάσιο μιας σταθερής απόστασης (απόσταση του κοντινότερου σημείου από την μονάδα) και θα διαγράφουν μία ευθεία ίδιας διεύθυνσης. Αυτό θα μας βοηθήσει να εντοπίσουμε τις αποστάσεις που καθιζάνουν τα ΑΣ ανάλογα με το μέγεθός τους.

Συστηματικότερη μέτρηση: Λόγω της έλλειψης χρόνου, δεν καταφέραμε να καλύψουμε όλες τις ώρες της ημέρας, αλλά και λόγω της περιοχής δεν μπορούσαμε να μετρήσουμε ούτε και τις πολύ βραδινές και πολύ πρωινές. Επομένως, δεν μπορέσαμε να διαθέτουμε αρκετές μετρήσεις τόσο για την ίδια μέρα όσο και για όλους τους μήνες του χρόνου ή ακόμα και διαφορετικών χρόνων. Είναι γεγονός, ότι η συστηματικότερη μελέτη θα βοηθήσει στο να απομονώσουμε κάποιους παράγοντες όπως είναι π.χ. η υγρασία για την διεξαγωγή συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στην επιθυμητή συσχέτιση των δύο ρυπαντών. Λόγο της πολυπλοκότητας του σήματος και των πολλών εμπλεκόμενων παραγόντων μία εξίσωση μπορεί να είναι εντελώς ανεπαρκής.

Ο συσχετισμός με μοντέλα διασποράς: Τα μοντέλα διασποράς είναι αυτά τα οποία θα μας γλυτώσουν από έναν μεγάλο αριθμό μετρήσεων καθώς θα προβλέψουν τις συγκεντρώσεις των ρύπων σε συγκεκριμένη απόσταση από την πηγή. Το μειονέκτημα των μοντέλων διασποράς είναι ότι είναι προσομοιωτές της επικρατούσας αέριας κατάστασης οπότε μπορεί μια λάθος θεώρηση στο μοντέλο να οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα.

Χρήση εξελιγμένων μεθόδων τεχνολογίας: Λόγω πολλών κοινών χημικών συστατικών σε οσμή και σωματίδια, ειδικά στην ατμόσφαιρα των χοιροτροφικών μονάδων, η χρήση ενόργανων τεχνικών όπως το ICP-AES και το GC-MS θα βοηθήσουν στον προσδιορισμό της σύστασης των ΑΣ και της οσμής για κάθε τιμή της συγκέντρωσής τους. Αυτό θα μας δώσει κάποια ποσοτική αντιστοιχία των συγκεντρώσεων με κάποια οικογένεια χημικών συστατικών. Ακόμη, η χρήση πιο εξελιγμένων στατιστικών προγραμμάτων θα βοηθήσει στην καλύτερη στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων στα σημεία δειγματοληψίας και την δυνατότητα πιο επιλεκτικών επιλογών.

Απομόνωση των φαινομένων: Λόγο του ότι μετρήσαμε σε ανοικτό περιβάλλον δεν μπορέσαμε να απομονώσουμε μόνο το σήμα της μονάδας. Σίγουρα οι μετρήσεις περιλαμβάνουν μέσα και άλλες πηγές μόλυνσης όπως είναι τα λατομεία τα οποία προσροφούν την οσμή και την μεταφέρουν, τα αυτοκίνητα των τοπικών οδών οι σκόνες και τα χημικά από τις αγροτικές καλλιέργειες των γύρω περιοχών. Επομένως, η συγκεκριμένη μονάδα δεν μπορεί να αποτελέσει πρότυπο για την μοντελοποίηση της συσχέτισης οσμής και σωματιδίων.

Ύστερα από την επεξεργασία των αποτελεσμάτων κατέληξα στο συμπέρασμα κατόπιν δοκιμών, καταρχήν ότι τα αιωρούμενα σωματίδια και η οσμή σε μία χοιροτροφική μονάδα σχετίζονται και λόγω βιβλιογραφίας αλλά λόγω μετρήσεων με μία αναλογική σχέση δηλαδή όταν έχω υψηλές συγκεντρώσεις ΑΣ που οφείλονται όμως στις εκπομπές του εργοστασίου, τότε θα έχω και υψηλά επίπεδα οσμής. Σε δεύτερο επίπεδο η σχέση που ταιριάζει περισσότερο στα σημεία των δεδομένων είναι η υπερβολική πέντε παραμέτρων με εξίσωση f=a*x/(b+x)+c*x/(d+x)+e*x. Οι πέντε αυτοί παράγοντες είναι η συγκέντρωση των ΑΣ, η υγρασία, η θερμοκρασία, η ένταση του αέρα και η απόσταση από την πηγή. Επειδή όμως όλοι αυτοί οι παράγοντες μεταβάλλονται συνεχώς πιστεύω ότι το κάθε σημείο μετρήσεων που πήρα αντιστοιχεί και σε μία υπερβολική καμπύλη παραπλήσιων συνθηκών ενός από τους πέντε παράγοντες. Έτσι δημιουργείται ένα σύνθετο γράφημα. Όλο αυτό το σκεπτικό πιστεύω θα απλουστευθεί αν χρησιμοποιήσουμε μοντέλα οσμής και διασποράς σωματιδίων.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Environmental Protection Agency. "Concentrated Animal Feeding Operations." 4/5/02.
2. http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE/PAGE-themes?p_param=A1009&r_param=SPK72&y_param=2007_00&mytabs=0
3. Γεωργακάκης Δ., 1998. Σημειώσεις Εργαστηρίου «Οργάνωση και Σχεδιασμός Κτηνοτροφικών Μονάδων», Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (Γ.Π.Α.)
4. Γεωργακάκης Δ., 1998. 'Επεξεργασία και Διάθεση Αποβλήτων Πτηνοκτηνοτροφικών Μονάδων και Γεωργικών Βιομηχανιών'
5. Wright T. Richard , 2005, 'Environmental Science'
6. Halvadakis C., Lekakis J., 1988 'Hog-Farm Waste Management: Investment Opportunities in Greece'
7. Μιχαλοπούλου, Χ. (2004). Νομοθεσία για το περιβάλλον. Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις ΖΗΤΗ.
8. Gostelow,P., Parsons,S.A. and Stwetz,R.M .2001. Odour measurements for sewage treatment works.Water Res. 35,579-597.
9. Schiffman,S.S, Bennett, J.L. and Raymer, J.H.2001.Quantification of odors and odorants from swine operations in North Carolina. Agric.Forest Meteorol. 108,213-240.
10. Cariou,S., and Guillot,J.M .2006. Double-layer tedlar bags: a means to limit humidity evolution of air samples and to dry humid air samples. Annals of Bioanal. Chem. 384,468-474.
11. Winter, P. and Duckman, S.C. 2000.Analysis of volatile odour compounds in digested sewage sludge and aged sewage sludge cake. Water Sci. Technol. 41(6), 73-80.
12. Livermore, A. and Laing, D.G.1998.The influence of chemical complexity on the perception of multicomponent odor mixtures. Percept. Psychophys. 60,650-661.
13. Suffet, I.H., Burlingame, G.A., Rosenfeld, P.E. and Bruchet, A. 2004, The value of an odor-quality-wheel classification scheme for wastewater plants. Water Sci Technol. 50(4), 25-32
14. Τζίχα Γ., Περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραγόμενων αερίων ρύπων κατά την παραγωγή και διαχείριση πτηνοκτηνοτροφικών αποβλήτων - μέτρα αντιμετώπισης, Αθήνα 2005, Γ.Π.Α.
15. Gostelow P., Parsons S.A., Stuetz R.M. (2001) "Odour Measurements for sewage treatment works" Water Resources Vol.35, No3, pp.579-597
16. Metcalf & Eddy, revised by Tchobanoglous G., Burton F. L., Stensel D. (2003) "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse", McGraw-Hill.
17. Nimmermark S. (2004), "Odor Impact - odour release, dispersion and Influence on human well-being with specific focus on animal production", Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences
18. . Stuetz R., Frenchen FB (2001), "Odours in Wastewater Treatment –Measurement, Modelling and Control", IWA Publishing.
19. Ministry for the Environment of N. Zealand (2003), "Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour in New Zealand (Air Quality Technical Report 36)", (www.mfe.govt.nz).

