



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

Προσδιορισμός ζωνών απομόνωσης βιομηχανικών κτηνοτροφίων σε  
μεσογειακού τύπου οικοσυστήματα:  
Εφαρμογή σε βιομηχανικό χοιροτροφείο στην Κρήτη

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλέξανδρος Τσίρας

Επιβλέπων: Στυλιανός Λιοδάκης  
Καθηγητής

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2011

## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία μελετήθηκε η επίδραση των οσμών πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων και κυρίως βιομηχανικών χοιροτροφείων στους οικισμούς μεσογειακού κλίματος. Αρχικά ερευνήθηκε ο μηχανισμός αντίληψης της οσμής και τα χαρακτηριστικά της. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση με βασικό άξονα τις προσεγγίσεις και τους κανονισμούς άλλων χωρών στην διαχείριση των οσμών. Οι περισσότεροι κανονισμοί βασίζονται σε εφαρμογή εμπειρικών σχέσεων που στην περίπτωση των μεσογειακών κλιμάτων δεν υιοθετούνται επαρκώς λόγω διαφορετικού κλίματος (κυρίως λόγω υψηλής θερμοκρασίας στα μεσογειακά κλίματα). Επιπλέον, οι εμπειρικές σχέσεις περιορίζονται από την δυναμικότητα της μονάδας. Για παράδειγμα, για δυναμικότητα μεγαλύτερη των 1000 χοιρομητέρων απαιτείται εκτενής μελέτη που περιλαμβάνει μοντελοποίηση και αξιολόγηση αυτής με πειραματικά δεδομένα πεδίου. Για τον σκοπό αυτό εξελίσσονται αρκετά υπολογιστικά προγράμματα όπως τα ISC, Calpuff, Aermode και άλλα. Στην παρούσα εργασία υιοθετήθηκε το SCREEN VIEW της Lakes Environmental διότι συνδύαζε την λήψη αρκετών παραμέτρων (πχ μετεωρολογικά δεδομένα, μορφολογία εδάφους κλπ) καθώς και ευκολία στη χρήση του. Το λογισμικό αυτό εφαρμόστηκε σε βιομηχανικό χοιροτροφείο 2052 χοιρομητέρων (παραγωγής 35000 χοίρων ετησίως) σε ελλαδικό χώρο. Η πρώτη προσέγγιση του προβλήματος έδειξε ότι η ισχύουσα νομοθεσία χρήζει περεταίρω διερεύνησης καθώς α) τα αποτελέσματα ήταν αρνητικά στα όρια που ορίζονται από αυτήν και β) η νομοθεσία δεν φαίνεται να έχει προκύψει από επιστημονική μελέτη που να λαμβάνει υπόψη τις μεσογειακές κλιματολογικές συνθήκες. Τέλος προτείνονται τρόποι αντιμετώπισης για την μείωση της επίδρασης των οσμών και των οχλήσεων που προκαλούνται στους περιόικους.

## **Abstract**

In this thesis was studied the effect of Concentrated Animal Feeding Operations (CAFOs) odours and mainly the effects of industrial pig farms odours in the settlements of Mediterranean climate. Initially, the mechanism of odour perception and the characteristics of odours were investigated. Then, a literature review was made with basic axis the approaches and the regulations in the management of odours of other countries. The most of the regulations are based on applying empirical relations which in case of Mediterranean climates are not quite adopted due to different weather conditions (mostly because of the high temperatures exhibited in Mediterranean climates). In addition, empirical relations present a limit depending on the capacity of the unit. For example, for a capacity greater than 1000 sows it is required an extensive study that includes modeling and validation with the use of experimental measurements of the field. For this reason, several computer programs are developed such as ISC, Calpuff, Aermode etc. In this work SCREEN VIEW of Lakes Environmental was applied because it takes account many important parameters (weather data, topography) and it is easy on using it. This software was applied for an industrial pig farm of 2052 sows (production of 35000 pigs annually) in Hellenic ground. The first approach to the problem showed that the current legislation needs further investigation as a) the results are not in coincidence with the legislation b) the current legislation seems to have not been resulted by a scientific study which takes into account the conditions of Mediterranean climate. Finally, solutions are proposed in order to reduce the influence of odours and nuisance caused in the residents.

## **Ευχαριστίες**

Θα ήταν παράλειψη να μην αναφερθώ στην καθοριστική καθοδήγηση και υποστήριξη του καθηγητή ΕΜΠ Κου Σ. Λιοδάκη, ο οποίος με πολύπλευρη επιστημονική τεχνική και ευρύτητα πνεύματος με βοήθησε στην εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

Ευχαριστώ, επίσης, θερμά τον καθηγητή ΕΜΠ Κο Ζιώμα για τις επικοινωνιακές συζητήσεις και τις εν γένει κατευθυντήριες οδηγίες και συμβουλές του επί του θέματος.

Περιεχόμενα	
Περίληψη	.....
Ευχαριστίες	.....
Περιεχόμενα	.....
Εισαγωγή	.....
1 <sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ	.....
1.Χαρακτηριστικά Χοιροτροφικής Παραγωγής	.....
1.1 Επισκόπηση του τομέα της χοιροτροφικής παραγωγής και των οικονομικών του	.....
1.1.1 Η διάρθρωση της Ελληνικής Χοιροτροφίας	.....
1.1.2. Εγχώρια παραγωγή – Εισαγωγές/Εξαγωγές–Βαθμός αυτάρκειας	.....
1.2. Τεχνικές παράμετροι παραγωγής χοιρείου κρέατος	.....
1.2.1 Γενετικό υλικό	.....
1.2.2 Διατροφή των χοίρων	.....
1.2.3. Συνθήκες διατήρησης/εκτροφής των ζώων	.....
2.Οι οσμές, ως περιβαλλοντικός ρύπος	.....
2.1 Αντίληψη της οσμής	.....
2.2 Χαρακτηριστικά οσμών: ψυχοσωματικές διαστάσεις της αντίληψης των οσμών	.....
2.3 Μέθοδοι για την εκτίμηση της οσμής και μονάδες μέτρησης	.....
2.4 Ο μηχανισμός που οδηγεί από την μυρωδιά των χοίρων στην καταγγελία	.....
<b>3.Μεθοδολογία εκτίμησης της επίδρασης των οσμών</b>	.....
3.1 Εκτίμηση των επιδράσεων	.....
3.1.1 Άμεση μέτρηση του ποσοστού των ενοχλημένων	.....
3.1.2 Ανάλυση των καταγγελιών	.....
3.2 Άμεση εκτίμηση της έκθεσης στην οσμή	.....
3.2.1. Πεδία πάνελ, βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις	.....
3.2.2 Πεδία πάνελ, μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις	.....
3.3 Εκτίμηση της επίδρασης της οσμής από την μέτρηση εκπομπών στην πηγή ακολουθούμενη από μοντέλα διασποράς	.....
3.3.1 Δειγματοληψία	.....
3.3.1.1 Σημειακές πηγές	.....
3.3.1.2 Μη σημειακές πηγές	.....
3.3.2 Ανάλυση συγκεντρώσεων οσμής	.....
3.3.3 Μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής διασποράς	.....
3.3.3.1 Χαρακτηριστικά κατάλληλων μοντέλων διασποράς	.....
3.3.4 Επιλογή των μετεωρολογικών δεδομένων	.....
3.3.5 Η επιλογή των ποσοστιαίων τιμών	.....
<b>4.Σχέση Δόσης-Επίδρασης</b>	.....

4.1 Οι σχετικές ιδιότητες των οσμών των χοίρων συγκρινόμενες με άλλες περιβαλλοντικές οσμές.....

4.2 Σχέση μεταξύ της έκθεσης σε οσμές και του ποσοστού του πληθυσμού που ενοχλείται.....

## **2<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ**.....

### **1.Σύγκριση κανονιστικών προσεγγίσεων σε διάφορες χώρες**.....

1.1 Γενικές προσεγγίσεις στην διαχείριση των κτηνοτροφικών οσμών και κανονισμοί....

1.2 Επισκόπηση κατευθυντήριων οδηγιών σε διάφορες χώρες.....

1.3 Χαρακτηριστικά μεσογειακού κλίματος.....

2. Προτεινόμενο πλαίσιο για εκτίμηση της επίδρασης με σκοπό την αδειοδότηση από την ΕΡΑ.....

2.1 Προτεινόμενο πλαίσιο εκτίμησης : γενικές αρχές και κριτήρια.....

2.2 Ευαίσθητοι υποδοχείς.....

2.3 Παράγοντες εκπομπής.....

2.4 Πλαίσιο ΕΡΑ για την χορήγηση άδειας.....

2.5 Εκτίμηση με απεικόνιση - πρότυπα περιγράμματα.....

2.5.1 Η γενική απλή περίπτωση: Πρότυπα περιγράμματα.....

2.5.2 Υπολογισμός αποστάσεων με τη χρήση προτύπων περιγραμμάτων.....

2.6. Μοντέλα διασποράς.....

2.6.1. Ολοκληρωμένη εκτίμηση επίδρασης χρησιμοποιώντας μοντέλα διασποράς.....

2.6.2. Χρησιμοποιούμενα Μοντέλα διασποράς.....

2.7 Υπολογισμός ελάχιστης επιτρεπόμενης απόστασης χοιροτροφικής μονάδας από κατοικημένες περιοχές με τη χρήση διαφόρων προτύπων.....

## **3<sup>ο</sup> Μέρος**.....

### **1.Εφαρμογή**.....

3.1 Σκοπός της μελέτης.....

3.2 Πρόγραμμα: SCREEN VIEW.....

3.3 Εισαγωγή δεδομένων –Παραδοχές- Μειονεκτήματα εφαρμογής.....

### **2. Αποτελέσματα**.....

### **3. Συμπεράσματα**.....

## **4<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ**.....

### **1.Μέθοδοι για την μείωση της επίδρασης των οσμών**.....

1.1 \_\_\_\_ Τι προκαλεί την παραγωγή των οσμών;.....

1.2 Θεωρητικές επιλογές για την μείωση των εκπομπών οσμών από χοιροτροφική μονάδα.....

1.3 Συνιστώμενες πρακτικές για την καλή λειτουργία της μονάδας.....

1.3.1 Απομάκρυνση κοπριάς.....

1.3.2 Καθαριότητα.....

1.4 Σχεδιασμός στάβλων.....

1.4.1	Πρότυπα συστήματα στάβλων.....
1.4.2	Συστήματα στάβλων χαμηλών εκπομπών.....
1.5	Βελτιστοποίηση αερισμού και διάλυσης οσμών στην ατμόσφαιρα.....
1.5.1	Αερισμός σε κτηνοτροφική μονάδα.....
1.5.2	Βελτιστοποίηση της διάλυσης των οσμών στην ατμόσφαιρα.....
1.5.2.1	Αύξηση του ύψους εκπομπής.....
1.5.2.2	Αύξηση ταχύτητας εκπομπής.....
1.5.2.3	Βλάστηση και τοπίο.....
1.6	Ζωοτροφές.....
1.7	Προσθετικά.....
1.7.1	Προσθετικά ζωοτροφών.....
1.7.2	Προσθετικά στην κοπριά.....
1.7.3	Παράγοντες εξουδετέρωσης και παράγοντες συγκάλυψης.....
1.8	Εξαγωγή και διαχείριση του συστήματος αερισμού.....
1.8.1	Χημικές πλυντρίδες.....
1.8.2	Βιολογικές πλυντρίδες.....
1.8.3	Βιολογικά φίλτρα.....
1.8.4	Καθαρισμός του συστήματος αερισμού με όζον.....
1.9	Αποθήκευση κοπριάς.....
1.9.1	Μείωση εκπομπών οσμών σε ανοιχτό αποθηκευτικό χώρο κοπριάς.....
1.9.2	Κλειστός αποθηκευτικός χώρος.....
1.9.3	Επιχειρησιακές προοπτικές αποθήκευσης της κοπριάς.....
	Βιβλιογραφία.....

## Εισαγωγή

Οι οσμές που εκπέμπονται από κτηνοτροφικές μονάδες, ιδιαίτερως αυτές που προέρχονται από χοιροτροφεία αποτελούν αντικείμενο μελέτης και κανονιστικών ρυθμίσεων τις τελευταίες δεκαετίες. Κατευθυντήριες οδηγίες για το σχεδιασμό και την αδειοδότηση τέτοιων εγκαταστάσεων, σκοπεύοντας στην διατήρηση των κατάλληλων ζωνών ανάσχεσης μεταξύ των χοιροτροφικών μονάδων και των κατοίκων, έχουν εισαχθεί σε αρκετές ευρωπαϊκές χώρες νωρίτερα από το 1971.

Αυτές οι κατευθυντήριες οδηγίες χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθεί η απαραίτητη απόσταση μεταξύ των χοιροτροφικών μονάδων και των κατοικήσιμων περιοχών, έτσι, ώστε οι οσμές να μην ενοχλούν. Η δομή αυτών των οδηγιών είναι παρόμοια στις περισσότερες περιπτώσεις. Αρχικά εκτιμάται η πηγή της οσμής από τον αριθμό των ζώων και από άλλες παραμέτρους που επηρεάζουν την μόλυνση των οσμών. Με βάση την πηγή της οσμής η απόσταση διαχωρισμού υπολογίζεται χρησιμοποιώντας μία εμπειρική συνάρτηση που αφορά γενικά τις καθαρά κατοικήσιμες περιοχές. Στο τελευταίο βήμα η απόσταση διαχωρισμού τροποποιείται από έναν παράγοντα μείωσης εξαρτώμενος από το είδος χρήσης της γης (εμπορική περιοχή ή όχι).

Η φύση όμως της παραγωγικής διαδικασίας στα χοιροστάσια έχει αλλάξει αρκετά από τότε (αύξηση δυναμικότητας των μονάδων) και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της έχουν εξελιχθεί σε μείζον θέμα. Οι εκπομπές οσμών στις περιοχές γύρω από τέτοιες εγκαταστάσεις έχουν προκαλέσει αύξηση των παραπόνων των κατοίκων την τελευταία δεκαετία.

Οι οσμές αυτές είναι αποτέλεσμα της αναερόβιας αποσύνθεσης της κοπριάς και των υπολειμμάτων των τροφών. Η σύνθεση της οσμής εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως το είδος των διαδικασιών που πραγματοποιούνται στα χοιροστάσια και το στάδιο ανάπτυξης των χοίρων. Τα κύρια συστατικά των οσμών μπορούν να καταταχθούν στις ακόλουθες κατηγορίες (Mackie 1994):

- πτητικά λιπαρά οξέα
- ινδόλες και φαινόλες
- αμμωνία και πτητικές αμίνες
- πτητικές θειικές ενώσεις

Η προκύπτουσα οσμή οφείλεται στη συνέργεια των παραπάνω ενώσεων (κυρίαρχες των οποίων είναι το υδρόθειο και η αμμωνία). Η κύρια επίδραση της παρουσίας των οσμών στην ατμόσφαιρα, είναι η ενόχληση που προκαλεί στους ανθρώπους. Όσον αφορά στην ανίχνευση και στην αντίληψη των οσμών από τους ανθρώπους, σημειώνεται ότι είναι μια εξαιρετικά πολύπλοκη διαδικασία.