20. BS EN 13725:2003, Air quality – Determination of Odor Concentration by Dynamic Olfactometry.
21. VDI 3882 (1997), “Part 1: Determination of odour intensity”, Beuth Verlag, Dusseldorf, Germany
22. Freeman T. and Roger Cudmore (2002) “Review of odour management in New Zealand (Air quality technical report 24)”, Ministry of the Environment (www.mfe.govt.nz).
23. Odour impacts and odour emission control measures for intensive agriculture, Final report, 2001, Environmental Protection Agency
24. A review of the science and technology of odor measurement, 2005, St. Croix Sensory, Inc.
25. Πουλή Αικατερίνη, Α.Χαλουλάκου, Διπλωματική εργασία, ’’Καταγραφή των επιπέδων αιωρούμενων σωματιδίων (PM10 , PM2,5) σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους στο κέντρο της Αθήνας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Πανεπιστήμιο Πειραιώς (σελ 7-20)
26. Αγγουράκης Φίλιππος, Μουσιόπουλος Νικόλαος Διπλωματική εργασία, «ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΛΑΤΟΜΕΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΟΥ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών, Θες/νικη 2013 (σελ 1-10)
27. Gerasopoulosa , Kouvarakisa G., Babasakalisa P., Vrekoussisa M., Putaudb J.-P., Mihalopoulos (2006) N., Origin and variability of particulate matter (PM10) mass Concentrations over the Eastern Mediterranean, Atmospheric Environment 40, pp.4679–4690
28. Petersen, W.B. and Rumsey, E.D. (1987), User's Guide for PAL 2.0 - A Gaussian Plume Algorithm for Point, Area, and Line Sources, EPA/600/8-87/009, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolinα
29. Kavouras I.G., Joy L., Koutrakis P., Stephanou E.G., Oyola P., “Measurement of Particulate Aliphatic and Polynuclear Aromatic Hydrocarbons in Santiago de Chile: Source Reconciliation and Evaluation of Sampling Artifacts”, Atmospheric Environment, Vol. 33, pp. 4977-4986, 1999.
30. Manahan S.E., “Environmental Chemistry”, 6th Edition, Lewis Publishers, Florida,1994.
31. Harrison R.M., Jones M., “The Chemical Composition of Airborne Particles in the U.K. Atmosphere”, Science of the Total Environment, Vol. 168, pp. 195-214, 1995.
32. Seinfeld J.H., Pandis S.N., “Atmospheric Chemistry and Physics – From Air Pollution to Climate Change”, 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2006.
33. Harrison R.M., Yin J., “Particulate Matter in the Atmosphere: Which Particles Properties are Responsible for its Effects on Health”, Science of the Total Environment, Vol. 249, pp. 85-101, 2000.
34. Milloy S.J., “Scientists at Toxicology Meeting Question Data Adequacy for PM Standard”, Bureau of National Affairs Daily Environment Report (9 March 1998), http://www.alaw.org/pmfact.html, 1998.
35. Chow J.C., “Measurement Methods to Determine Compliance with Ambient Air

Quality Standards for Suspended Particles", Journal of the Air and Waste Management Association, Vol. 45, pp. 320-382, 1995.

36. Jorge Pey , Xavier Querol, Andrés Alastuey, «Variations of levels and composition of PM10 and PM2.5 at an insular site in the Western» Mediterranean Institute of Environmental Assessment and Water Research IDÆA, CSIC, C/Jordi Girona, 18-26, 08034 Barcelona, Spain
37. Robert W. Bottcher , «An Environmental Nuisance: Odor Concentrated and Transported by dust», North Carolina State University, Department of Biological and Agricultural Engineering,Box 7625, Raleigh, NC 27695-7625, USA
38. Εμμανουέλλα Ρεμουντάκη, «Μηχανισμοί κινητικότητας ρύπων (μετάλλων)», Βοηθητικές Σημειώσεις, ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΤΗ ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΛΙΚΩΝ, Σχολή Μεταλλειολόγων ΕΜΠ.
39. ''ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ'', ΑΡ Φύλλου 125 Οδηγία 1999/30.ΕΚ
40. Environment Agency , «Technical Guidance Note (Monitoring) M8», Monitoring Ambient Air , , Version 2, May 2011
41. NASAL RANGER OPERATION MANUAL, **OPERATION MANUAL ,**Version 6.2**,***U.S. Patent No.: 6,595,037,*St. Croix Sensory, Inc.**,**www.NasalRanger.com
42. Dust Trak 8520 Manual

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΟΣΜΗ ΜΕΤΑΦΕΡΟΜΕΝΗ ΑΠΟ ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ

Η εντατική παραγωγή χοίρων παράγει εκπομπές οσμών οι οποίες απορρέουν από τα κτίρια που στεγάζουν τα ζώα. υψηλά ποσοστά εξαερισμού φέρουν στις εγκαταστάσεις καθαρό αέρα, μειώνει τα επίπεδα της θερμότητας και της υγρασίας και την ενισχύει την παραγωγικότητα χοιρινού. Πολυάριθμες ενώσεις συμβάλλουν μοναδικά στην έκκληση ενοχλητικών οσμών από τις εγκαταστάσεις των χοίρων, συμπεριλαμβανομένων των λιπαρών οξέων, αμινών, αρωματικών ενώσεων και ενώσεων του θείου. Τα σωματίδια σκόνης, τα οποία προέρχονται κυρίως από τα κόπρανα και τις ζωοτροφές, μπορούν να απορροφηθούν και να προσροφήσουν οσμές στις εγκαταστάσεις των χοίρων. Επιπλέον, τα οργανικά σωματίδια μπορούν να υποβαθμιστούν και να παράγουν δύσοσμες ενώσεις. Οσμογόνες ουσίες μπορούν να υπάρχουν σε πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις στα σωματίδια σκόνης από ό,τι σε ισοδύναμους όγκους αέρα. Έτσι, η εισπνοή σκόνης και δύσοσμων εναποθέτει σωματίδια σκόνης στη βλέννα και υπερκαλύπτουν το οσφρητικό βλεννογόνο είναι πιθανό υπεύθυνα για ορισμένες οσμές που σχετίζονται με τις καταγγελίες από τους γείτονες των χοιροτροφικών μονάδων. Η ακριβής πρόβλεψη της οσμής των μεταφορών και της διασποράς που προέρχεται από αγροκτήματα χοίρων ενδέχεται να απαιτούν μοντέλα διασποράς της σκόνης και το συσχετισμό μεταξύ της σκόνης και των επιπέδων της οσμής. Δυστυχώς, πολλές προσεγγίσεις για την εκτίμηση των επιπτώσεων της οσμής συμπεριλαμβάνουν σήμερα το φιλτράρισμα του αέρα για την απομάκρυνση σωματιδίων πριν από την ανίχνευση από τον άνθρωπο ή από ηλεκτρονικούς αισθητήρες. Ταχεία πρόοδος στην κατανόηση αυτών και άλλων προβλημάτων ελέγχου οσμών στον «πραγματικό κόσμο» θα απαιτήσει μεθοδολογικές καινοτομίες που επιτρέπουν την ποσοτικοποίηση των οσμών που εμπεριέχονται σε ρεύματα αέρα που περιέχουν αέρια και σωματιδιακή φάση. Εκπομπές οσμών από τα κτίρια παραγωγής εντατικών επιχειρήσεων κτηνοτροφίας (ILOs) μπορεί να δημιουργήσει ένα μεγάλο πρόβλημα σε πολλές περιοχές της χώρας. Οι εκπομπές αυτές προκύπτουν, εν μέρει από την ανάγκη για τον εξαερισμό των κτιρίων παραγωγής με την κίνηση σε μεγάλες ποσότητες φρέσκου αέρα για να αναγκάσει την έξοδο περίσσειας θερμότητας, υγρασίας, αμμωνίας και σκόνης από του εσωτερικό του εναέριου χώρου. Οι ILOs δημιουργούν τόσο μεγάλες ποσότητες βιολογικής ζέστης ,υγρασίας που τα απόβλητα αραίωσης εξαερισμού είναι η πιο οικονομική και, ως εκ τούτου κυρίαρχη μέθοδος άρσης των εσωτερικών χώρων ρύπων του αέρα από τα κτίρια. Οι απαιτήσεις αερισμού για τη ζωική ευημερία σε ζεστό καιρό είναι μεγάλες, συνήθως 70-80 εναλλαγές αέρα / h (ACH), το οποίο είναι περίπου 10 φορές μεγαλύτερη από το τυπικό ποσοστό για τους περισσότερους άλλους τύπους κτιρίων. Παρά το γεγονός ότι ο αερισμός του κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων βελτιώνει την παραγωγικότητα των ζώων και την ευημερία τους, η εκπομπή οσμών ή σωματιδίων στον αέρα από τα κτίρια συμβάλλει

σημαντικά στα προβλήματα οσμής. Ο Schiffman et al διαπίστωσε ότι οι γείτονες των χοιροτροφικών αγροκτημάτατων υπέστησαν περισσότερες διαταραχές στη διάθεσης και τα αρνητικά συναισθήματα από ένα πληθυσμό ελέγχου των κατοίκων της υπαίθρου (Schiffman et all, 1995). Παρακάτω θα εξετάσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την εκπομπή των οσμών χοιροτροφικών μονάδων, τις αλληλεπιδράσεις των οσμών με τη σκόνη και τις επιπτώσεις για τη μέτρηση οσμών των χοίρων. Το επιθυμητό αποτέλεσμα είναι να δώσουν κίνητρα στους ερευνητές στην ανάπτυξη μεθόδων μέτρησης οσμή και περισσότερων μελετών έκθεσης οσμογόνων σωματίδιων.[9]

Προσπάθειες για τη μέτρηση οσμών σε χοιροτροφικές εγκαταστάσεις

Αρκετές μέθοδοι έχουν εφαρμοστεί για τη μέτρηση των οσμών ζωικής προέλευσης, η πιο δημοφιλής είναι η olfactometry και η scentometry. Η olfactometry αφορά τον ανθρώπινο παράγοντα καθώς ο μελετητής εισπνέει καθαρό αέρα και οσμηρό αέρα σε διάφορες καλά ελεγχόμενες αραιωμένες αναλογίες. Η scentometer είναι μια συσκευή η οποία επιτρέπει σε ένα μελετητή (ανθρώπινος παράγοντας) να εισπνέει αέρα μέσα στην μύτη μέσω ενός θαλάμου που περιέχει οσμηρό αέρα που αναμιγνύεται με τον αέρα που καθαρίζεται με ένα φίλτρο ενεργού άνθρακα (Huey et αϊ., 1960).

Το μέγεθος του ανοίγματος που επιτρέπει την εισόδου του οσμηρού αέρα καθορίζει την αναλογία αραίωσης. Ερευνητές στο Τέξας έχουν αναπτύξει και αξιολογήσει δυναμικές olfactometers για μετρήσεις οσμής του περιβάλλοντος χώρου και ήταν σε θέση να συγκρίνουν μετρήσεις από olfactometer και scentometer. (Sorel et al., 1983; Sweeten et al., 1983). Πιο πρόσφατα, η olfactometry έχει εφαρμογή για τη μέτρηση των οσμών χοίρων στο Iowa State University ένα (Bundy et al 1993), το Πανεπιστήμιο της Μινεσότα (Clanton et al 1993) και στο Πανεπιστήμιο Duke (Schiffman και Williams, 1999). Αν και η ποσοτικοποίηση των οσμών και των αερίων ρύπων είναι σημαντικές για την αξιολόγηση της ποιότητας του αέρα, το ποσοστό των εκπομπών ρύπων είναι επίσης σημαντικό για τον προσδιορισμό των ενδεχόμενων επιπτώσεων που προκαλούν. Το ποσοστό των εκπομπών του αέριου ρύπου από ένα κτίριο είναι το γινόμενο της συγκέντρωσης ατμοσφαιρικών ρύπων στον αέρα εξάτμισης πολλαπλασιαζόμενο με το ρυθμό ροής του αέρα. Για παράδειγμα, ο ρυθμός εκπομπής σκόνης από χοίρους που μετράται σε μια ευρωπαϊκή μελέτη που περιλαμβάνει το Ηνωμένο Βασίλειο, τις Κάτω Χώρες, τη Δανία και τη Γερμανία κατά μέσο όρο μετρήθηκε 0.031 mg / s / χοίρο όταν το μέσο βάρος των χοίρων 73 kg (Takai et al 1998). Το ποσοστό αυτό αντιστοιχεί σε 2,7 kg/day/1000 κεφαλή από πολλά ‘’παραδοσιακά’’ κτίρια των χοιτροφικών μονάδων ~ 1000 χοίρους, αυτό αντιπροσωπεύει επίσης στο ποσοστό των εκπομπών σκόνης ανά τέτοιο κτίριο. Οι ίδιοι τύποι των υπολογισμών ποσοστού των εκπομπών μπορεί να γίνει και για άλλους ατμοσφαιρικούς ρύπους, όπως η αμμωνία και άλλες