Ο σκοπός της εργασίας είναι να παρουσιάσει μια πρώτη προσέγγιση προσδιορισμού της ελάχιστης απόστασης των βιομηχανικών χοιροτροφείων από τους οικισμούς για κλίματα Μεσογειακού τύπου. Για τον λόγο αυτό γίνεται εφαρμογή του λογισμικού Screen View για βιομηχανικό χοιροτροφείο στην Κρήτη.

Η βιομηχανία από την άλλη πλευρά αναπτύσσει διάφορες τεχνολογίες σε απάντηση τέτοιων προκλήσεων. Στο 4<sup>ο</sup> μέρος της εργασίας γίνεται αναφορά μεθόδων αντιμετώπισης για την μείωση της επίδρασης των οσμών.



## 1<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ

### 1.Χαρακτηριστικά Χοιροτροφικής Παραγωγής

Αυτή η ενότητα παρέχει μια γενική επισκόπηση των βασικών χαρακτηριστικών της χοιροτροφικής παραγωγής στην Ελλάδα, ενώ περαιτέρω πληροφορίες αντλήθηκαν από την Ελληνική Στατιστική Αρχή ΕΛ.ΣΤΑΤ (πρώην ΕΣΥΕ) και από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και τροφίμων.

#### Γενικά

Η ζωική παραγωγή, έχει αλλάξει ουσιαδώς τα τελευταία σαράντα χρόνια: από την πατροπαράδοτη ελεύθερη βοσκή, στην εκτροφή σε οργανωμένες σταβλικές εγκαταστάσεις. Η εργοστασιακή αυτή καλλιέργεια είναι η πρακτική της εκτροφής ζώων σε περιορισμό με υψηλό δείκτη πυκνότητας, όπου ένα αγρόκτημα λειτουργεί ως εργοστάσιο, με βασικό στόχο την παραγωγή κτηνοτροφικών προϊόντων για την ανθρώπινη κατανάλωση .

Ο περιορισμός των ζώων σε τόσο υψηλό δείκτη πυκνότητας είναι μέρος μιας συστηματικής προσπάθειας να παραχθεί υψηλότερη παραγωγή με χαμηλότερο κόστος στηριζόμενοι στις οικονομίες κλίμακας, τα σύγχρονα μηχανήματα, τη βιοτεχνολογία, και το σφαιρικό εμπόριο. Υπάρχει, όμως, μια συνεχής συζήτηση που αφορά τα οφέλη αλλά και τους κινδύνους από τα εργοστάσια εκτροφής ζώων. Τα ζητήματα περιλαμβάνουν: την αποδοτικότητα της παραγωγής τροφίμων, την ευημερία των ζώων, την περιβαλλοντική επίδραση και τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία .

#### Ορισμός

Σύμφωνα με το διεθνή Οργανισμό Προστασίας Περιβάλλοντος ΕΡΑ (Environmental Protection Agency), μονάδα ζωικής παραγωγής υψηλής δυναμικότητας (CAFO) ορίζεται το εκτροφείο εκείνο που διαθέτει τουλάχιστον 1000 ζωικές μονάδες, για παράδειγμα 2500 αναπυγμένα γουρούνια ή 100.000 κοτόπουλα (ισοδύναμα με 600 χοιρομητέρες) .

## Χαρακτηριστικά

Οι μονάδες αυτές (εκτροφεία ζώων CAFOs) εγκαθίστανται σε πολύ αραιοκατοικημένες περιοχές, όπου υπάρχει σε αφθονία (χαμηλό κόστος) Γη, Νερό και Ζωοτροφές .

Αποτελούνται από μεγάλους αριθμούς ζώων, όπως αγελάδες, χοίροι, γαλοπούλες, ή κοτόπουλα, σε σχετικά υψηλές πυκνότητες. Στόχος της λειτουργίας των εργοστασίων αυτών είναι να παραχθεί τόσο το κρέας, όσο τα αυγά, ή το γάλα με το χαμηλότερο δυνατό κόστος. Όμως, εξαιτίας του υψηλού δείκτη πυκνότητας απαιτούνται αντιβιοτικά και φυτοφάρμακα για να μετριαστεί η εξάπλωση ασθενειών που επιδεινώνονται από αυτές τις συσσωρευμένες συνθήκες διαβίωσης. Έτσι μια ευρεία ποικιλία τεχνητών μεθόδων υιοθετείται για να διατηρήσει την υγεία των ζώων και να βελτιώσει την παραγωγή. Μερικές από τις τεχνητές αυτές μεθόδους είναι: η χρήση αντιμικροβιακών εμβολίων, αντιβιοτικών, συμπληρωματικών βιταμινών και ορμονών αύξησης.

Αν και υπάρχουν διαφορές στις τεχνικές και τις μεθόδους μεταξύ των διαφόρων εργοστασίων εκτροφής ζώων που υπάρχουν σε όλο τον κόσμο, τα βασικά χαρακτηριστικά είναι ίδια. Αυτά είναι η αύξηση του μεγέθους των μονάδων (πχ. παραγωγή 35.000 χοιριδίων ετησίως), η υψηλή συγκέντρωση των ζώων ανά μονάδα επιφάνειας (π.χ. από 200 m<sup>2</sup>/ κεφ. σε βοσκότοπο σε 2 m<sup>2</sup>/ κεφ. σε στεγασμένο στάβλο με σχαρωτό δάπεδο) και η εντατική χρησιμοποίηση της τεχνολογίας με στόχο τη μεγάλη αποδοτικότητα και σταθερότητα του παραγόμενου κρέατος. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε ένα αγρόκτημα της εταιρείας Carrolls Foods της βόρειας Καρολίνας, η οποία είναι η δεύτερη μεγαλύτερη παραγωγός χοίρων στις ΗΠΑ, είκοσι χοίροι φιλοξενούνται ανά μάνδρα και κάθε στάβλος περιλαμβάνει 25 μάνδρες .

## Ανάπτυξη της βιομηχανίας ζωικής παραγωγής

Η γεωργική παραγωγή διπλασιάστηκε σε όλο το κόσμο τέσσερις φορές μεταξύ του διαστήματος 1820 – 1975 για να καλύψει τις ανάγκες του παγκοσμίου πληθυσμού του ενός εκατομμυρίου ανθρώπων το 1800 έναντι των 6,5 το 2002.

Κατά την ίδια περίοδο, ο αριθμός των ανθρώπων, οι οποίοι απασχολούνταν με τις καλλιέργειες, μειώθηκε λόγω της αυτοματοποίησης που επήλθε. Τη δεκαετία του 1930, το 24% του αμερικανικού πληθυσμού εργαζόταν στη γεωργία, ενώ το 2002 το ποσό αυτό μειώθηκε στο 1,5% .

Ο αριθμός των αγροκτημάτων μειώθηκε και η κυριότητά τους συγκεντρώθηκε σε λίγους. Στις ΗΠΑ, τέσσερις εταιρείες παράγουν το 81% των αγελάδων, 73% των

προβάτων, 57% των χοίρων και το 50% των πουλερικών. Σύμφωνα με το αμερικανικό εθνικό συμβούλιο χοιροπαραγωγών το 1967, υπήρχαν ένα εκατομμύριο μονάδες εκτροφής χοίρων στην Αμερική, ενώ το 2002 αυξήθηκαν στις 114.000 με 80 εκατομμύρια χοίρους. Ενδεικτικά αναφέρεται η μείωση αυτών των χοιροτροφικών μονάδων κατά 90% την περίοδο 1970-2000, και η αντικατάστασή τους με υψηλής συγκέντρωσης μονάδες (CAFO, Confined Animal Feeding Operations), ενώ η παραγόμενη ποσότητα χοιρινού κρέατος παρέμεινε σχεδόν σταθερή [6]. Σύμφωνα με το Worldwatch Institute, σε παγκόσμιο επίπεδο παράγονται με αυτό τον τρόπο το 74% των πουλερικών, το 43% του βοδινού κρέατος, και 68% των αυγών [7].

Αν και, η Ευρώπη γίνεται όλο και περισσότερο δύσπιστη για αυτού του είδους αναπαραγωγής ζώων, μετά από μια σειρά ασθενειών, όπως η EBS (νόσος τρελών αγελάδων) και ο αφθώδης πυρετός, οι οποίες είχαν επιπτώσεις στις γεωργικές βιομηχανίες, υπάρχουν ενδείξεις ότι η βιομηχανοποιημένη παραγωγή των ζώων θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο.

Σύμφωνα με τον Denis Avery του Ινστιτούτου Hudson, στην Ασία αυξήθηκε η κατανάλωση του χοιρινού κρέατος κατά 18 εκατομμύρια τόνους στη δεκαετία του 1990. Η παγκόσμια παραγωγή χοιριδίων προβλέπεται να ανέλθει από 900 εκατομμύρια (1997), σε 2,5 δισεκατομμύρια 2050.

Τα Ηνωμένα Έθνη και ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας των Ζώων εκτιμούν ότι στις ερχόμενες δεκαετίες θα υπάρξουν δισεκατομμύρια πρόσθετων καταναλωτών στις αναπτυσσόμενες χώρες που θα σιτίζονται με «εργοστασιακό κρέας» που θα παράγεται στις αναπτυσσόμενες χώρες [8].

## 1.1 Επισκόπηση του τομέα της χοιροτροφικής παραγωγής και των οικονομικών του

### 1.1.1 Η διάρθρωση της Ελληνικής Χοιροτροφίας

Η χοιροτροφία στην Ελλάδα θεωρείται από τους δυναμικούς κλάδους της κτηνοτροφίας και της αγροτικής οικονομίας. Η συμμετοχή του κλάδου στην Ακαθάριστη Αξία της Ζωικής παραγωγής, εκτιμάται σε 10%. Εξάλλου, η χοιροτροφία παράγει το 25% της εγχώριας παραγωγής κρέατος και καλύπτει, για την περίοδο 1990-2006, ποσοστό 33% των αναγκών της συνολικής κατανάλωσης χοιρινού κρέατος στην Ελλάδα. Ο τρόπος εκτροφής χαρακτηρίζεται *εντατικός* και παρέχει απασχόληση σε 30.000 άτομα. Η προσπάθεια ανάπτυξης της χοιροτροφίας άρχισε την δεκαετία του 1970, με στόχο την κάλυψη των αναγκών της εσωτερικής αγοράς σε χοίρειο κρέας. Η προσπάθεια αυτή, σε συνδυασμό με την εντυπωσιακή, τότε, αύξηση των αποδόσεων και της εγχώριας παραγωγής καλαμποκιού, συνέβαλε αποτελεσματικά στην υποκατάσταση εισαγωγών κρέατος. Η τεχνολογική υποστήριξη του κλάδου και τα μέτρα οικονομικής πολιτικής που εφαρμόστηκαν για τη ρύθμιση της λειτουργίας του ήταν ασυμβίβαστα και με τη δομή και με την αποστολή του:

Η τεχνολογική υποστήριξη των χοιροτροφικών μονάδων υπήρξε μηδενική. Δημιουργήθηκαν μεγάλες χοιροτροφικές μονάδες χωρίς εμπειρία και τεχνική υποδομή, με βασικότερες συνέπειες:

(i) να διαμορφώνουν, ακόμα και σήμερα, χαμηλούς δείκτες παραγωγικότητας,

(ii) να κινούνται πάνω σε μια καμπύλη υψηλού κόστους παραγωγής και βελτίωσης της γενετικής κατάστασης των ζώων, για την οποία εξαρτώνται απόλυτα από το εξωτερικό και

(iii), να στηρίζονται, σήμερα, σε τεχνολογικά απαξιωμένες και ζωοτεχνικά ελλειπείς κτιριακές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις.

*Η πολιτική που εφαρμόστηκε για τη ρύθμιση της λειτουργίας του κλάδου υπήρξε αξιοπερίεργη, με κύρια χαρακτηριστικά ή/και συνέπειες:*

(i) την αστυνόμευση των τιμών πώλησης του κρέατος, σε περίοδο που το κόστος παραγωγής αυξανόταν πολύ περισσότερο από τον πληθωρισμό,

(ii) την ελλιπή χρηματοδότηση για την κάλυψη του κόστους παραγωγής και των ζημιών που προέκυπταν,

(iii) την προσπάθεια των χοιροτροφικών μονάδων για αύξηση της παραγωγής, προκειμένου να καλύψουν τις αυξημένες δαπάνες, οι οποίες, σε συνδυασμό με τη χαμηλή παραγωγικότητα των μονάδων και το υψηλό κόστος παραγωγής, οδήγησαν σε υπερχρέωση,

(iv) την απώλεια εισοδήματος, κυρίως λόγω υπερβολικής αύξησης των επιτοκίων από 6% το 1975 σε 23% το 1985, εφαρμογής των Νομισματικών Εξισωτικών Ποσών (ΝΕΠ) και των επάλληλων αναριθμήσεων των οφειλών, των οποίων ο τρόπος και οι προϋποθέσεις ήταν εκτός των πραγματικών δυνατοτήτων των χοιροτροφικών μονάδων.

*Είναι παράδοξο το γεγονός ότι, παρά την επίσημη από τότε αναγνώριση του χρόνιου προβλήματος της ελληνικής χοιροτροφίας, καμία ολοκληρωμένη προσπάθεια δεν σχεδιάστηκε που να λύνει το πρόβλημα αυτό. Τα μέτρα που κατά καιρούς έχουν*

παρθεί απλώς άμβλυναν τα συμπτώματα ή μετατόπιζαν, χρονικά, τις συνέπειές του. Αποτέλεσμα των όσων προαναφέρονται είναι η εικόνα που παρουσιάζει η σημερινή δομή της Ελληνικής χοιροτροφίας.

Σύμφωνα με μελέτη που εκπονήθηκε το 1995 από στελέχη της Γενικής Διεύθυνσης, Ζωικής Παραγωγής του τότε Υπουργείου Γεωργίας, η συστηματική χοιροτροφία είχε την ακόλουθη διάρθρωση:

(i) από τις 94.920 χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις με 142.430 χοιρομητέρες, 920 (97%) εξέτρεφαν 126.398 χοιρομητέρες (88,7%). Εξ αυτών, 58% εξέτρεφαν από 20-99 χοιρομητέρες, 23,6% από 100-199 χοιρομητέρες, 11,4% από 200-399 χοιρομητέρες και 7% από 400 και άνω,

(ii) από τις 920 μονάδες της ελληνικής συστηματικής χοιροτροφίας οι 463 είχαν ιδρυθεί πριν από το 1979, οι 394 την περίοδο 1980-89 και οι 59 την περίοδο 1990-95,

(iii) από τις 920 μονάδες, μέχρι το 1995 πραγματοποίησαν επενδύσεις εκσυγχρονισμού οι 141 και εξ αυτών οι 85 μέχρι το 1985, οι 27 μεταξύ 1986 και 1990 και οι 29 την περίοδο 1991-95,

(iv) από τις 920 μονάδες μόνον 120 είχαν εγκαταστήσει συστήματα διαχείρισης των αποβλήτων.

Από τα προαναφερόμενα στοιχεία συνάγεται ότι ο ρυθμός εκσυγχρονισμού είναι βραδύς παρά το γεγονός ότι η ηλικία των εγκαταστάσεων είναι σχετικά μεγάλη, ο μηχανολογικός εξοπλισμός είναι ήδη τεχνολογικά απαξιωμένος και η προσαρμογή των μονάδων σε συνθήκες ελάχιστης περιβαλλοντικής όχλησης χαρακτηρίζεται πλημμελής. Η κατάσταση από τότε, δεν έχει ουσιωδώς αλλάξει. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία της απογραφής Γεωργίας– Κτηνοτροφίας της ΕΣΥΕ έτους 1999 και 2005, που καταχωρούνται στον Πίνακα 1 [Βιβλ.2], 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 και 25,1 το 2005.