δύσοσμες ενώσεις, και επίσης γίνονται για τις οσμές χρησιμοποιώντας μετρήσεις αντοχής στην οσμή. Από τότε που οι οσμές των χοίρων τείνουν να είναι ενοχλητικές για τους ανθρώπους, η δυσάρεστη οσμή είναι μια σημαντική παράμετρος των μονάδων παραγωγής χοιρινού. Ωστόσο, η επικρατούσα προσέγγιση για την ποσοτικοποίηση της έντασης της οσμής των χοίρων περιελάμβανε τον προσδιορισμό του πότε μέλη των ειδικών ομάδων μπορούν μόλις και μετά βίας να ανιχνεύσουν την οσμή. Αυτή είναι η αναλογία ορίου ανίχνευσης ή αραίωσης, η οποία μετράται σε μονάδες οσμής (odor units OU) (Chen et al, 1999). Η συγκέντρωση των οσμών στο όριο ανίχνευσης έχει οριστεί να είναι 1,0 OU/m^3 (Sneath και Clarkson, 2000), ούτως ώστε οι εκπομπές οσμών μπορούν να εκφράζονται σε μονάδες οσμής ανά δευτερόλεπτο (OU / s) ή μονάδες οσμή ανά δευτερόλεπτο ανά μονάδα ζώου (animal unit AU), όπου 1 AU = 50 0 kg βάρους του ζώου (OU / s / AU). Για παράδειγμα, οι Heber και Ni υπολόγισαν ότι οι εκπομπές οσμών από κτίρια χοίρων να κυμαίνεται 5-36 OU / s / AU (Heber και Ni, 1999). Παρά το γεγονός ότι η προσέγγιση αυτή είναι αμφιλεγόμενη, δηλαδή πολλοί άνθρωποι έχουν αντιρρήσεις ως προς την έννοια των «μονάδων οσμής ανά κυβικό μέτρο», όπως είναι φυσικό νόημα, η μέτρηση παραμένει χρήσιμη σε ορισμένες περιπτώσεις. Παρόλο που η χρήση μονάδων οσμής για την ποσοτικοποίηση των εκπομπών οσμών έχει γίνει δημοφιλής με τις γεωργικές ερευνητές οσμής, οι ίδιοι ερευνητές έδειξαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των εργαστηρίων στις μετρήσεις οσμών και των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την ποσοτικοποίηση της αντίληψης των οσμών. Αυτό μπορεί να αντανακλά διαφορές στις ικανότητες ανίχνευσης των ανθρώπων ως «μέσα οσμών», για τις οποίες λίγα είναι εμφανής στη βιβλιογραφία. Τα ζητήματα αυτά μπορούν να εξηγήσουν γιατί οι ερευνητές προσπαθούν να συσχετίσουν τις μετρήσεις οσμών για τους χοίρους δείγματα αέρα κτιρίου με χρήση olfactometry με αντικειμενικές μεθόδους που δεν έχουν μεγάλη επιτυχία. Για παράδειγμα, Gralapp et αϊ., ήταν σε θέση να συσχετίσει ηλεκτρονική μύτη και μετρήσεις GC για δείγματα εσωτερικού αέρα χοιτροφικών εγκαταστάσεων αρκετά καλά (r^2> 0.8), αλλά όχι ηλεκτρονική μύτη και olfactometry (r^2 <0,1) ή GC και olfactometry (r^2 <0,2) (Gralappet αϊ., 2000). Οι ερευνητές στις χημικές αισθήσεις είναι στην καλύτερη δυνατή θέση για να βοηθήσουν στην αντιμετώπιση αυτών των ελλείψεων.[37]

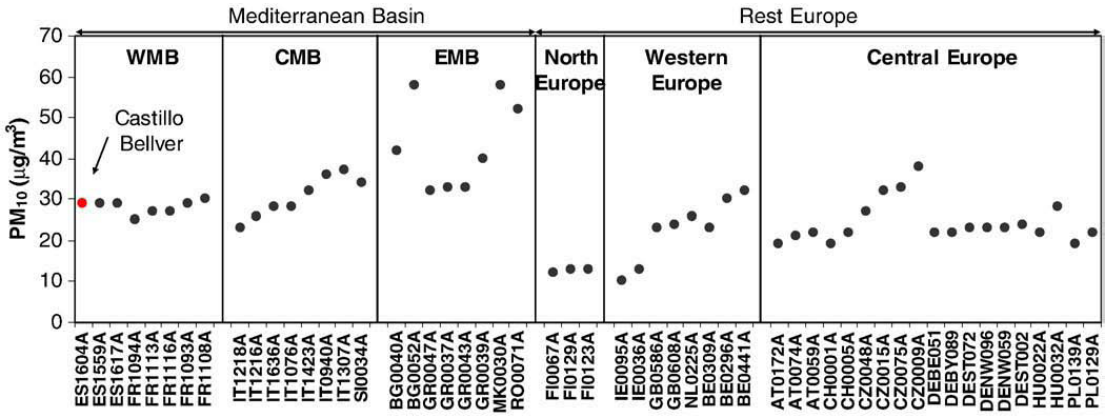
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΜΕΛΕΤΗΣ ΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΗΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ ΜΕ ΤΑ ΙΔΙΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η νησιωτική προαστιακή τοποθεσία του Castillo de Bellver επιλέχθηκε για τη μελέτη της μεταβλητότητας των επιπέδων PM και της σύνθεσης στη Δυτική λεκάνη της Μεσογείου (WMB). Η μέση ετήσια (2004) PM10 και PM2.5 επίπεδα σε αυτήν την τοποθεσία ήταν 29 και 20 μg/m3, αντίστοιχα. Αυτά τα επίπεδα μπορεί να θεωρηθεί σχετικά χαμηλά, σε σύγκριση με άλλες νησιωτικές περιοχές προαστιακές στη

Λεκάνη της Ανατολικής Μεσογείου , αλλά είναι υψηλότερες από εκείνες που είχαν καταγραφεί στις περισσότερες από τις ευρωπαϊκές προαστιακές θέσεις, κυρίως στη Βόρεια και τη Δυτική Ευρώπη. Εποχιακή διακύμανση των επιπέδων PM σε αυτή την τοποθεσία διέπεται από τη μετεωρολογικά φαινόμενα και όχι οι τοπικές εκπομπές, ενώ οι καθημερινοί κύκλοι καθορίζονται σαφώς από τις ανθρωπογενείς εκπομπές, προερχόμενες κυρίως από την αστική περιοχή της Πάλμα ντε Μαγιόρκα και την περιοχή του λιμανιού της ίδιας πόλης. [36]

Όσον αφορά τη σύνθεση αεροζόλ σε αυτήν την τοποθεσία, το κύριο συστατικό PM είναι το ανόργανο υλικό (29% σε τα PM10 και 16% στα PM2.5), περισσότερο από το 50% (PM10) αποδίδεται με την αφρικανική σκόνη. Το ποσό των δευτερογενών ανόργανων σωματιδίων είναι επίσης πολύ υψηλή (27% σε ΑΣ10 και 34% στα PM2.5), με την επικράτηση του προστίμου θειικό αμμώνιο, και σε μικρότερο ποσοστό νιτρικού αμμωνίου λεπτές (το χειμώνα) και χοντρό Ca και Na νιτρικό (με υψηλότερη σημασία το καλοκαίρι). Τα ανθρακούχα σωματίδια αντιπροσωπεύουν το 17% των PM10 και 25% των PM2.5. Το στοιχειακό άνθρακα / οργανικού άνθρακα (EK / OC) δείκτης ανήλθε σε μέση τιμή 0,17, παρόμοιες με εκείνες που παρατηρούνται σε περιφερειακό θέσεις υπόβαθρο στην δυτική ακτή της Ισπανίας. Τα ‘’θαλάσσια’’ αερολύματα σπρέι (κυρίως δευτερευόντων) αντιπροσώπευε περίπου το 10% των PM10, και μόνο το 4% PM2.5. Τέλος, η ανεξήγητη κλάσμα αυξήθηκε από 15% σε 20% σε PM2.5, που ως επί το πλείστον οφείλεται στο νερό.

Οι συγκεντρώσεις των ιχνοστοιχείων στα PM10 και PM2.5 ήταν συνήθως στην περιοχή με εκείνες που παρατηρούνται ως υπόβαθρο σε περιφερειακές θέσεις στην Ιβηρική Χερσόνησο, με την εξαίρεση των τυπικών ιχνηθετών της οδικής κυκλοφορίας, όπως Cu, Sb, Zn, Sn και Ba, η οποία παρουσίασε συγκεντρώσεις στην περιοχή των αστικών περιοχών της Iberia. Άλλα στοιχεία, όπως Cr, Zr, Hf και Co αναγνωρίστηκαν ως οι κύριες χρωστικές ουσίες σε εισφορές του λιμανιού.[36]



Σχήμα 3.5:. Mean annual PM10 levels (μg/m3) registered at suburban sites across the Mediterranean basin and other regions in Europe (data from Airbase) during 2004.

PM ΣΥΝΘΕΣΗ:ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΣΥΝΗΣΤΩΣΕΣ PM2,5 ΚΑΙ PM10

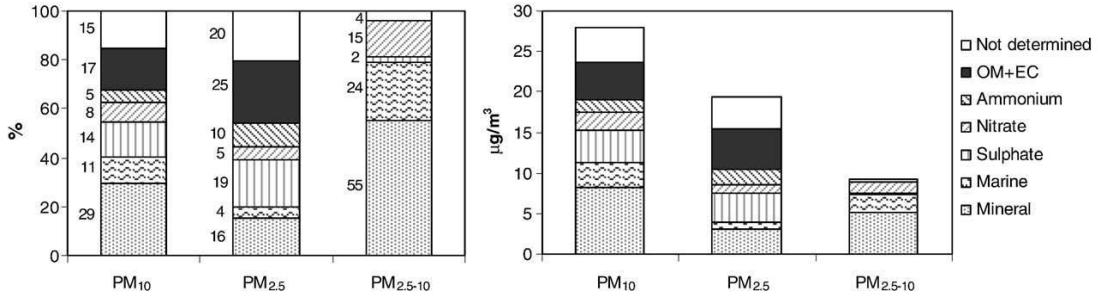
Τα PM10 (σχήμα 3.6) στο Castillo de Bellver κυρίως αποτελείται από ανόργανο υλικό (άθροισμα των SiO_2, CO_3^{2-}, Ca, Al_2O_3, Mg, Fe, K και Ti), το οποίο, σε ετήσια βάση, αντιστοιχεί σε 8,4 μg/m3(29% της μάζας των PM10), δευτερογενών ανόργανων αερολυμάτων (SIA, άθροισμα των SO_4^{2-}, NO_3 και NH_4^+), τα οποία αντιπροσωπεύουν το 7,8 μg/m^3 (27%),οργανική ύλη και στοιχειακό άνθρακα (ΟΥ + ΣΑ, 5,0 μg/m^3,17%), ανεξήγητο κλάσμα, κυρίως νερό που δεν αποβάλλεται κατά τη διάρκεια της σταθεροποίηση των φίλτρων (4,5 μg/m^3, 15%) και η αλμύρα (το άθροισμα Na και Cl^-, 2,9 μg/m^3, 11%).

Τα PM2.5 (σχήμα 3.6) είναι κατά κύριο λόγο αποτελείται από SIA (6,7 μg/m^3, 34%), ΟΥ + ΣΑ (5,0 μg/m^3, 25 %), ανεξήγητη κλάσμα (4,1 μg/m^3, 20%), τα ανόργανα σώματα (3,1 μg/m^3, 16%) και τη θάλασσα ψεκασμού (0,8 μg/m^3, 4%).Από τη διαφορά μεταξύ των συγκεντρώσεων καταγράφονται PM10 και PM2.5 αυτές (η δειγματοληψία των δύο κλάσματα των αιωρούμενων σωματιδίων εκτελείται ταυτόχρονα) έχουμε λάβει τη συνεισφορά από το χονδρόκοκκο κλάσμα (PM2.5-10). Αυτό αποτελείται κατά κύριο λόγο (σχήμα 3.6) από ορυκτή ύλη (5,2 μg/m^3, 55%), σπρέι θάλασσας (2,2 μg/m^3, 24%) και νιτρικά (1,4 μg/m^3, 16%). Το κύριο χαρακτηριστικό αυτού του κλάσματος είναι τα σχετικά υψηλά επίπεδα σε νιτρικά άλατα (πάνω από το 50% των νιτρικών αλάτων στα PM10 είναι χονδροειδή, γεγονός που δείχνει τη σύνδεση αυτής της ένωσης με άλλα χοντρόκοκκα συστατικά , προφανώς Na και Ca, και όχι με το $NH4^+$, όπως συνέβη γενικά στις ηπειρωτικές περιοχές.