Οι Περιφέρειες με τις περισσότερες χοιροτροφικές εκμεταλλεύσεις είναι της Δυτικής Ελλάδας (19,0%), της Θεσσαλίας (12%), της Στερεάς Ελλάδας (11,6%) και της Κρήτης (10,5%). Η κατανομή του ζωικού πληθυσμού είναι διαφορετική. Ο μεγαλύτερος αριθμός ζώων 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, από τα στοιχεία που αφορούν στη διάρθρωση του κλάδου της χοιροτροφίας κατά τάξη μεγέθους και καταχωρούνται στον Πίνακα 2 [Βιβλ.2], διαπιστώνεται ότι, με βάση τα πλέον πρόσφατα διαθέσιμα στοιχεία του 2003: (i) το 80,4% των εκμεταλλεύσεων είναι μικρές, εκτρέφουν από 1 έως 9 ζώα και καλύπτουν το 7,1% του συνολικού αριθμού των χοίρων, (ii) 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.

Η ανάλυση της εικόνας των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας που εκτρέφουν χοιρομητέρες (στοιχεία 2003), παρουσιάζεται ως ακολούθως στον παρακάτω πίνακα (στοιχεία του Πίνακα 2B). Από την εικόνα αυτή συνάγεται ότι:

(i) από το σύνολο των καταγεγραμμένων χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της Χώρας μόνον 12.424 (29,5%) εκτρέφουν 138.197 χοιρομητέρες:

(ii) από τις εκμεταλλεύσεις αυτές, 10.345 (83,3%), εκτρέφουν 31.752 χοιρομητέρες, δηλαδή 3 χοιρομητέρες ανά εκμετάλλευση και συνιστούν «οικιακές» εκτροφές για κατανάλωση σε τοπικό επίπεδο,

(iii) από τις υπόλοιπες 2.079 εκμεταλλεύσεις 911 (7,3%) εκτρέφουν 11.963 (8,7%) χοιρομητέρες και 1.168 (9,4%), εκτρέφουν πάνω από 100 χοιρομητέρες η καθεμία και συνολικά 94.482 (68,3%). Οι δύο αυτές 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 χοιρινού κρέατος.

**Πίνακας 1: Διαχρονική εξέλιξη των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας κατά περιφέρεια (1998-2005)**

Πίνακας 2. Διαχρονική εξέλιξη της διάρθρωσης των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων κατά τάξη μεγέθους, με βάση το συνολικό αριθμό των κατεχομένων χοίρων										
(A) Κατανομή του συνολικού αριθμού των κατεχομένων χοίρων στις τάξεις μεγέθους										
Τάξεις μεγέθους αριθμού χοίρων	1991		1999		2003		Μεταβολή % 2003/1991			
	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων		
1-2	23.736	30.578	24.820	34.317	24.714	37.203	4,1	21,7		
3-9	4.098	18.379	6.259	27.827	9.165	40.240	123,6	118,9		
10-49	2.813	55.533	3.618	73.494	6.114	126.447	117,3	127,7		
50-99	583	38.639	621	41.172	972	65.882	66,7	70,5		
100-199	359	48.086	330	44.430	444	57.979	23,7	20,6		
200 και άνω	707	784.633	603	748.612	754	754.293	6,6	3,9		
Σύνολο	32.296	975.848	36.251	969.852	42.163	1.082.044	30,5	10,9		
(B) Κατανομή του συνολικού αριθμού των κατεχομένων χοιρομητέρων στις τάξεις μεγέθους										
Τάξεις μεγέθους αριθμού χοίρων	1991		1999		2003		Μεταβολή % 2003/1991		Μεταβολή % 2003/1999	
	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρ/ρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρ/ρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρ/ρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρ/ρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρ/ρων
1-2	5.959	7.991	749	991	2.467	3.479	-58,6	-56,5	229,4	251,1
3-9	1.873	8.534	1.360	3.219	3.081	6.967	4,5	-18,4	126,5	116,4
10-49	1.337	26.014	2.297	12.655	4.797	21.306	258,8	-18,1	108,8	68,4
50-99	342	21.510	530	8.288	911	11.963	166,4	-44,4	71,9	44,3
100-199	170	21.618	290	8.901	420	9.294	147,1	-57,0	44,8	4,4
200 και άνω	117	68.628	564	95.337	748	85.188	539,3	24,1	32,6	-10,6
Σύνολο	9.798	154.295	5.790	129.391	12.424	138.197	26,8	-10,4	114,6	6,8

Πηγή: ΕΣΥΕ, Αποτελέσματα Απογραφής Γεωργία – Κτηνοτροφία 1999

**Πίνακας 2: Διαχρονική εξέλιξη της διάρθρωσης των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων κατά τάξη μεγέθους, με βάση το συνολικό αριθμό των κατεχόμενων χοίρων**

Πίνακας 1. Διαχρονική εξέλιξη των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας κατά περιφέρεια (1999, 2005)								
Περιφέρειες	Έτος 1999		Έτος 2005		Μεταβολή (%) 2005/1999		Έτος 2005 Εκατοστιαία συμμετοχή	
	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων	Εκμεταλλεύσεις	Αριθμός χοίρων
Σύνολο χώρας	36.521	969.852	44.302	1.110.109	+18,3	+14,7	100,0	100,0
Αν. Μακεδονία-Θράκη	1.834	86.162	2.170	85.300	+22,2	-1,0	4,9	7,7
Κεντρική Μακεδονία	2.611	122.927	3.894	132.490	+49,1	+7,8	8,8	11,9
Δυτική Μακεδονία	3.705	27.004	4.098	30.244	+10,6	+12,0	9,2	2,7
Θεσσαλία	5.196	171.699	5.317	187.829	+2,3	+9,4	12,0	16,9
Ήπειρος	924	134.082	1.383	164.700	+49,7	+22,8	3,1	14,8
Ιόνιοι Νήσοι	734	8.851	757	6.728	+3,1	+24,0	1,7	0,6
Δυτική Ελλάδα	7.115	126.750	8.388	185.144	+17,9	+46,1	19,0	16,7
Στερεά Ελλάδα	3.869	108.487	5.148	123.541	+33,0	+13,9	11,6	11,1
Πελοπόννησος	1.910	71.569	3.293	69.503	+72,4	-2,9	7,4	6,3
Αττική	354	18.045	383	8.703	+8,2	-51,8	0,9	0,8
Βόρειο Αιγαίο	2.255	10.623	2.085	11.296	-7,5	+6,3	4,7	1,0
Νότιο Αιγαίο	2.632	22.433	2.732	31.617	+3,8	+4,9	6,2	2,8
Κρήτη	3.112	61.220	4.654	73.015	+49,6	+19,3	10,5	6,6

Πηγή: ΕΣΥΕ, Αποτελέσματα Απογραφής Γεωργία – Κτηνοτροφία 2005

### 1.1.2. Εγχώρια παραγωγή – Εισαγωγές/Εξαγωγές–Βαθμός αυτάρκειας

Στον Πίνακα 3 [Βιβλ. 2] παρουσιάζεται η εξέλιξη της παραγωγής χοιρινού κρέατος για την περίοδο 1980 – 2006, στον Πίνακα 4 [Βιβλ. 2], η διαχρονική εξέλιξη της κατανάλωσης κρέατος όλων των κατηγοριών και στον Πίνακα 5 [Βιβλ. 2] η διαχρονική εξέλιξη των στοιχείων του ισοζυγίου παραγωγής και κατανάλωσης κρέατος. Από τα στοιχεία των προαναφερομένων πινάκων προκύπτει ότι:

(i) η προσφορά εγχώριου χοιρινού κρέατος δεν καλύπτει την ελληνική αγορά, με αποτέλεσμα την αύξηση των εισαγωγών, οι οποίες υπερκαλύπτουν την εγχώρια παραγωγή. Η εξαγωγική επίδοση του κλάδου κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα, κυμαινόμενη από 200 τόνους το 1990, έως 8.900 τόνους το 2006,

(ii) ο βαθμός αυτάρκειας της Χώρας σε χοιρινό κρέας, προενταξιακά, έφτασε ακόμα και στο επίπεδο του 85% και έκτοτε, παρουσίασε σταδιακή μείωση και, από 72,4% το 1991 μειώθηκε στο 37,5% το 2006

(iii) η παραγωγή κρέατος, σε επίπεδο χώρας, παρουσίασε αυξομειώσεις. Ειδικότερα, από 146.900 τόνους το 1990 μειώθηκε στους 142.800 τόνους το 1998 και σε 118.600 τόνους το 2006. Η γραμμική τάση παραγωγής και κατανάλωσης χοιρινού κρέατος, όπως παρουσιάζεται στα Διαγράμματα I και II, δηλώνει ότι η αυτάρκεια της Χώρας αναμένεται να μειωθεί, λόγω της αυξητικής τάσης της κατανάλωσης, που τείνει να σταθεροποιηθεί στο επίπεδο των 330.000-350.000 τόνων και της πτωτικής τάσης της παραγωγής, η οποία, το 2006, διαμορφώθηκε σε 118.600 τόνους, δηλαδή κάτω από την πρόβλεψη που προσδιορίζει η πτωτική γραμμική τάση (133.000 τόνους).

**Πίνακας 3: Παραγωγή χοιρινού κρέατος την περίοδο 1980-2005**

<b>Πίνακας 3. Παραγωγή χοιρινού κρέατος την περίοδο 1980-2005</b>			
<b>Έτος</b>	<b>Σφάγια (κεφ.)</b>	<b>Παραγωγή κρέατος (τόνοι)</b>	<b>Μέση απόδοση (κιλά / ζώο)</b>
1980	2.163.694	144.337	66,7
1985	2.270.303	147.363	64,9
1990	2.263.691	146.967	64,9
1995	2.307.922	144.128	62,4
2000	2.211.453	138.963	62,8
2005	2.049.365	128.700	62,8
2006	1.912.903	118.600	62,0
M.O. 1980-2005	2.253.512	144.505	64,1
Πηγή: Υπ. Αγρ. Αν. & Τροφίμων			

**Πίνακας 4 : Διαχρονική εξέλιξη της κατανάλωσης κρέατος**

<b>Η ανάλυση της εικόνας των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων της χώρας που εκτρέφουν χοιρομητέρες</b>						
<b>Μέγεθος εκμ/σεων (συνολικός αριθμός)</b>	<b>Εκμεταλλεύσεις με χοιρομητέρες</b>			<b>Ποσοστό %</b>		
	<b>Αριθμός εκμ/σεων</b>	<b>Αριθμός χοιρ/ρων</b>	<b>Χοιρ/ρες ανά εκμ/ση</b>	<b>Εκμ/σεις με χοιρ/ρες</b>	<b>Αριθμός χοιρ/ρων</b>	
1-9	5.548	10.446	1,9	44,7	7,6	
10-49	4.797	21.306	4,4	38,6	15,4	
50-99	911	11.963	13,1	7,3	8,7	
100-199	420	9.294	22,1	3,4	6,7	
200<	748	85.188	113,9	6,0	61,6	
Σύνολα	12.424	138.197	11,1	100,0	100,0	
%	29,5	-	-	-	-	

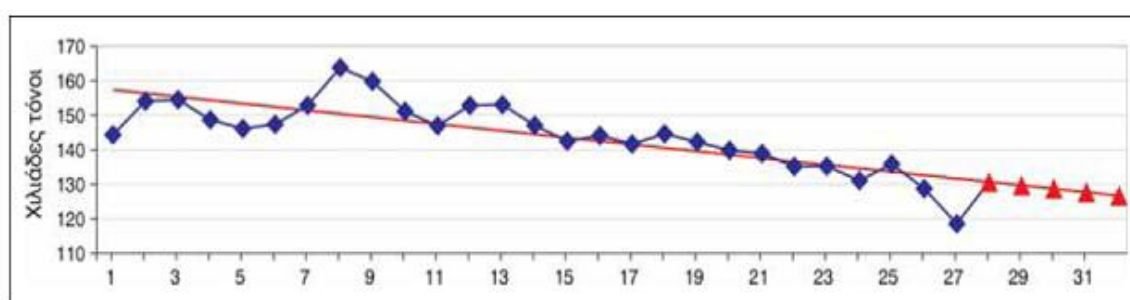
  

<b>Πίνακας 4. Διαχρονική εξέλιξη της κατανάλωσης κρέατος</b>								
<b>Έτος</b>	<b>Χοιρινό</b>	<b>Βόειο</b>	<b>Πουλερικών</b>	<b>Αιγοπρόβειο</b>	<b>Λοιπά κρέατα</b>	<b>Σύνολο</b>	<b>Παραπροϊόντα σφαγείων</b>	<b>Σύνολο</b>
1990	213.076	229.872	167.373	143.657	5.102	759.080	58.775	817.855
1992	235.958	234.050	187.692	153.495	5.890	817.085	61.438	878.523
1994	236.313	227.220	192.728	143.951	7.051	807.263	57.959	865.222
1996	258.167	239.243	206.713	146.082	6.756	856.961	61.433	918.394
1998	277.062	221.597	191.500	144.390	10.653	845.202	59.510	904.712
2000	344.090	195.980	207.170	144.770	12.800	904.810	61.938	966.748
2002	300.370	189.170	211.150	138.120	11.030	849.840	52.350	902.190
2004	291.700	182.030	216.780	133.160	21.060	844.730	51.000	895.730
2005	318.600	169.800	231.500	131.900	25.000	876.800	46.500	923.300
2006	316.300	185.500	215.100	127.810	30.800	875.510	49.510	925.020
M.O. Τόνοι	277.888	205.503	199.658	141.716	12.413	837.178	57.613	894.790
%	33,2	24,5	23,9	16,9	1,5	100	-	-
Πηγή: Υπ. Αγρ. Αν. & Τροφίμων								



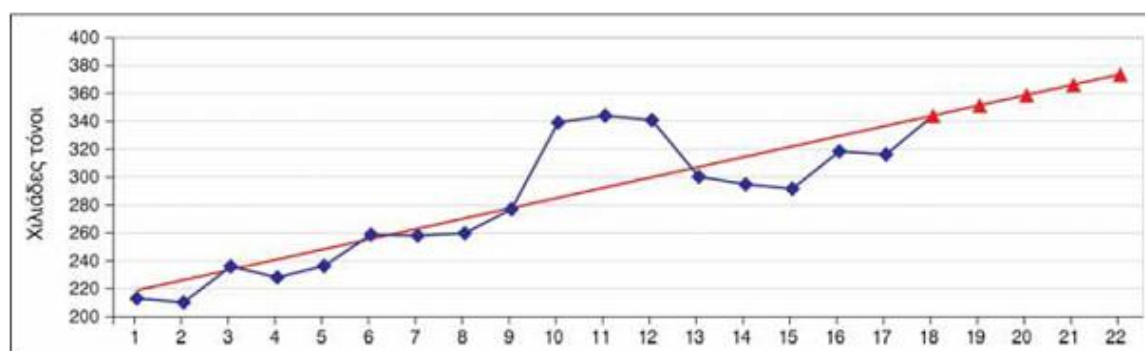
**Πίνακας 5: Ισοζύγιο κατανάλωσης και παραγωγής χοιρινού κρέατος**

Πίνακας 5. Ισοζύγιο κατανάλωσης και παραγωγής χοιρινού κρέατος						
Έτος	Παραγωγή (+)	Εισαγωγές (+)	Εξαγωγές (-)	Κατανάλωση (=)	Βαθμός αυτάρκειας %	Κατά κεφαλήν κατανάλωση (χιλ. τόνοι)
1990	146,9	67,0	0,9	213,0	68,5	21,0
1992	153,1	84,4	1,6	235,9	64,2	23,0
1994	142,5	97,4	3,5	236,4	58,8	22,8
1996	141,7	120,4	4,0	258,1	53,4	24,6
1998	142,3	143,4	8,6	277,1	48,1	26,3
2000	139,0	210,5	5,4	344,1	38,8	32,6
2002	135,0	170,4	5,4	300,4	43,2	28,6
2004	135,5	162,0	6,1	291,7	44,4	27,8
2005	128,7	198,1	8,2	318,6	40,4	29,0
2006	118,6	206,6	8,9	316,3	37,5	28,4
M.O.	139,8	142,1	4,3	277,8	50,3	-



**Διάγραμμα 1: Παραγωγή χοιρινού κρέατος 1980-2006 (Γραμμική τάση)**

$$y = 158.316 - 987x, \left\{ \begin{array}{l} 1 = 1980 \\ x = 1,2,3,\dots,27 \end{array} \right\} R^2 = 0,6333$$



**Διάγραμμα 2: Κατανάλωση χοιρινού κρέατος 1990-2006**

$$y = 211.544 + 7.370x, \left\{ \begin{array}{l} 1 = 1990 \\ x = 1,2,3,\dots,17 \end{array} \right\} R^2 = 0,6913$$

## 1.2. Τεχνικές παράμετροι παραγωγής χοιρείου κρέατος

### 1.2.1 Γενετικό υλικό

Οι απαιτήσεις των χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων σε γενετικό υλικό αφορούν:

(i) σε χοιρομητέρες, υψηλής γονιμότητας, με καλές μητρικές ιδιότητες, ανθεκτικότητα και μακροζωία,

(ii) σε υψηλό ρυθμό ανάπτυξης των χοιριδίων, με μικρές απώλειες και χαμηλό συντελεστή αξιοποίησης της τροφής και

(iii) σε κρέας υγιεινό, άπαχο και μη εξιδρωματικό.

Όλες αυτές οι διαφορετικές απαιτήσεις ικανοποιούνται με την ταυτόχρονη εκτροφή διαφόρων φυλών, με την εφαρμογή κατάλληλων διασταυρώσεων και με την ικανοποίηση των απαιτήσεων που αφορούν σε κανόνες εκτροφής και διαχείρισης των ζώων. Προς το παρόν τουλάχιστον, στις περισσότερες ζωοτεχνικά αναπτυγμένες χώρες, όπως και στην Ελλάδα, οι χοιρομητέρες είναι προϊόν διασταύρωσης, κυρίως, των φυλών *Landrace* και *Large white* διότι πιστεύεται ότι, ο τύπος αυτός, εξασφαλίζει την καλύτερη αναπαραγωγική και παραγωγική ικανότητα.

Σε ότι αφορά τους κάπρους κρεοπαραγωγής, είναι καθαρές φυλές (*Duroc*, *Pietrain* κ.α.) ή πολυυβρίδια, προϊόντα διασταύρωσης διαφόρων κρεοπαραγωγικών φυλών, με μεγάλη παραλλακτικότητα σε ότι αφορά στην παχυντική ικανότητα, καθώς και στην ποιότητα του σφαγίου και του κρέατος. Η οικονομική εξασφάλιση του κατάλληλου γενετικού υλικού αποτελεί βασική προϋπόθεση βελτίωσης της παραγωγικότητας. Στην Ελλάδα, η προμήθεια του γενετικού υλικού εξαρτάται από τις ζωοτεχνικά αναπτυγμένες χώρες της ΕΕ και των ΗΠΑ, με θετικές αλλά και αρνητικές επιπτώσεις στην παραγωγική διαδικασία. Η βελτίωση της χοιροτροφίας είναι δεδομένη, αλλά ο ρυθμός βελτίωσής της εκτιμάται ότι είναι αργός έναντι άλλων χωρών (Δανία, Ολλανδία, Γερμανία, Γαλλία κ.ο.κ.). Το κόστος προμήθειας του γενετικού υλικού είναι υψηλό και, ως εκ τούτου, το γενετικό υλικό που εισάγεται στη χώρα είναι **«χαμηλού επιπέδου συγκριτικά με εκείνο που χρησιμοποιείται σε άλλες χώρες της ΕΕ»**. Πέραν αυτού, υπάρχουν προβλήματα προσαρμοστικότητας των εισαγόμενων ζώων, καθώς και σοβαρή πιθανότητα μεταφοράς ασθενειών. Έγιναν, κατά καιρούς, προσπάθειες να ελεγχθεί το εισαγόμενο και χρησιμοποιούμενο γενετικό υλικό, δεδομένου ότι η λύση της δημιουργίας υποδομών για την παραγωγή στη χώρα ζώων υψηλού γενετικού δυναμικού δεν φαίνεται δυνατή, αφού απαιτεί σημαντικά κεφάλαια και προϋποθέτει παράδοση στην αναπαραγωγή χοίρων, πλουσιότερη από αυτήν που διαθέτει η χώρα μας.

Οι προσπάθειες αυτές (εκπόνηση Εθνικού Προγράμματος Γενετικής Βελτίωσης των χοίρων, δημιουργία Σταθμού Ελέγχου Κάπρων κ.ο.κ.) αποτελούν συνδυασμό εισαγωγών και εγχώριας παραγωγής **«ελληνικού»** γενετικού υλικού, με στόχευση:

(i) τη μείωση του βαθμού εξάρτησης από τις αγορές του εξωτερικού,

(ii) τον περιορισμό της πιθανότητας μετάδοσης εισαγομένων ασθενειών,

(iii) την παροχή δυνατότητας εφαρμογής στη χώρα προγράμματος γενετικής βελτίωσης και δημιουργίας ελληνικών φυλών χοίρων εγκλιματισμένων και προσαρμοσμένων στις ελληνικές συνθήκες εκτροφής,

(iv) την απόκτηση παράδοσης στην εκτροφή χοίρων αναπαραγωγής, με ταυτόχρονη αξιοποίηση του αξιόλογου επιστημονικού δυναμικού,

(v) την ευέλικτη προσαρμογή της ελληνικής παραγωγής στις σύγχρονες απαιτήσεις για παραγωγή κρέατος ποιότητας και

(vi) την πληρέστερη ικανοποίηση των συμφερόντων των χοιροτρόφων και των καταναλωτών.

### 1.2.2 Διατροφή των χοίρων

Οι δαπάνες διατροφής των χοίρων αποτελούν το 60% τουλάχιστον του συνολικού κόστους παραγωγής του χοιρείου κρέατος. Η κατάρτιση μιγμάτων για διαιτητικώς σωστή και οικονομικά αποτελεσματική διατροφή των χοίρων προϋποθέτει τη γνώση:

(i) των αναγκών των ζώων, που είναι συνάρτηση του εκτρεφόμενου γενετικού υλικού, των συνθηκών εκτροφής και του επιδιωκόμενου κάθε φορά σκοπού,

(ii) της ανταποκρίσεως του γενετικού υλικού σε διάφορα επίπεδα ενέργειας και της σχέσεως αυτής προς τα λοιπά θρεπτικά συστατικά του σιτηρεσίου,

(iii) της συστάσεως και των λοιπών ποιοτικών χαρακτηριστικών, των διατιθέμενων ζωοτροφών που καθορίζουν την ποσοτική (ελάχιστη – μέγιστη) συμμετοχή τους στα σιτηρέσια και την τιμή προμήθειας αυτών,

(iv) των συνθηκών περιβάλλοντος στο χώρο διαβιώσεως των ζώων και ιδιαίτερως της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του αερισμού κατά τη διάρκεια των εποχών του έτους και

(v), των συνθηκών υγιεινής της μονάδας καθώς και το επίπεδο και τη συχνότητα των λαμβανομένων μέτρων υγιεινής προστασίας του πληθυσμού.

Η γνώση των προαναφερομένων παραγόντων δεν είναι πάντοτε δυνατή σε κάθε χοιροτροφική εκμετάλλευση. Για το λόγο αυτό η κατάρτιση των μιγμάτων διατροφής, στην πράξη, γίνεται μετά από αντικειμενική ποιοτική εκτίμηση των διατιθέμενων ζωοτροφών και τη συνεργασία με τον εκτροφέα-παραγωγό, ο οποίος παρέχει πληροφορίες για όλους τους άλλους παράγοντες, με τις οποίες, ο ειδικός στη διατροφή, διαμορφώνει γνώμη και καθορίζει τις προδιαγραφές των σιτηρεσίων. Τα σιτηρέσια αυτά είναι προσεγγιστικά, εφαρμόζονται και βελτιώνονται προοδευτικά μέχρις ότου καταστούν άριστα, με βάση τα στοιχεία ανταπόκρισης των διατρεφόμενων ζώων.

Στο πλαίσιο των αυστηρών απαιτήσεων σύνθεσης άριστων, τεχνικοοικονομικά, σιτηρεσίων χοιροτροφίας, οι έλληνες χοιροτρόφοι αντιπαρατάσσουν:

(i) μικρά και τεχνολογικά απαξιωμένα παρασκευαστήρια άλεσης – ανάμιξης ζωοτροφών με κάθετο αναμικτήρα και ατομική προμήθεια από το εμπόριο των πρώτων υλών, αποφεύγοντας να χρησιμοποιούν έτοιμα, ισορροπημένα μίγματα, από βιομηχανικές μονάδες, πιστεύοντας ότι διασφαλίζουν καλύτερη ποιότητα τελικού μίγματος και, πιθανόν, χαμηλότερο κόστος. Από τα ιδιοπαρασκευαστήρια αυτά λίγα μόνον έχουν εγγραφεί στο Μητρώο του Υπ.Α.Α.Τρ. και ελάχιστα έχουν άδεια ΕΟΦ για παρασκευή φαρμακούχων μιγμάτων,

(ii) την «τυποποίηση» στη σύνθεση των τελικών μιγμάτων (συνήθως έξι συνολικά μιγμάτων, δηλαδή: θηλαζουσών χοιρομητέρων, ξηρής περιόδου, γαλουχίας ή θηλαζόντων χοιριδίων, ανάπτυξης, προπάχυνσης και πάχυνσης), χρησιμοποιώντας, σταθερά τις πλέον συνήθεις και περιορισμένες σε αριθμό ζωοτροφές, όπως δημητριακά (καλαμπόκι, σιτάρι και κριθάρι, τα οποία, αθροιστικά καλύπτουν συνήθως,

το 60% του μίγματος), σογιάλευρα (συνήθως 42-43% ΟΑΟ και σπάνια με 48%), πίτυρα σίτου (χονδρά) και, σε πολύ μικρότερες ποσότητες, ιχθυάλευρα (για τις μικρές ηλικίες ζώων ή σε θηλάζουσες χοιρομητέρες), μαρμαρόσκονη, φωσφορικό διασβέστιο, αλάτι, αμινοξέα (λυσίνη και μεθειονίνη), καθώς και έτοιμα σκευάσματα ιχνοστοιχείων και βιταμινών,

(iii) την έλλειψη συστηματικής προσπάθειας μείωσης του κόστους διατροφής, που απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις και συνεργασία, για συλλογική προμήθεια πρώτων υλών ζωοτροφών, με διεύρυνση του αριθμού των πρώτων υλών. Προτάσεις των ειδικών στη διατροφή χοίρων για αντικατάσταση, κυρίως του σογιάλευρου, με άλλες πηγές πρωτεϊνών (ηλιάλευρα, βαμβακάλευρα, διάφορα κτηνοτροφικά όσπρια, κτηνοτροφική γλουτένη, κ.α.), δεν κατέστησαν εφικτές και παραμένουν επιστημονικές γνώσεις που περιμένουν ευνοϊκές συγκυρίες για να αξιοποιηθούν. Στις περιόδους που οι τιμές των δημητριακών (ενεργειακές πηγές) και των σογιάλευρων (πηγές αζωτούχων ουσιών – πρωτεϊνών), διαμορφώνονται σε υψηλά επίπεδα, όπως σήμερα, οι ανησυχίες των χοιροτρόφων είναι έντονες και η διάθεση των προϊόντων τους συναντά δυσκολίες, δεδομένου ότι οι ανταγωνιστές τους (κυρίως χοιροτρόφοι της ΕΕ), μέσω των οργανώσεών τους, μπορούν και αξιοποιούν ευρύτατο φάσμα πρώτων υλών ζωοτροφών, επιτυγχάνοντας πολύ χαμηλότερο κόστος διατροφής των ζώων τους και κατ' επέκταση του τελικού προϊόντος.

Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι η συγκεκριμένη σταθερή σύνθεση των σιτηρεσίων που χρησιμοποιούνται στην ελληνική χοιροτροφία φαίνεται να αποτελεί συνειδητή επιλογή των χοιροτρόφων. Θεωρείται βέβαιο ότι, γενικότερα, με τον συνδυασμό «δημητριακά, σογιάλευρο και πίτυρα», μειώνονται στο ελάχιστο και οι κίνδυνοι δυσμενών συμβάντων στην τροφική αλυσίδα (διοξίνες, σύνδρομο τρελών αγελάδων κ.α.), προβλήματα που συγκλόνισαν σχετικά πρόσφατα τις Χώρες της ΕΕ. Η συγκεκριμένη σύνθεση των σιτηρεσίων, σε συνδυασμό με τις ευνοϊκές καιρικές συνθήκες στη χώρα μας, φαίνεται να δημιουργούν προϋποθέσεις εξασφάλισης τουλάχιστον της υγιεινής του ελληνικού χοιρείου κρέατος, αφού, όπως προκύπτει και από σειρά πρόσφατων αναλύσεων σε εργαστήρια Πανεπιστημιακών Ιδρυμάτων και σε διαπιστευμένα ιδιωτικά εργαστήρια, οι πρώτες ύλες ζωοτροφών και τα τελικά μίγματα εμφανίζουν επίπεδα παρουσίας ανεπιθύμητων ουσιών και μικροβιακού φορτίου πολύ κάτω των επιτρεπόμενων ορίων. Τα προαναφερόμενα δικαιολογούν το γεγονός ότι οι Έλληνες καταναλωτές, ίσως και από «ένστικτο», επιζητούν την προμήθεια «ντόπιων κρεάτων».