Είναι αξιοσημείωτο τα υψηλά επίπεδα των ορυκτών υλών καταγράφονται τόσο στο PM10 όσο και στα PM2.5. Αυτά τα υψηλά επίπεδα είναι στην περιοχή από εκείνα που λαμβάνονται για αστικές περιοχές στην Ισπανία, σύμφωνα με Querol et al. (2008β). Οι αιτίες των αυξημένων επιπέδων των ορυκτών υλών σε αυτήν την τοποθεσία είναι τόσο φυσικές όσο και ανθρωπογενείς. οι Escudero et al. (2007) υπολόγισαν μια μέση ετήσια εισφορά 4,8 μg/m3 των ορυκτών υλών σε επίπεδα PM10 που αναλογεί για Αφρικανική σκόνη σε αυτήν την τοποθεσία για το 2004 (πάνω από το 50% της ορυκτών υλών καταχωρηθεί σε αυτήν την τοποθεσία). Όταν ο υπολογισμός των μέσων ετήσιων επιπέδων PM10 και των μέσων ετήσιων επιπέδων PM10 τις ημέρες με αέριες μάζες επιρροή της αφρικανική σκόνης, η διαφορά προκύπτει από το καθαρό φορτίο σκόνης PM10.

Στην περίπτωσή μας, για το 2004 λάβαμε μια μέση συμβολή των 4,9 μg/m3, η οποία είναι πολύ παρόμοια με εκείνη που υπολογίζεται από τη μεθοδολογία των Escudero et al. (2007). Τα υπόλοιπα 3,6 μg/m3 ορυκτών υλών έχει μια τοπική ή περιφερειακή

καταγωγή (σκόνη οδικής κυκλοφορίας επαναιώρηση, επαναιώρηση του εδάφους, δραστηριότητες κατασκευών-κατεδαφίσεων, καθώς και το χειρισμό χύδην υλικών στην περιοχή του λιμανιού, μεταξύ άλλων). Ο λόγος PM2.5/PM10 για αυτό το στοιχείο PM έφθασε μέση τιμή 0.37, υποδεικνύοντας την υψηλή επιρροή του χοντρόκοκκου φορτίου του φλοιού σε PM10.[36]



Σχήμα 3.6: . Mean composition of major components (% and μg/m3) of PM10, PM2.5 and PM2.5-10 determined at Castillo de Bellver.

Στο Castillo de Bellver έχουμε βρει ότι τα επίπεδα της SIA μπορεί να θεωρηθεί ως σχετικά υψηλή (7,8 και 6,7 μg/m3 για PM10 και PM2.5, αντίστοιχα) σε σύγκριση με τις αστικές και βιομηχανικές περιοχές της κεντρικής και βόρειας Ισπανίας (Querol

et al., 2008b), αλλά παρόμοια με εκείνα για τα RB και αστικές περιοχές στην Μεσογειακή ακτή της Ισπανίας (Querol et al., 2008b). Από αυτά τα υψηλά επίπεδα SIA καθορίζεται στο Castillo de Bellver και άλλα θέσεις κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου (συμπεριλαμβανομένων των χώρων RB) υποδεικνύουν υψηλότερο βαθμό ανθρωπογενούς ρύπανσης σε αυτή τη περιοχή. Το γεγονός αυτό οφείλεται εν μέρει στις έντονες εκπομπές που λαμβάνουν χώρα κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου και στις εκπομπές της ναυτιλίας, αλλά και η μετεωρολογία παίζει σημαντικό ρόλο (Millán et al, 1997 GANGOITI et al, 2001 Rodríguez et al, 2002).Γενικά, τα SIA έχουν μια διαδεδομένη λεπτόκοκκη δομή (μία μέση PM2.5 / PM10 αναλογία 0,86 για τη συνιστώσα αυτή PM έχει ληφθεί). Αυτή η λεπτόκοκκη δομή γενικά παρατηρείται για τα θειικά και αμμωνιακά (με εξαιρέση κατά τη διάρκεια της αφρικανικής σκόνης εστιών όταν χοντρό $Ca/MgSO_4$ εμφανίζεται επίσης). Παρ 'όλα αυτά, τα νιτρικά εμφανίζονται σε μία χοντρή επικρατούσα δομή (μέση PM2.5 / PM10 αναλογία 0,41). Αυτό το χοντρό μέγεθος κόκκου μπορεί να αποδοθεί στο σχηματισμός του $NaNO_3$ και Ca $(NO_3)_2$ σωματίδια από το αντίδραση του HNO_3 με άλας από τη θάλασσα ή / και ανόργανης σκόνης (Harrison και Pio, 1983; Querol et al, 1998.).

Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά ορισμένα στοιχεία που βρέθηκαν από δείγματα αέρα με ανάλυση ICP-AES. [36]

	PM_{10}			$PM_{2.5}$		
$\mu g/m^3$	mean	max	min	mean	max	min
n	97			103		
PM	29	66	12	20	39	6
TC	4.0	10.0	0.8	3.6	10.0	0.5
OC*	2.9	9.6	1.2	2.9	8.9	0.8
EC*	0.5	1.7	0.1	0.5	2.0	0.2
OM + EC	5.0	14.1	0.1	5.0	14.7	0.2
SiO_2	2.1	17.0	0.2	0.9	6.5	0.1
CO_3^{2-}	3.1	12.4	0.4	1.0	2.9	0.2
Al_2O_3	0.7	5.7	0.1	0.3	2.2	0.1
Ca	1.3	6.1	0.2	0.4	1.4	0.1
Fe_2O_3	0.3	2.3	0.1	0.1	0.6	0.1
K	0.3	1.5	0.1	0.1	0.5	0.1
Na	1.7	5.7	0.2	0.4	2.0	0.1
Mg	0.4	1.5	0.1	0.2	0.4	0.1
SO_4^{2-}	4.1	11.7	1.0	3.9	10.7	0.9
NO_3^-	2.2	8.4	0.6	0.9	8.3	0.1
Cl^-	1.1	8.6	0.1	0.4	1.6	0.1
NH_4^+	1.5	8.0	0.1	2.0	6.8	0.1
Mineral	8.4	38.6	1.3	3.1	13.7	0.6
SIA	7.8	24.3	2.1	6.7	21.6	1.6
Marine	2.9	13.7	0.5	0.8	2.6	0.1
ND	4.5	6.2	2.3	4.1	3.7	1.7

Πίνακας 3.2. Annual mean, maximum and minimum concentrations of trace elements

(ng/m3) in PM10 and PM2.5 at Castillo de Bellver.