### 1.2.3. Συνθήκες διατήρησης/εκτροφής των ζώων

Παρά τις βελτιώσεις εκσυγχρονισμού που έγιναν και εξακολουθούν να γίνονται με ενισχύσεις που παρέχονται μέσω των προγραμμάτων Αγροτικής Ανάπτυξης και του Αναπτυξιακού Νόμου, μεγάλος αριθμός χοιροτροφικών εκμεταλλεύσεων παρουσιάζουν σοβαρό πρόβλημα τεχνολογικής απαξίωσης των εγκαταστάσεών τους. Κύριες αδυναμίες είναι, συνήθως, ο κακός εξοπλισμός, οι μεγάλες πυκνότητες ζώων που δεν ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις, τα συστήματα πρόσδεσης ή περιορισμού κίνησης χοιρομητέρων, που απαγορεύονται πλέον σύμφωνα με τους κανόνες ευζωίας (welfare), οι αδυναμίες στη μόνωση και θέρμανση των κτιρίων με εξαιρετικά δυσμενείς επιπτώσεις στην ανάπτυξη, κυρίως των νεαρών χοιριδίων, αδυναμίες στην εφαρμογή κανόνων καθαριότητας και απολυμάνσεων κ.ο.κ. Σοβαρό πρόβλημα συνιστά, επίσης, το γεγονός ότι, οι παρεμβάσεις που γίνονται για τη βελτίωση των χοιροτροφικών εγκαταστάσεων, σχεδιάζονται από τους ίδιους τους χοιροτρόφους, οι οποίοι, μην έχοντας τις τεχνικές γνώσεις, αυτοσχεδιάζουν σε κρίσιμους τομείς, όπως ο εξοπλισμός, οι μονώσεις, η διαχείριση των αποβλήτων κ.α. Επομένως, οι επιπτώσεις των βελτιώσεων αυτών στην παραγωγικότητα της χοιροτροφίας είναι χαμηλή και οι χοιροτρόφοι δεν μπορούν να εκμεταλλευθούν τις σύγχρονες τεχνολογικές δυνατότητες που είναι διεθνώς διαθέσιμες για τον κλάδο της χοιροτροφίας.

## **2. Οι οσμές, ως περιβαλλοντικός ρύπος**

Αυτή η ενότητα στοχεύει να παρέχει ένα επίπεδο γνώσης που θεωρείται επαρκές σαν γενικό υπόβαθρο πληροφοριών, για επαγγελματίες που ασχολούνται με την διαχείριση της ενόχλησης από οσμές. Συγκεκριμένα συζητούνται τα ακόλουθα θέματα:

- Αντίληψη οσμής: η λειτουργία της αίσθησης της οσμής και η εξελικτική της ανάπτυξη.
- Χαρακτηριστικά των οσμών: τα διάφορα γνωρίσματα που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηριστούν οι οσμές, και η μέθοδος μέτρησης.
- Ο μηχανισμός που οδηγεί από την παραγωγή των ουσιών που προκαλούν οσμές από τις χοιροτροφικές μονάδες, στις καταγγελίες λόγω ενόχλησης από τις οσμές.

## 2.1 Αντίληψη της οσμής

Οι αισθήσεις μας, για την όσφρηση και τη γεύση θεωρούνται οι πιο παλιές σε όρους εξέλιξης. Παρόλο που οι άνθρωποι είναι σχετικά πιο πρόσφατοι (από την οπτική της εξέλιξης), η λειτουργία της όσφρησης είναι η ίδια με τα άλλα είδη: μας βοηθάει να εκτιμούμε το περιβάλλον μας. Σε απλούς όρους συμπεριφοράς, η αντίληψη των οσμών μπορεί να οδηγήσει σε 2 βασικές αποκρίσεις συμπεριφοράς : *αποφυγή* ή *προσέγγιση*. Αυτές οι αποκρίσεις μπορούν να συμβούν πχ κατά την κρίση του φαγητού ή του νερού, αλλά ακόμα και σε κοινωνικό πλαίσιο.

Η όσφρηση βοηθάει τον άνθρωπο να εκτιμήσει το περιβάλλον με έναν πολύ άμεσο τρόπο. Ο αισθητήρας στην κοιλότητα της μύτης είναι μια άμεση διασύνδεση μεταξύ εγκεφάλου και περιβάλλοντος. Πρόκειται για μια κατά πολύ εξελιγμένη αίσθηση που αλληλεπιδρά με τη ζωή και τη συμπεριφορά σε πολλά επίπεδα. Η διαδικασία της ανίχνευσης της οσμής, της αντίληψης και της εκτίμησης είναι συνεπώς πολύπλοκη. Οι άνθρωποι μπορούν να ανιχνεύσουν και να ξεχωρίσουν μέχρι και 3000 είδη οσμών. Πρόσφατες έρευνες αποδεικνύουν ότι γύρω στα 1000 γονίδια από τα 100.000 του γονιδιώματός μας, είναι «αφοσιωμένα» στην αίσθηση της όσφρησης. Η σημαντική αναλογία του 1% καθιστά την αίσθηση της όσφρησης μεγάλης σημασίας από την οπτική της εξέλιξης.

Η αίσθηση της όσφρησης είναι στενά συνδεδεμένη με την μακροπρόθεσμη μνήμη. Τα νεύρα που συνδέουν τον αισθητήρα με τον εγκέφαλο δίνουν άμεσο σήμα στον ιππόκαμπο που είναι το τμήμα του εγκεφάλου που ρυθμίζει βασικές λειτουργίες, όπως η οργάνωση της μακροπρόθεσμης μνήμης και των συναισθημάτων. Είναι συνεπώς, αναμενόμενο ότι οι μυρωδιές είναι συνειρμικές και μπορούν να αποσπάσουν ζωντανές μνήμες από εμπειρίες που συνέβησαν ακόμα και στα παιδικά χρόνια. Αυτή η συνειρμική προοπτική σχετίζεται άμεσα με τις περιβαλλοντικές οσμές. Αν σε ένα άτομο σχηματισθεί αρνητική εντύπωση όσον αφορά σε μια συγκεκριμένη οσμή, τότε είναι αρκετά δύσκολο το άτομο αυτό να μην προκαταβάλλεται αρνητικά απέναντί της. Αυτό μας βοηθάει να εξηγήσουμε γιατί ένα πρόβλημα οσμής από το παρελθόν φαίνεται να ταλαιπωρεί τους επιχειρηματίες, ακόμα και αν οι εκπομπές έχουν ελαττωθεί σημαντικά, καθώς οι περίοικοι έχουν σχηματίσει αρνητική εντύπωση.

Όταν μια ατμοσφαιρική οσμή ανιχνεύεται από τις αισθήσεις μας, αρχίζει μια αλυσίδα γεγονότων. Κατά την διάρκεια της αντίληψης από τον αισθητήρα, καθορίζονται η ανιχνευσιμότητα, η ένταση, και ο χαρακτήρας της διεγερτικής οσμής. Οι πληροφορίες αυτές επεξεργάζονται στον εγκέφαλο. Σε αυτό το στάδιο οι πληροφορίες που εισέρχονται από την αντίληψη συνδυάζονται με διάφορες πηγές πληροφοριών αναφοράς, όπως η ιστορία της αντίληψης, συνειρμικές πληροφορίες με προηγούμενα παρόμοια γεγονότα αντίληψης, κλπ. Εάν αυτή η αξιολόγηση οδηγήσει σε αρνητική εκτίμηση της αντιλαμβανόμενης οσμής, στο παρόν πλαίσιο συμπεριφοράς, απαιτείται να καθοριστεί η σημασία καθώς και να υπάρξει η κατάλληλη συμπεριφορά ως απάντηση. Αυτή η φάση της διαδικασίας χαρακτηρίζεται ως “αντιμετώπιση (coping)”. Ένα είδος “αντιμετώπισης” συμπεριφοράς περιλαμβάνει την ανάληψη δράσεων όπως την εξάλειψη της αιτίας της αρνητικής αξιολόγησης (αφαίρεση της πηγής). Ένα άλλο είδος ‘αντιμετώπισης’ σκοπεύει στη μείωση της αισθητικής επίδρασης της αρνητικής αξιολόγησης, με το να

“δικαιολογηθεί” ότι η αιτία δεν είναι τόσο σημαντική και να αγνοηθεί. Επαναλαμβανόμενα “γεγονότα ενόχλησης” σαν αποτέλεσμα ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως οι οσμές, μετά από κάποιο σημαντικό χρονικό διάστημα, μπορούν να οδηγήσουν σε ενόχληση, η οποία με τη σειρά της μπορεί να οδηγήσει σε καταγγελίες.

**Οι περισσότερες οσμές μπορούν να προκαλέσουν ενόχληση όταν ανιχνεύονται περιοδικά. Ακόμα και οι οσμές που δεν αναγνωρίζονται ως δυσάρεστες, όπως οι οσμές από το καβούρντισμα του καφέ, προκαλούν ενόχληση σε πληθυσμό που εκτίθεται σε επαρκώς υψηλές συγκεντρώσεις περιοδικά, και σε τακτική βάση για μεγάλο χρονικό διάστημα.**

## 2.2 Χαρακτηριστικά οσμών: ψυχοσωματικές διαστάσεις της αντίληψης των οσμών

Η αισθητηριακή αντίληψη των μυρωδιών μπορεί να χαρακτηριστεί από τέσσερα κύρια γνωρίσματα ή διαστάσεις:

- **Ανιχνευσιμότητα**
- **Ένταση**
- **Ήδονικός τόνος**
- **Ποιότητα οσμής**

Ένα πέμπτο γνώρισμα έχει προταθεί πρόσφατα, για να χαρακτηρίσει την τάση μιας οσμής να προκαλέσει ενόχληση. Παρόλ' αυτά, καμία λειτουργική μέθοδος για χαρακτηρισμό και ερμηνεία είναι διαθέσιμη για αυτό το πέμπτο γνώρισμα:

- **Εν δυνάμει ενόχληση**

Εκτός από τις αισθητηριακές διαστάσεις που χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν πώς οι μυρωδιές δρουν όταν αντιλαμβάνονται σαν οσμές, προσπάθειες βρίσκονται σε εξέλιξη για να αναπτυχθεί μια πιο τεχνική προσέγγιση για τον χαρακτηρισμό των οσμών, με την χρήση ανάλυσης των χημικών συστατικών που συμπεριλαμβάνονται στις οσμές. Η προσέγγιση μπορεί να εφαρμοστεί σε απλές δύσοσμες ουσίες-κλειδιά, όπως το υδρόθειο ή η αμμωνία. Μπορεί να περιλαμβάνει τη μέτρηση ενός ιχνηθέτη-συστατικού το οποίο δεν μυρίζει από μόνο του, αλλά εμφανίζεται με ουσίες που προκαλούν οσμές, π.χ. μεθάνιο ως ιχνηθέτης για αέριο χωματερής. Τελικά, μπορεί να μετρηθεί το πλήθος των ουσιών που μυρίζουν με τη χρήση προηγμένων αναλυτικών μεθόδων, όπως η συνδυασμένη τεχνική GC-MS ή με συσκευές «ηλεκτρονικής μύτης». Η πρακτική εφαρμογή τέτοιων μεθόδων είναι μέχρι στιγμής περιορισμένη. Η ευαισθησία των αναλυτικών μεθόδων δεν είναι συνήθως επαρκής για να προσεγγίσει την αντίστοιχη της ανθρώπινης μύτης και η δυνατότητα να προβλεφθεί ή να μοντελοποιηθεί η πραγματική αντίληψη της οσμής στους ανθρώπους στην βάση των μετρήσιμων παραμέτρων είναι μικρή.

Οι διαφορετικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηριστούν οι οσμές, οι μέθοδοι για την εκτίμηση των δειγμάτων των οσμών και οι μονάδες που χρησιμοποιούνται για την αναφορά των αποτελεσμάτων περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

## 2.3 Μέθοδοι για την εκτίμηση της οσμής και μονάδες μέτρησης

### A1 : Ανιχνευσιμότητα

Η ανιχνευσιμότητα (ή κατώφλι οσμής) αναφέρεται στην ελάχιστη συγκέντρωση της διεγερτικής οσμής που χρειάζεται για ανίχνευση σε κάποιο συγκεκριμένο ποσοστό του πληθυσμού (στον οποίο πραγματοποιούνται μετρήσεις). Το κατώφλι οσμής ορίζεται από την αραιώση της οσμής σε σημείο, όπου το 50% του πληθυσμού ή του πάνελ δεν μπορεί να ανιχνεύσει την οσμή πλέον. Η αυθεντική συγκέντρωση οσμής από ένα δείγμα μπορεί να χαρακτηριστεί από τον αριθμό των αραιώσεων για να φτάσει στο κατώφλι της ανίχνευσης. **Στο κατώφλι ανίχνευσης η συγκέντρωση οσμής είναι μία μονάδα οσμής ανά κυβικό μέτρο ( $ou_E/m^3$ )**. Οι τιμές κατωφλιού δεν είναι καθορισμένες από φυσιολογικά γεγονότα ή φυσικές σταθερές, αλλά αντιπροσωπεύουν στατιστικά την καλύτερη υπολογισμένη τιμή από μια ομάδα μεμονωμένων απαντήσεων. Η συγκέντρωση της οσμής είναι το πιο κοινό γνώρισμα που χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των οσμών. Παρέχει το πιο κοινό μέτρο για να χαρακτηρίσει το μέγεθος της διέγερσης, ώστε να καθοριστούν τα υπόλοιπα γνωρίσματα μιας οσμής (οριζόντιος άξονας).

Μια πρότυπη Ευρωπαϊκή μέθοδος CEN (European Committee for Standardization) για τη μέτρηση της συγκέντρωσης της οσμής είναι διαθέσιμη στην βιβλιογραφία. Η Ευρωπαϊκή μονάδα οσμής ( $ou_E$ - European Odour Unit) είναι συνδεδεμένη με ένα καλώς ορισμένο υλικό αναφοράς, μέσω της χρήσης εκπαιδευμένων αξιολογητών με ειδική ευαισθησία στην οσμή αναφοράς της κανονικής βουτανόλης. Με αυτόν τον τρόπο η μονάδα οσμής αντιστοιχίστηκε με:

$$1 \text{ } ou_E/m^3 \sim 40 \text{ ppb/v κ-βουτανόλης.}$$

### A2 : Ένταση

Η ένταση είναι η δεύτερη διάσταση της αισθητηριακής αντίληψης των οσμών, και αναφέρεται στην αντιλαμβανόμενη ένταση ή το μέγεθος της αίσθησης της οσμής. Η ένταση αυξάνεται σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση των οσμηρών ουσιών. Η σχέση μεταξύ της έντασης και του λογαρίθμου της συγκέντρωσης των οσμηρών ουσιών είναι γραμμική.

Η ένταση της οσμής αναφέρεται μόνο στο μέγεθος (δύναμη) της αντίληψης της οσμής. Έχει όμως και μια δεύτερη ερμηνεία, η οποία σχετίζεται με το μέγεθος του διεγερτικού που προκαλεί την αντίληψη, ενώ η σχέση μεταξύ της έντασης  $I$  και του διεγερτικού μπορεί να περιγραφεί από την θεωρητικά παραγόμενη λογαριθμική συνάρτηση του Fechner:

$$S = k_w \log(I/I_o) \quad (\text{εξ.1})$$

Όπου

$S$  : η αντιλαμβανόμενη ένταση της αίσθησης (θεωρητικά προσδιορισμένη)

$I$  φυσική ένταση (συγκέντρωση οσμής)

$I_o$  κατώφλι συγκέντρωσης



$k_w$  Συντελεστής Weber-Fechner

ή σύμφωνα με τον Stevens ως εκθετική συνάρτηση:

$$S = kI^n \quad (\text{εξ.2})$$

Όπου

$S$  η αντιλαμβανόμενη ένταση της αίσθησης (εμπειρικά προσδιοριζόμενη)

$I$  φυσική ένταση (συγκέντρωση οσμής)

$n$  εκθέτης του Steven

$k$  μία σταθερά

Το ποια από τις δύο σχέσεις ταιριάζει, εξαρτάται από τη μέθοδο που χρησιμοποιείται. Μέχρι σήμερα καμία θεωρία δεν ήταν σε θέση να παράγει την ψυχοσωματική σχέση από την γνώση των κατωφλίων των οσμών των διάφορων συστατικών.

Η μέθοδος για τη μέτρηση της έντασης περιγράφεται από τα ακόλουθα πρότυπα αρχεία

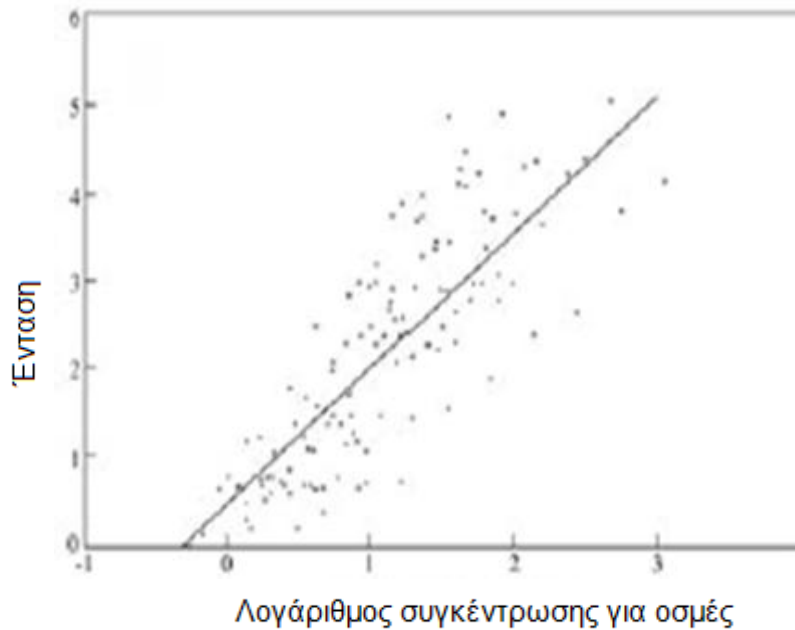
- VDI 3882: 1997, part 1, *Determination of Odour Intensity*, Düsseldorf, Germany.

Η αρχή της μέτρησης είναι η έκθεση της οσμής σε αξιολογητές σε εργαστηριακό πάνελ οσμής, με διαφορετικούς βαθμούς αραίωσης, έτσι ώστε η αντιληπτή ένταση να ποικίλει.

Τα μέλη των αξιολογητών καλούνται να επιδείξουν την αντιλαμβανόμενη ένταση σε κάθε έκθεση με 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 οσμή

Οι τιμές για την ένταση  $I$  τοποθετούνται στην συνέχεια στον άξονα των τεταγμένων, ενώ στον άξονα των τετμημένων τοποθετείται ο λογάριθμος της συγκέντρωσης της οσμής ή ο παράγοντας της αραίωσης. Η γραμμή παλινδρόμησης χαρακτηρίζει τη σχέση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης έντασης και της συγκέντρωσης της οσμής. Το σημείο όπου η γραμμή παλινδρόμησης τέμνει τον οριζόντιο άξονα ισοδυναμεί με το κατώφλι ανίχνευσης.



**Διάγραμμα 3** Αντιλαμβανόμενη ένταση συναρτήσει του λογαρίθμου της συγκέντρωσης για οσμές από χοιροτροφική μονάδα

Ο χαρακτηρισμός μπορεί να γίνει με σύγκριση της κλίσης της καμπύλης παλινδρόμησης για διαφορετικές μυρωδιές. Μερικές μυρωδιές προκαλούν μια ταχεία ανάπτυξη στην αντιλαμβανόμενη ένταση με αυξανόμενη συγκέντρωση (πχ  $\text{NH}_3$ ). Άλλες προκαλούν μόνο μια μικρή αύξηση στην αντιλαμβανόμενη ένταση, όπως οι μυρωδιές από τα αποσμητικά χώρου στις τουαλέτες, που έχουν σχεδιαστεί για να είναι αντιληπτές σε παρόμοια ένταση, ανεξαρτήτως από την αραίωση.

#### A3 : Ποιότητα οσμής (ποιοτικό χαρακτηριστικό)

Η ποιότητα οσμής είναι η τρίτη διάσταση της οσμής. Εκφράζεται με περιγραφές δηλ. με λέξεις που περιγράφουν με τι μοιάζει η μυρωδιά. Είναι ένα ποιοτικό γνώρισμα. Σημειώνεται ότι είναι συχνή η χρήση φρούτων για τον χαρακτηρισμό της ποιότητας της οσμής.

#### A4 : Ηδονικός τόνος

Ο ηδονικός τόνος είναι η τέταρτη διάσταση της οσμής. Αποτελεί μια κατηγορία κρίσης που σχετίζεται με ευχαρίστηση ή δυσαρέσκεια από την οσμή. Η μέθοδος για την μέτρηση της του ηδονικού τόνου περιγράφεται από τα ακόλουθα πρότυπα αρχεία

- **VDI** (Verein Deutscher Ingenieure) 3882:1997 part 2; *Determination of Hedonic Tone*, Düsseldorf, Germany

Η βασική αρχή της μέτρησης είναι η έκθεση της οσμής σε αξιολογητές εργαστηριακού πάνελ οσμής, με διάφορους βαθμούς αραίωσης, έτσι ώστε να ποικίλλει ο ηδονικός τόνος. Οι αξιολογητές του πάνελ καλούνται να επιδείξουν τον

αντιλαμβανόμενο **ηδονικό τόνο** σε κάθε μέτρηση με μία τιμή από τα 9 σημεία από την κλίμακα του ηδονικού τόνου:

- +4 πολύ ευχάριστη
- +3 ευχάριστη
- +2 μετρίως ευχάριστη
- +1 ελαφρώς ευχάριστη
- 0 ουδέτερη οσμή / όχι οσμή
- 1 ελαφρώς δυσάρεστη
- 2 μετρίως δυσάρεστη
- 3 δυσάρεστη
- 4 επιθετική

#### A5 : Εν δυνάμει ενόχληση

Η εν δυνάμει ενόχληση είναι μια προτεινόμενη μέθοδος ποσοτικοποίησης της τάσης μιας οσμής να προκαλέσει ενόχληση στον πληθυσμό, όταν εκτίθεται σε αυτή την οσμή περιοδικά, μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα. Η εν δυνάμει ενόχληση πιθανολογείται να είναι συνάρτηση της ποιότητας οσμής, του ηδονικού τόνου της αντιλαμβανόμενης έντασης και της συγκέντρωσης της οσμής. Η ακριβής αλληλεπίδραση των διαφόρων παραμέτρων της οσμής, που μπορεί να βοηθήσει στον ορισμό της εν δυνάμει ενόχλησης της οσμής έχει ακόμα να αποσαφηνιστεί. Μόλις διευκρινισθεί το παραπάνω, θα είναι στην συνέχεια προσεγγίσιμος ο καθορισμός των διαφοροποιημένων προτύπων ποιότητας του αέρα για συγκεκριμένες οσμές.

#### A6 Χαρακτηρισμός των οσμών με χημική ανάλυση

Ο χαρακτηρισμός των οσμών στη βάση των μετρήσεων των συγκεντρώσεων των συστατικών είναι δυνατός μόνο στις περιπτώσεις, όπου ένα χημικό συστατικό είναι κυρίαρχο σε όρους αντίληψης της οσμής. Αυτή όμως η περίπτωση είναι γενικά σπάνια.

## 2.4 Ο μηχανισμός που οδηγεί από τη μυρωδιά των χοίρων στην καταγγελία

Οι παραγωγοί χοίρων έχουν την ευθύνη να ελαχιστοποιήσουν της επίδραση της δραστηριότητας τους στην γειτονιά πέριξ της χοιροτροφικής μονάδας. Οι οσμές είναι ίσως το πιο σημαντικό θέμα που απασχολεί τους παραγωγούς, καθώς είναι πιθανή η εκδοχή να ξεπερνούν κατά πολύ τα όρια της παραγωγικής μονάδας.

Η ενόχληση από τις οσμές μπορεί να αναπτυχθεί ύστερα από μακράς περιόδου διάρκειας έκθεση σε οσμές που προκαλούν αρνητική αξιολόγηση στο άτομο που τις αντιλαμβάνεται. Έχει να κάνει άμεσα με τον τρόπο που εκτιμούμε το περιβάλλον. Δεν είναι μια απλή διαδικασία. Η στάση μας προς την πηγή, το αναπόφευκτο της έκθεσης και οι αισθητικές προσδοκίες σχετικά με το οικιστικό περιβάλλον είναι μερικοί από τους λιγότερο απτούς παράγοντες που σχετίζονται με την πιθανότητα της ενόχλησης. Όταν η ισορροπία μεταβάλλεται, και ένας περιβαλλοντικός ρύπος, όπως μια κτηνοτροφική οσμή, προκαλεί ενόχληση σε ένα άτομο, είναι πολύ δύσκολο πια να αντιστραφεί η δράση. Αυτό που αποτελούσε μια ελαφριά μυρωδιά έχει εξελιχθεί σε διεγερτικό που προκαλεί ενόχληση. Όταν συμβεί η πρώτη καταγγελία, το πρόβλημα γίνεται πολύ πιο σοβαρό για όλους τους επηρεασμένους από την οσμή.

Ο μηχανισμός που οδηγεί από την εκπομπή της οσμής στην ατμόσφαιρα μέχρι την πραγματική ενόχληση είναι λίγο περίπλοκη. Περιλαμβάνει τους ακόλουθους βασικούς παράγοντες:

- Τα χαρακτηριστικά της οσμής που εκλύεται (ανιχνευσιμότητα, ένταση, ηδονικός τόνος, μέτρο εν δυνάμει ενόχλησης)
- Μέγεθος αραίωσης στην ατμόσφαιρα μέσω της τυρβώδους διασποράς (τυρβώδες ή στρωτό οριακό στρώμα, κατεύθυνση ανέμου, ταχύτητα ανέμου, κλπ)
- Έκθεση των υποδοχέων στον πληθυσμό (περιοχή του οικισμού, κινητικότητα κατοίκων, χρόνος που ξοδεύουν εκτός των κατοικιών τους κλπ)
- Χαρακτηριστικά του υποδοχέα (ιστορικό της έκθεσης, δραστηριότητα κατά την διάρκεια των επεισοδίων, ψυχολογικοί παράγοντες, όπως η συμπεριφορά αντιμετώπισης, κατάσταση υγείας και πιθανές απειλές για την υγεία)

Η διαδικασία εν περιλήψη είναι η παρακάτω:

Σχηματισμός των οσμών

→ μεταφορά στην ατμόσφαιρα

→ διασπορά

→ έκθεση

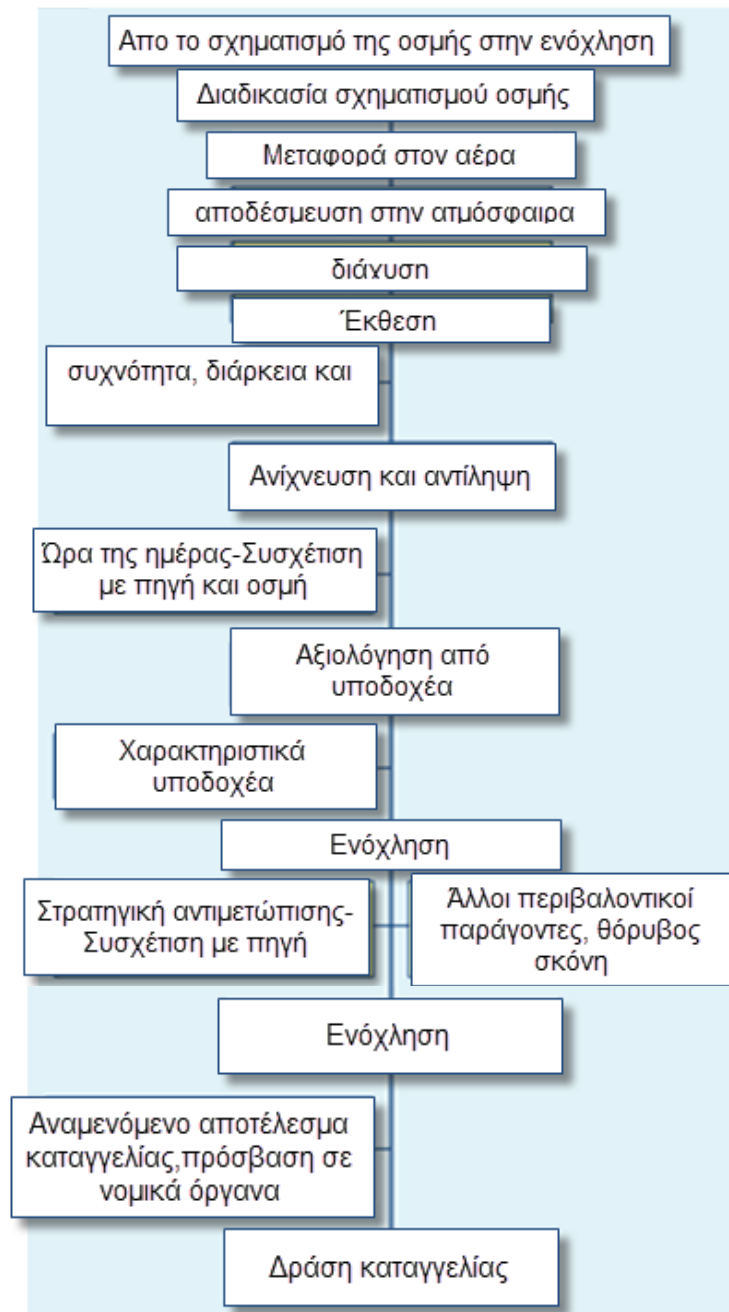
→ πληθυσμός

→ αντίληψη

→ αξιολόγηση

→ ενόχληση

→ καταγγελίες



**Σχήμα 1** Στάδια σχηματισμού της οσμής μέχρι την καταγγελία

Όταν εξετάζουμε τους μηχανισμούς μεταφοράς, οι παράγοντες που παίζουν καθοριστικό ρόλο στο φαινόμενο διαφοροποιούνται και παρουσιάζουν αλληλεπίδραση, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Για πρακτικούς λόγους, όπως η ρύθμιση των κανονισμών, η σύνθετη σχέση μεταξύ ενόχλησης (απόκριση) και έκθεσης σε οσμές (δόση) μπορούν να περιγραφούν με ένα απλοποιημένο μοντέλο το οποίο δεν λαμβάνει υπόψη όλους αυτούς τους διαφορετικούς παράγοντες. Το μοντέλο δόσης-απόκρισης που συνδέει την έκθεση στις οσμές με την ενόχληση εκφράζεται ως η σχέση μεταξύ της υπολογιζόμενης έκθεσης και της ενόχλησης, όπως αυτή προσδιορίζεται τηλεφωνικώς (βάσει προτύπου) από ερωτηματολόγια, ή εναλλακτικά από καταγραφή των

καταγγελιών των κατοίκων. Επιδημιολογικές μέθοδοι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν αυτήν την σχέση(δόσης-επίδρασης).