	PM_{10}			$PM_{2.5}$		
ng/m^3	mean	max	min	mean	max	min
Hg	0.06	0.49	0.006	0.06	0.14	0.023
Li	0.28	2.04	<0.01	0.13	0.87	<0.01
P	21	94	1	11	101	<0.1
Ti	20	170	2	7	56	1
V	6.2	22.8	<0.01	5.5	21.8	0.1
Cr	5.2	33.4	1.3	4.5	20.0	0.6
Mn	4.3	25.6	0.1	1.6	8.9	0.01
Co	0.45	3.13	<0.01	0.38	4.99	<0.01
Ni	3.2	11.3	<0.01	2.8	11.1	<0.01
Cu	37	94	7	38	121	6
Zn	46	328	10	34	301	4
Ga	0.15	0.85	<0.01	0.07	0.29	<0.01
Ge	0.23	1.22	<0.01	0.18	1.62	<0.01
As	0.38	1.21	0.03	0.31	1.18	0.01
Se	0.47	2.48	<0.01	0.28	1.89	<0.01
Rb	0.5	3.7	0.1	0.3	1.3	<0.01
Sr	3.2	16.2	0.4	0.9	5.2	<0.01
Y	0.20	1.02	<0.01	0.14	0.68	<0.01
Zr	8.0	13.8	0.12	5.9	14.7	0.01
Nb	0.11	0.88	<0.01	0.05	0.32	<0.01
Cd	0.18	0.59	<0.01	0.17	0.64	<0.01
Sn	2.1	6.3	0.3	1.7	5.7	0.1
Sb	1.5	8.9	0.3	1.0	8.5	0.04
Cs	0.02	0.25	<0.01	0.01	0.11	<0.01
Ba	6.1	15.4	<0.1	2.5	18.6	<0.1
La	0.24	1.52	0.01	0.10	0.52	<0.01
Ce	0.43	3.54	0.01	0.17	1.21	<0.01
Pr	0.07	0.36	<0.01	0.04	0.15	<0.01
Nd	0.21	1.48	0.01	0.08	0.59	<0.01
Sm	0.06	0.31	<0.01	0.04	0.26	<0.01
Eu	0.01	0.09	<0.01	0.00	0.08	<0.01
Gd	0.05	0.24	<0.01	0.02	0.16	<0.01
Tb	0.00	0.10	<0.01	0.00	0.01	<0.01
Dy	0.05	0.23	<0.01	0.03	0.18	<0.01
Ho	0.00	0.03	<0.01	0.00	0.01	<0.01
Er	0.03	0.17	<0.01	0.01	0.21	<0.01
Tm	0.01	0.10	<0.01	0.01	0.11	<0.01
Yb	0.03	0.20	<0.01	0.02	0.17	<0.01
Lu	0.00	0.01	<0.01	0.00	0.09	<0.01
Hf	0.58	2.17	<0.01	0.48	1.95	<0.01
Ta	0.07	0.90	<0.01	0.05	0.68	<0.01
W	0.12	1.27	<0.01	0.10	0.91	<0.01
Tl	0.19	0.61	<0.01	0.10	0.42	<0.01
Pb	6.6	27.4	1.6	6.2	30.4	1.2
Bi	0.09	0.41	<0.01	0.06	0.28	<0.01
Th	0.11	0.73	0.01	0.08	0.77	<0.01
U	0.19	1.65	0.01	0.24	2.16	<0.01

Πίνακας 3.3: Annual mean, maximum and minimum concentrations of trace elements (ng/m3) in PM10 and PM2.5 at Castillo de Bellver

Η ΠΟΛΥΠΛΟΚΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΡΕΘΙΣΜΑΤΟΣ

Οι οσμές των χοίρων συνήθως προκαλείται από ένα εξαιρετικά σύνθετο μίγμα των οσμών που μπορεί να συμβούν στην αέρια υγρή ή στερεή (π.χ. σκόνη) φάση. Περισσότεροι από 150 ενώσεις έχουν αναγνωριστεί ως συμβολή στην οσμή της κοπριάς των χοίρων (Eaton, 1996). Σχετικές οσμές περιλαμβάνουν αλκοόλες, αλδεΰδες, αμίνες, αμμωνία, καρβονύλια, εστέρες, ινδόλες, μερκαπτάνες, οργανικά

οξέα, φαινόλες και σουλφίδια (Miner et αϊ, 1975;. Barth et αϊ 1984). Από αυτές τις ενώσεις, αρκετοί ερευνητές έχουν εντοπίσει χαμηλού μοριακού βάρους πτητικά λιπαρά οξέα, φαινόλη, π-κρεζόλη, μερκαπτάνες, ινδόλη και σκατόλη που συμβάλλουν περισσότερο στις οσμές (Schaefer, 1977; Spoelstra, 1980; Williams, 1984). Λόγω του αριθμού των ενώσεων που εμπλέκονται, η αφαίρεση μίας ή περισσότερων επιμέρους ενώσεις δεν μπορεί να βελτιώσει την ποιότητα οσμής. Πρόσθετοι παράγοντες που επηρεάζουν μετρήσεις της οσμής είναι η υγρασία, η σκόνη και οι διακυμάνσεις στην κίνηση των ατμοσφαιρικών ρύπων από τον άνεμο.

Πολλοί άνθρωποι έχουν παρατηρήσει δραματικές αυξήσεις στην ένταση της οσμής και έντονη ενόχληση από τις ILOs μετά τη βροχόπτωση ή όταν αυξάνεται η υγρασία. Classen et al συσχετίζεται ένταση της οσμής των δειγμάτων που συλλέχθηκαν κατά την είσοδο σε ένα πειραματικό βιολογικό φίλτρο με την υγρασία του περιβάλλοντος και έλαβε συντελεστή συσχέτισης 0.91, με την ένταση της οσμής αυξάνεται με την υγρασία (Classen et al 2000). Αυτό το αποτέλεσμα μπορεί να οφείλεται στην υγρασία μεταβάλλοντας την κατανομή των οσμών εντός του ατμού συναρτήσει της σωματιδιακής φάσης, τα ποσοστά των ενζυμικών αντιδράσεων που παράγουν οσμογόνες ουσίες, η προσρόφηση των οσμών σε σωματίδια σκόνης και ακόμη και η παράδοση των οσμών στο ρινικό βλεννογόνο του ανθρώπου. Ως εκ τούτου, οι μετρήσεις των ποσοστών συγκέντρωσης οσμών και εκπομπών με τη χρήση μονάδων οσμή είναι προφανώς μεγάλες. Όταν ρυθμιστές της ποιότητας του αέρα μετρούν οσμές που προέρχοναται από τις εκμεταλλεύσεις χοίρων ως απάντηση σε καταγγελίες ή να καθορίσουν την ανάγκη για ένα πρόγραμμα ελέγχου οσμών συμπεράσματά τους μπορεί να επηρεαστεί δραματικά από την υγρασία του περιβάλλοντος. Ένα συμπέρασμα ότι οσμές δεν είναι προβληματικές βασίζεται σε μετρήσεις που λαμβάνονται σε ένα στεγνό ημέρες μπορεί ως εκ τούτου να είναι ανακριβές.[37]