**Η έκθεση σε οσμή ποσοτικοποιείται με βάση τη συχνότητα που λαμβάνει αυτή χώρα, σε μέσες ωριαίες τιμές συγκέντρωσης πάνω από ένα όριο συγκέντρωσης της οσμής, π.χ. 5 μονάδες οσμής ανά κυβικό μέτρο (ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>) αφορούν στο 98% (συνήθως) της ώρας, και αποτελεί την μέση συγκέντρωση για έναν χρόνο και για μέσες κλιματολογικές συνθήκες.** Πιο σύντομα

$$C_{98, 1\text{-hour}} = 5 \text{ ου}_E/\text{m}^3$$

Αυτή η μέτρηση της έκθεσης υπολογίζεται με υπολογισμό ή με μέτρηση της εκπομπής οσμής από την πηγή, με τη χρήση κάποιου μοντέλου διασποράς.

Τα κριτήρια ποιότητας του αέρα για τις οσμές, μπορούν να ρυθμιστούν με βάση τον υπολογισμό της έκθεσης και τη γνώση της σχέσης δόσης απόκρισης ώστε να ποσοτικοποιηθεί και να εκτιμηθεί η επίδραση της οσμής. Παρά όλ' αυτά, αυτή η σχέση δεν θα είναι η ίδια για κάθε κοινότητα. Καθορίζεται από παράγοντες όπως τον πληθυσμό, τις προσδοκίες της ποιότητας του περιβάλλοντος, τις οικονομικές προτεραιότητες κτλ.

Για να καθοριστούν περιβαλλοντικά κριτήρια με σκοπό την αποφυγή της ενόχλησης, απαιτείται μόνο η επιστημονική συμβολή, αλλά και η πολιτική πρωτοβουλία. Σε αντίθεση με άλλους αέριους ρύπους, κάθε πολίτης με λειτουργική μύτη μπορεί να αξιολογήσει την οσμή σε πραγματικό χρόνο. Η αξιολόγηση είναι άμεση και το αποτέλεσμα είναι άμεσα διαβιβάσιμο στη σχετική αρχή με την μορφή καταγγελιών.

### **3.Μεθοδολογία εκτίμησης της επίδρασης των οσμών**

Αυτή η ενότητα περιγράφει διάφορες μεθόδους για την εκτίμηση της επίδρασης των οσμών. Μερικές από αυτές τις μεθόδους ξεκινούν με το αποτέλεσμα, κατά κύριο λόγο από τη μελέτη της συμπεριφοράς των ανθρώπων που εκτίθενται. Αυτή η τεχνική μπορεί να χρησιμοποιηθεί πειραματικά, με τη χρήση εκπαιδευμένων αξιολογητών σε εργαστηριακό πάνελ για τη διεξαγωγή παρατηρήσεων. Οι μετρήσεις αφορούν είτε μικρή περίοδο είτε και περίοδο αρκετών μηνών.

Παρόλα αυτά η πιο κοινή μέθοδος για την εκτίμηση της επίδρασης είναι η χρήση της σχέσης δόσης – απόκρισης μεταξύ της έκθεσης στην οσμή, και της ενόχλησης, για να προβλεφθεί το επίπεδο της ενόχλησης στη βάση της υπολογιζόμενης έκθεσης. Η αρχική τιμή της έκθεσης, προκύπτει από τη μέτρηση της εκπομπής της οσμής στην πηγή.

**Η μέτρηση των συγκεντρώσεων της οσμής 'στην οριακή πλευρά' δεν είναι αποτελεσματική μέθοδος, παρόλο που θα αποτελούσε την καλύτερη δυνατή προσέγγιση, όσον αφορά στη νομική προσέγγιση για την ενόχληση.** Οι ασταθείς καιρικές συνθήκες και η πρακτική δυσκολία μέτρησης των οσμών σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις,  $\leq 20 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ , είναι μέχρι στιγμής ανυπέρβλητα μεθοδολογικά εμπόδια για την μέτρηση 'ατμοσφαιρικών συγκεντρώσεων οσμής'.

### 3.1 Εκτίμηση των επιδράσεων

#### 3.1.1 Άμεση μέτρηση του ποσοστού των ενοχλημένων

Τα προτυποποιημένα τηλεφωνικά ερωτηματολόγια STQ, (γνωστά και με το ακρωνύμιο TLO) χρησιμοποιούνται για να μετρηθεί το ποσοστό των ενοχλημένων σε δείγμα του πληθυσμού. Η βασική εφαρμογή είναι να καθοριστούν οι σχέσεις δόσης-απόκρισης είτε γενικά, είτε για κάποια συγκεκριμένη πλευρά.

Η μέθοδος TLO τυπικά εφαρμόζεται σε επαρκώς μεγάλα δείγματα εκτεθειμένου πληθυσμού, σε τουλάχιστον 4 υπό μελέτη περιοχές, με διαφορετικά επίπεδα έκθεσης. Από την συλλογή τουλάχιστον 100 (επιθυμητό 200) αποτελεσμάτων TLO για κάθε περιοχή που μελετάται, μπορεί να εξαχθεί μια σχέση δόσης-απόκρισης.

Δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο αρχείο για αυτή την τεχνική, παρόλο που μια ενότητα εφαρμογής βρίσκεται σε πρακτική στην Ολλανδία, όπου η μέθοδος χρησιμοποιείται ευρέως. Μια ειδική μεγάλης κλίμακας μελέτη δόσης-απόκρισης πραγματοποιήθηκε εκεί προσφάτως, και αποτελεί σημαντική συνεισφορά στα δεδομένα που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την εργασία. Η μέθοδος απαιτεί εξειδικευμένη κατάρτιση. Εξειδικευμένες εταιρείες στην έρευνα των οσμών με κατάλληλη εμπειρία καλούνται να εφαρμόσουν τη μέθοδο με επιτυχία.

Το κόστος μια τέτοιας έρευνας είναι της τάξης των € 15000 για κάθε πλευρά. **Η εφαρμογή της σε ειδικές περιπτώσεις αδειοδότησης είναι περιορισμένη, καθώς στις περισσότερες περιπτώσεις ο αριθμός των ανθρώπων που εκτίθενται είναι ανεπαρκής για να εφαρμοστεί η μέθοδος με επιτυχία. Η άμεση μέτρηση της ενόχλησης είναι μια αξιόπιστη μέθοδος για να καθοριστούν οι βασικές σχέσεις δόσης-απόκρισης, σε προσεκτικά επιλεγμένες μελέτες περιπτώσεων.**

#### 3.1.2 Ανάλυση των καταγγελιών

Η ανάλυση των καταγγελιών δεν καλύπτεται από καμιά πρότυπη μέθοδο ή αναγνωρισμένο πρωτόκολλο. Συνήθως οι καταγγελίες καταχωρούνται από τοπικές, περιφερειακές ακόμα και εθνικές αρχές ή από εταιρείες.

Η καταχώρηση των καταγγελιών παρέχει μια εικόνα για την επικράτηση του συμπτώματος της ενόχλησης από τις οσμές αλλά όχι της επικράτησης της ενόχλησης αυτής καθαυτής. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που καθορίζουν την ευκολία ή τη δυσκολία της καταχώρησης μιας καταγγελίας. Έτσι, τα δεδομένα των καταγγελιών πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή. Οι καταχωρημένες καταγγελίες αποτελούν σημαντική ένδειξη ότι η ενόχληση από τις οσμές είναι πραγματική σε μια συγκεκριμένη περιοχή. Ωστόσο, η απουσία των καταχωρημένων καταγγελιών δε σημαίνει απαραίτητα την απουσία της ενόχλησης. Επίσης, αν αναπτυχθεί διαμάχη σχετικά με τις εκπομπές των οσμών, η καταχώρηση των καταγγελιών αποτελεί εργαλείο στα χέρια των κατοίκων, ώστε να ενισχύσουν τους ισχυρισμούς τους.

Στην καταγραφή και την ανάλυση των καταγγελιών, πρέπει να καθορίζεται και να λαμβάνεται υπόψη ο σκοπός της καταχώρησης.

Οι ελάχιστες πληροφορίες που χρειάζεται να συλλεχθούν για κάθε καταγγελία είναι οι εξής:

- Περιοχή όπου παρατηρείται η επιθετική οσμή (δηλ. πλήρης διεύθυνση με αριθμό σπιτιού)
- Ημερομηνία και ώρα που παρατηρήθηκε η επιθετική οσμή
- Χαρακτηρισμός της επιθετικής οσμής, κατά προτίμηση στη βάση της επιλογής των προτυποποιημένων περιγραφών
- Κατά προτίμηση η ταυτότητα του καταγγέλλοντος, για να εκτιμηθεί η επαναλαμβανόμενη φύση των καταγγελιών.

Σε ανάλυση καταγγελιών πρέπει επιπροσθέτως να λαμβάνονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

1. Η κατεύθυνση, η ταχύτητα και η τάξη σταθερότητας του ανέμου τη χρονική στιγμή της καταγγελίας.
2. Οποιαδήποτε συμβάντα που μπορούν να επηρεάζουν την καταγγελία.

**Τα οφέλη ενός συστήματος καταγραφής καταγγελιών μπορούν να αυξηθούν σημαντικά με την εφαρμογή ενός πρότυπου πρωτοκόλλου για τα στοιχεία της καταχώρησης της καταγγελίας και της επεξεργασίας.** Επαγγελματικές συμβουλές, συμπεριλαμβανομένου του συντονισμού με τις μονάδες καταχώρησης των καταγγελιών της τοπικής αρχής ή άλλων οργανισμών, είναι καλό να δίδονται.

Μια γρήγορη και επαρκής απάντηση στους καταγγέλλοντες είναι ζωτικής σημασίας σε τέτοιες περιπτώσεις για τη βελτίωση των σχέσεων της κοινότητας. Αυτό το μέρος της διαδικασίας της απάντησης στις καταγγελίες πρέπει να θεωρείται σαν μια ολοκληρωμένη μέθοδος της μείωσης της ενόχλησης, καθώς μπορεί να είναι αρκετά ωφέλιμη στη μείωση του άγχους του καταγγέλλοντα με επαρκή απάντηση και παροχή πληροφοριών.

Τα αποτελέσματα της καταγραφής των καταγγελιών και των απαντήσεων πρέπει να αναλύονται περιοδικά.



## 3.2 Άμεση εκτίμηση της έκθεσης στην οσμή

### 3.2.1. Πεδία πάνελ, βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις

Οι μετρήσεις σε πεδίο πάνελ παρέχουν έναν υπολογισμό των συνολικών εκπομπών από μία πηγή.

Τα πεδία πάνελ αποτελούνται από 4-6 εκπαιδευμένα, ειδικευμένα μέλη που επιλέγονται με τα ίδια κριτήρια που επιλέγονται για τα εργαστήρια των οσμών σύμφωνα με το πρότυπο prEN13725 [23]. Τα ειδικευμένα μέλη κάνουν παρατηρήσεις σε περιοχές του πεδίου συνήθως για να εκτιμήσουν τη μέγιστη απόσταση της ανίχνευσης της οσμής από μία συγκεκριμένη πηγή. Αυτό το αποτέλεσμα, συνδυασμένο με μετεωρολογικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των παρατηρήσεων του πεδίου, χρησιμοποιείται για την αντίστροφη μοντελοποίηση της διασποράς που δίνει ως αποτέλεσμα τον ρυθμό εκπομπής της πηγής. Τα πεδία πάνελ μπορούν ακόμη να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ένταση της οσμής ή και για τον ηδονικό τόνο στις συνθήκες του πεδίου.

**Σε κάθε δοσμένη τοποθεσία το πάνελ κάνει παρατηρήσεις κάθε 10 δευτερόλεπτα για 10 λεπτά.** Διασχίζοντας το σημείο έκλυσης για διάφορες αποστάσεις τα αποτελέσματα συγκεντρώνονται ύστερα από αρκετές ώρες. Η τεχνική εφαρμόζεται για αρκετά χρόνια σε μερικές χώρες, στην εφαρμοσμένη έρευνα των οσμών. Μια ανεπίσημη κατευθυντήρια οδηγία για την πραγματοποίηση αυτών των μετρήσεων έχει δημοσιευθεί στην Ολλανδία, ενώ η αντίστοιχη στη Γερμανία είναι η VDI3940:1993.

**Τα πεδία πάνελ δεν χρησιμοποιούνται μόνο για την εκτίμηση της ανιχνευσιμότητας της πηγής στο σύνολο, αλλά περισσότερο και ως αναλυτικό όργανο που διδάσκει στο πάνελ να αναγνωρίζει συγκεκριμένες οσμές επί τόπου και να χρησιμοποιεί αυτή την εξειδικευμένη αντίληψη 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 στην συνολική οσμή εκτός του χώρου.*

Αυτό παρέχει χρήσιμα ποιοτικά δεδομένα, μολονότι δεν μπορεί να οδηγήσει σε αποφασιστικά συμπεράσματα. Και αυτό γιατί πρόκειται για αξιολόγηση από περιορισμένο δείγμα του πληθυσμού που εκτίθεται για μικρή διάρκεια σε αυτές τις οσμές.

**Η εργασία του πεδίου πάνελ απαιτεί καθορισμένες καιρικές συνθήκες και χαρακτηρισμό των μετεωρολογικών συνθηκών κατά τη διάρκεια των μετρήσεων (ταχύτητα, κατεύθυνση, σταθερότητα ανέμου).**

Η εγγενής αβεβαιότητα της μεθόδου της μέτρησης καθορίζεται κυρίως από τις ανακρίβειες που υπεισέρχονται στον χαρακτηρισμό του τυρβώδους στρώματος 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 της εκπομπής της πηγής θα είναι πιο αξιόπιστα. Ωστόσο, οι εκτιμήσεις του πεδίου μπορούν να είναι

αρκετά χρήσιμες για περιπτώσεις, όπου οι πηγές είναι σύνθετες και περιλαμβάνουν άλλες διάχυτες πηγές.

### 3.2.2 Πεδία πάνελ, μακροπρόθεσμες εκτιμήσεις

Το 1994 ένας κανονισμός που αφορούσε στην οσμή από βιομηχανικές πηγές στη βάση των μακροπρόθεσμων παρατηρήσεων πεδίου εισήχθη στην πόλη Nordrhein-Westfalen της Γερμανίας: με το όνομα Geruchs Immissions Richtlinie (GIRL). Αυτή η κατευθυντήρια οδηγία βασίζεται στη μέτρηση της συχνότητας που οι οσμές μπορούν να γίνουν αντιληπτές, στη γειτονιά γύρω από την πηγή, σε ερώτημα που αφορά περίοδο 6 με 12 μηνών.