Μια άλλη σημαντική πηγή ανακρίβειας στη μέτρηση της οσμής είναι η σκόνη. Η σκόνη στην εντατική στέγαση των ζώων αποτελείται κυρίως από τα συστατικά των ζωοτροφών και αποξηραμένα περιττώματα , αλλά μπορεί επίσης να περιέχει το τρίχωμα (μαλλιά και το δέρμα κύτταρα), καλούπια, γύρη, σπόρους, ακάρεα, από μέρη εντόμων, ορυκτών και τέφρα, σε δάπεδο που εκτρέφονται πουλερικά, σκουπίδια και τα φτερά (Carpenter, 1986; Donham et al 1986; Heber et al 1988). Αρκετοί ερευνητές έχουν δημιουργήσει έναν ισχυρό δεσμό μεταξύ σκόνης και οσμών (Barth et al 1984). Σωματίδια κοπράνων μπορούν να εκπέμπουν οσμές και οργανική σκόνη σωματιδίων και μπορεί να απορροφήσουν δύσοσμες ενώσεις, συμπεριλαμβανομένης της αμμωνίας. Ο Hammond et al. εκχύλισε οσμηρές ενώσεις, συμπεριλαμβανομένων [37]

οξέα, φαινόλες και καρβονύλια, από τη σκόνη που συλλέγεται από τον αέρα σε ένα κτίριο των χοίρων και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι συγκεντρώσεις κάποιων

οσμών, όπως π-κρεσόλης και βουτυρικό οξύ, είναι της τάξης των 10^7 φορές μεγαλύτερη από ό, τι στα αερολύματα ίσου όγκου αέρα (Hammond et αϊ., 1981). Αν και τα δεδομένα έδειξαν ότι μπορεί να υπάρχουν πέντε φορές περισσότερο οσφρητικα μόρια στην αέρια φάση από ό, τι προσροφώνται σε αερολύματα, την απομάκρυνση των αερολυμάτων μειωμένων οσμών, οδηγώντας Hammond et al. να υποδηλώσει ότι τα σωματίδια αερολύματος ενισχύουν οσμές συγκεντρώνοντας δύσοσμες ενώσεις και με εναπόθεση επί του οσφρητικού βλεννογόνου (Hammond et al., 1981). ο Hartung αξιολόγησε τη σχετική βιβλιογραφία και σημείωσε ότι τουλάχιστον 60 ενώσεις από διαφορετικές ομάδες εντοπίστηκαν σε σκόνη από ζωικά σπίτια (Hartung, 1986). Πτητικά λιπαρά οξέα και indolic / φαινολικές ενώσεις συνέβαλαν στην έντονη οσμή , με τα κύρια συστατικά να είναι οξικό οξύ και π-κρεζόλη, αντίστοιχα (Hartung, 1986). Με τη δυναμική olfactometry (Hobbs et al, 1995?. Chen et al, 1999?. Schiffman και Williams, 1999) σε δείγματα αέρα παρουσίαζαν σε εκπαιδευμένους δοκιμαστές οσμών μια σειρά από λόγους αραίωσης. Αυτή η μέθοδος παρέχει το όριο ανίχνευσης που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το χαρακτηρισμό συγκέντρωσης οσμής σε OU / m. Δυστυχώς, η μέθοδος τυπικά περιλαμβάνει τη σκόνη φιλτραρίσματος από τα δείγματα αέρα πριν την αραίωση και την παράδοση στους δοκιμαστές για την αποφυγή ρύπανσης της συσκευής από τη σκόνη. Ένα πρόσφατο ευρωπαϊκό πρότυπο για τη δυναμική olfactometry αποκλείει ρητώς οσμές από σωματίδια (Sneath και Clarkson, 2000). Ως εκ τούτου, το τμήμα των αποκρίσεων οσμών λόγω σκόνης επιβαρύνει οσμών είναι προφανώς δεν απεικονίζεται με ακρίβεια. Ρυθμιστές μέτρησης οσμών χρησιμοποιώντας μεθόδους που φίλτρο σωματιδίων σκόνης μπορούν να υποτιμούν το πρόβλημα που αντιμετωπίζει ένα γείτονα αγρόκτημα και αποτελεσματικές μέθοδοι ελέγχου της σκόνης μπορεί αδίκως να κρίνονται αναποτελεσματικές στον έλεγχο οσμών. Μια άλλη πιθανή πηγή σφάλματος είναι η μετακίνηση και διασπορά με τον άνεμο του μολυσμένου αέρα που ταξιδεύει από ένα αγρόκτημα χοίρων, η κυκλοφορία και η διασπορά του επηρεάζεται από την διάτμηση του ανέμου (προφίλ ταχύτητας του ανέμου), οι τοπικές κυκλοφορίες οφείλονται σε ανώμαλο έδαφος, αναταράξεις στον άνεμο και τη σταθερότητα της ατμόσφαιρας (μια τάση να αντισταθεί στην κατακόρυφη ανάμιξη, συχνά μεγαλύτερη νωρίς το πρωί) (ASME, 1979). Οι ρυθμιστικές αρχές δεν θα πρέπει να αναμένεται να βγάλουν ακριβή αποτελέσματα κατά τη διάρκεια που υπάρχουν ατμοσφαιρικές συνθήκες πανομοιότυπες με εκείνες που σχετίζονται με όχλησης οσμών, αλλά κάνοντας μετρήσεις κατά τη διάρκεια σταθερών ατμοσφαιρικών συνθηκών με τον άνεμο να πλησιάζει από πιθανολογούμενη πηγή οσμής ,αυτό μπορεί να βοηθήσει στα λάθη που οφείλονται σε νέφους συμπεριφορά. Ανάπτυξη τυποποιημένων πηγών οσμής μπορεί επίσης να διευκολύνει τη διακρίβωση των μεθόδων μέτρησης και ποσοτικοποίησης των σφαλμάτων αυτής. Για πτητικά συνθετικά μείγματα οσμών που έχουν σχεδιαστεί να μιμηθούν την οσμή της κοπριάς χοίρων έχουν αναπτυχθεί για την έρευνα της οσμής. Οι Kim-Yang et al καθόρισαν ένα μείγμα από 11 οσμών

που παράγει ρεαλιστικές οσμές των χοίρων (Kim-Yang et al., 1999). Τέτοια μίγματα είναι χρήσιμα για τη βαθμονόμηση αέριου χρωματογράφου και πίνακες οσμής και μπορεί να εφαρμόζεται στις μελέτες της ανθρώπινης έκθεσης. Μία συνθετική σκόνη χοίρων παρήχθη από Wathes et al. από περιττώματα των χοίρων, των ζωοτροφών, και άχυρο το οποίο ξηραίνεται και αλέθεται (wathes et al, 1999). η σκόνη είναι εξαιρετικά δύσοσμες και ρεαλιστική. Όπως και ο συνθετικός πολτός κοπριάς για την παραγωγή ατμωδών οσμών, μια τέτοια τεχνητή σκόνη έχει πιθανές εφαρμογές για τη βαθμονόμηση των μεθόδων μέτρησης και την εκπόνηση μελετών της ανθρώπινης έκθεσης. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε εργαστήρια κατάρτισης για να τονίσει το εύοσμο χαρακτήρα της σκόνης.[37]