Ένας αριθμός παρατηρήσεων - σημείων καθορίζεται, σε ένα κανονικό πλέγμα που επιτρέπεται η πρόσβαση. Ένας αριθμός παρατηρητών ασχολείται με την εργασία να κάνει παρατηρήσεις σε αυτά τα σημεία, σύμφωνα με ένα προκαθορισμένο πρόγραμμα. **Ο αξιολογητής κάνει παρατηρήσεις κάθε 10 δευτερόλεπτα για πάνω από 10 λεπτά. Ο αριθμός των παρατηρήσεων με θετική ανίχνευση διαιρείται με τον συνολικό σε μια περίοδο 10 λεπτών και το ποσοστό της θετικής παρατήρησης υπολογίζεται. Εάν το ποσοστό βρίσκεται πάνω από μια οριακή τιμή, τυπικά 10%, η μέτρηση σε αυτό το σημείο της 10λεπτης διάρκειας θεωρείται ωριαία οσμή.** Η συχνότητα των ωριαίων οσμών χρησιμοποιείται ως κριτήριο για να καθοριστεί εάν μια 'σχετική ενόχληση' υπάρχει σε αυτό το σημείο του πλέγματος. Η οριακή τιμή που εφαρμόζεται στην Γερμανία για κατοικήσιμες περιοχές είναι 10%, ενώ για εμπορικές και βιομηχανικές ζώνες εφαρμόζεται ένα ηπιότερο όριο της τάξης του 15%.

**Η μέθοδος απαιτεί περίπου 26 μετρήσεις, σε διαφορετικές μέρες, για κάθε σημείο, αλλά δεν επιτρέπεται να γίνουν περισσότερες από 5 μετρήσεις από τον ίδιο αξιολογητή. Συνεπώς οι απαιτήσεις για ανθρώπινο δυναμικό είναι σημαντικές.**

Η μεθοδολογία περιγράφεται στην κατευθυντήρια οδηγία στο VDI3940:1993 και στο GIRL.

Η μέθοδος χρησιμοποιείται για μονάδα πάχυνσης χοίρων με 1760 χοίρους πάχυνσης. Βρέθηκε ότι τα κριτήρια δεν ισχύουν για αποστάσεις μεγαλύτερες από τα 1000 m από τη χοιροτροφική μονάδα.

Η μακροπρόθεσμη εκτίμηση του πεδίου πάνελ είναι χρήσιμη, στο ότι μεθοδολογία και η προσέγγιση της τεχνικής είναι ευκατανόητες. Οι σημαντικοί πόροι και το κόστος είναι οι περιοριστικοί παράγοντες στην πρακτική της εφαρμογή. Έτσι, εκφράζονται ανησυχίες σχετικά με τη στατιστική βάση του πειραματικού σχεδιασμού, όταν η εκτίμηση του προγράμματος είναι καθ' οποιονδήποτε τρόπο περιορισμένη εξαιτίας πρακτικών επιπτώσεων ή/και επιπτώσεων κόστους.

### 3.3 Εκτίμηση της επίδρασης της οσμής από τη μέτρηση εκπομπών στην πηγή ακολουθούμενη από μοντέλα διασποράς

Η ενότητα αυτή περιγράφει τις πρακτικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθούν οι εκπομπές οσμής από την πηγή. **Δεν είναι απαραίτητες οι μετρήσεις οσμών σε στάβλους κλπ, με τη χρήση πεδίων πάνελ κοντά στην πηγή, προκειμένου για την αδειοδότηση, εφόσον είναι διαθέσιμοι αξιόπιστοι συντελεστές εκπομπής οσμών ανά ζωική μονάδα [Βιβλ.1 σελ.21]. Αυτοί οι συντελεστές εκπομπής καθορίζονται με τις μεθόδους που περιγράφονται παρακάτω.**

**Εάν διατίθενται συντελεστές εκπομπής, η δειγματοληψία μπορεί να αποφευχθεί, και οι υπολογιζόμενες εκπομπές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δεδομένα εισόδου στα ατμοσφαιρικά μοντέλα διασποράς,** όπως περιγράφεται στην υποενότητα 3.3.3.

#### 3.3.1 Δειγματοληψία

Η δειγματοληψία οσμών απαιτεί την εφαρμογή των κατάλληλων διαδικασιών Υγείας και Ασφάλειας. Ο οργανισμός Source Testing Association (UK) έχει συντάξει ειδικές κατευθυντήριες οδηγίες για την περιβαλλοντική δειγματοληψία. Η δειγματοληψία πρέπει να διεκπεραιώνεται σε συμφωνία με την CEN και το πρότυπο prEN13725. Τα δείγματα συλλέγονται σε ειδικούς σάκους που κατασκευάζονται από ένα υλικό απαλλαγμένο από οσμές, όπως το Nalorphane. Τα δείγματα των οσμών πρέπει να αναλυθούν το συντομότερο δυνατόν, και όχι αργότερα από 30 ώρες μετά την πραγματοποίηση της δειγματοληψίας.

##### 3.3.1.1 Σημειακές πηγές

Τα δείγματα από τις σημειακές πηγές πρέπει να λαμβάνονται σύμφωνα με το πρότυπο prEN 13725 της CEN. Εάν υπάρχει κίνδυνος συμπύκνωσης της οσμής στον ειδικό σάκο δειγματοληψίας ή οι συγκεντρώσεις αναμένονται να είναι υψηλότερες από το μετρούμενο εύρος του ολφακτομέτρου, τότε μπορεί να απαιτηθεί επιτόπια προ-αραίωση των δειγμάτων.

##### 3.3.1.2 Μη σημειακές πηγές

Στις μη σημειακές πηγές η δειγματοληψία πρέπει να γίνεται και πάλι με βάση τις γενικές αρχές του προτύπου prEN13725 της CEN. Για να προσδιοριστούν ειδικοί ρυθμοί εκπομπής από υγρές ή λασπώδεις επιφάνειες η χρήση καλύπτρας δειγματοληψίας είναι η προτιμώμενη μέθοδος.

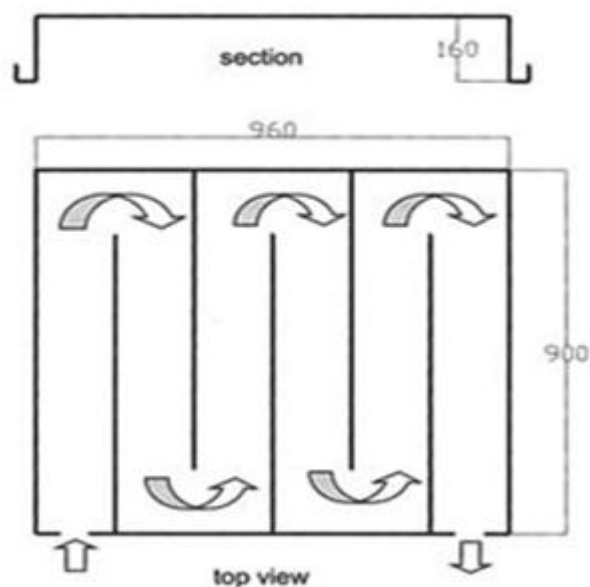
Για τη χρήση αυτής της μεθόδου, η επιλογή των σωστών παραμέτρων είναι ζωτικής σημασίας. Η καλύπτρα δειγματοληψίας πρέπει να χρησιμοποιεί μια ταχύτητα ροής κάτω από την καλύπτρα της τάξεως των 0,2-0,3 m/s και το υπερκείμενο ύψος να μην ξεπερνά τα 200 mm . Το μήκος διαδρομής πρέπει να είναι επαρκές ώστε να

επιτρέψει στην συγκέντρωση κάτω από το κάλυμμα να φτάσει τιμές που μπορούν εύκολα να μετρηθούν με ολφακτομετρία.

Γενικά οι ολφακτομετρικές μετρήσεις πραγματοποιούνται δύσκολα για συγκεντρώσεις κάτω των 50 ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup> εξαιτίας των υπολοίπων οσμών στους ειδικούς σάκους δειγματοληψίας.

Ένα παράδειγμα καλύπτρας δειγματοληψίας κατάλληλων διαστάσεων απεικονίζεται στο Σχήμα 1. Το τμήμα της υπερκείμενης φάσης είναι 160X160 mm<sup>2</sup> με μια συνολική διαδρομή μήκους 6X960=5.760 mm. Η σταθερά καλύπτρας  $L$  μπορεί να υπολογιστεί ως:

$$L = \text{ροή τμήματος διαδρομής (m}^2\text{)} / \text{καλυπτόμενη επιφάνεια (m}^2\text{)}$$



**Σχήμα 1** Παράδειγμα καλύπτρας για μη σημειακές πηγές δειγματοληψίας

Μόλις ο παράγοντας  $L$  προσδιοριστεί, ο ειδικός ρυθμός εκπομπής μπορεί να υπολογιστεί από τη μετρούμενη συγκέντρωση στην έξοδο της καλύπτρας και από την ταχύτητα ροής  $V$ :

$$E_{sp} = C_{hood} * L * V$$

Για παράδειγμα, εάν ο παράγοντας  $L$  είναι 0,006944 και η ταχύτητα ροής  $V=0,25$  m/s, συνεπάγεται ότι με ειδικό ρυθμό εκπομπής 1 ου<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>/s, η συγκέντρωση της οσμής στην έξοδο της καλύπτρας θα είναι 144 ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>.

Συμπεραίνεται ότι χαμηλοί ρυθμοί εκπομπής της τάξης των 0,5 ου<sub>E</sub>/m<sup>2</sup>/s μπορούν να μετρηθούν χωρίς να φτάσουν πολύ κοντά στην οριακή τιμή ανίχνευσης της μεθόδου (συγκέντρωση της οσμής 50 ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>).

### 3.3.2 Ανάλυση συγκεντρώσεων οσμής

Τα δείγματα των οσμών πρέπει να αναλύονται σύμφωνα με το σχέδιο προτύπου EN13725 (Εικ.2). Η μέτρηση των οσμών σκοπεύει στον χαρακτηρισμό των περιβαλλοντικών οσμών. Καθώς δεν υπάρχει μέθοδος που να προσομοιάζει και να προβλέπει τις αποκρίσεις της αίσθησης της οσμής μας ικανοποιητικά, η ανθρώπινη μύτη είναι ο πιο κατάλληλος αισθητήρας. Αντικειμενικές μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για να καθορίσουν την συγκέντρωση των οσμών χρησιμοποιώντας αξιολογητές. Ένα σχέδιο ευρωπαϊκού προτύπου CEN εφαρμόζεται για την μέτρηση της συγκέντρωσης της οσμής.

CEN EN 13725:1999, *Air quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry*

CEN/TC264/WG2 'Odours', 1999.

Η συγκέντρωση της οσμής ενός αερίου δείγματος, καθορίζεται από ένα πάνελ ειδικών που «δοκιμάζουν» αυτό το δείγμα, σε ποικίλες αραιώσεις με ουδέτερο αέριο, με σκοπό να καθοριστεί ο παράγοντας αραιώσης στο 50% του κατωφλιού ανίχνευσης ( $D_{50}$ ). Η συγκέντρωση οσμής του εξετασθέντος δείγματος εκφράζεται στην συνέχεια πολλαπλάσια της ευρωπαϊκής μονάδας οσμής ανά κυβικό μέτρο ( $ou_e/m^3$ ) σε πρότυπες συνθήκες.



**Εικόνα 2** Δυναμική ολφακτομετρία από εξειδικευμένη ομάδα για τη μέτρηση συγκεντρώσεων οσμών, σύμφωνα με το πρότυπο EN13725

### 3.3.3 Μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής διασποράς

Όταν είναι γνωστός ο ρυθμός εκπομπής από την πηγή, (σε  $\text{ou}_E/\text{s}$ ) η επίδραση στην γειτονιά της πηγής μπορεί να προσδιοριστεί. Η επίδραση της εκπομπής καθορίζεται ισχυρά από τον τρόπο με το οποίο η οσμή διαλύεται στην ατμόσφαιρα, ενώ μεταφέρεται από τον άνεμο προς τον υποδοχέα. Η διάλυση μπορεί να διαφέρει σημαντικά, και αυτό εξαρτάται από τις μετεωρολογικές παραμέτρους: ταχύτητα ανέμου και τη διαταραχή της ατμόσφαιρας, συχνά αναφερόμενη και ως ατμοσφαιρική σταθερότητα. Οι μετεωρολογικές συνθήκες μιας πλευράς αποτελούν κύριο παράγοντα στον καθορισμό της επίδρασης μιας συγκεκριμένης έκλυσης οσμών. Για να προβλεφθεί η επίδραση όσο το δυνατόν καλύτερα, χρησιμοποιούνται υπολογιστικά μαθηματικά μοντέλα για την ατμοσφαιρική διασπορά.

#### 3.3.3.1 Χαρακτηριστικά κατάλληλων μοντέλων διασποράς

Τα μοντέλα διασποράς χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την έκθεση στην οσμή με σκοπό την εκτίμηση της αναμενόμενης ενόχλησης. Η σχέση μεταξύ της έκθεσης στην οσμή και της ενόχλησης έχει προσεγγιστεί σε αρκετές επιδημιολογικές μελέτες. **Όταν χρησιμοποιούνται τα μοντέλα διασποράς για την πρόβλεψη της ενόχλησης από την οσμή, ο σκοπός πρέπει να είναι, να εφαρμοστούν αυτά, ώστε να προκύψουν σχέσεις δόσης-απόκρισης στις βασικές περιπτώσεις επιδημιολογικών μελετών. Έτσι παρόλο που καλύτερα μοντέλα διασποράς αναπτύσσονται, αυτά μπορούν να εφαρμοστούν σε προβλήματα οσμών εφόσον έχουν εγκριθεί τα αποτελέσματά τους σε μελέτες δόσης-απόκρισης.**

Η σχέση μεταξύ της μοντελοποιημένης έκθεσης στην οσμή και των πραγματικών επιπέδων ενόχλησης μπορεί να εφαρμοστεί με τη χρήση μοντέλων και δεδομένων με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Χρήση μοντέλων Gauss για σημειακές πηγές
- Χρήση ωριαίων μετεωρολογικών δεδομένων για μια περίοδο τουλάχιστον 3 ή έως και 5 ετών (επιθυμητό), για την εκπροσώπηση των συνθηκών για μία μέση χρονιά
- Χρήση μοντέλων που υπολογίζουν ωριαίες μέσες συγκεντρώσεις για όλες τις ώρες με βάση τα μετεωρολογικά μοντέλα
- Η έκθεση εκφράζεται από τη συγκέντρωση που αντιστοιχεί σε ένα συγκεκριμένο ποσοστό της ώρας (συνήθως 98% όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως).

Ένα μοντέλο που χρησιμοποιείται ευρέως είναι το Industrial Source Complex (ISC) το οποίο αναπτύχθηκε από τον οργανισμό Environmental Protection Agency (EPA) των ΗΠΑ και χρησιμοποιείται σαν ένα ρυθμιστικό εργαλείο για τις ατμοσφαιρικές εκπομπές σε πολλά μέρη του κόσμου. Το ISC είναι ένα γκαουσιανό (Gaussian) μοντέλο διασποράς, το οποίο χρησιμοποιεί ως δεδομένα εισόδου την ταχύτητα του ανέμου, την κατεύθυνση του, τη σταθερότητα της ατμόσφαιρας και το ύψος του αναμεμιγμένου στρώματος για να καθοριστούν τα επίπεδα συγκεντρώσεων στο έδαφος σε ορισμένα σημεία των υποδοχέων. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται

ως περιγράμματα για συγκεκριμένες συχνότητες των μέσων ωριαίων συγκεντρώσεων.

Σε εργασία της EPA για μελέτη περιπτώσεων στην Ιρλανδία, χρησιμοποιήθηκε το ατμοσφαιρικό μοντέλο διασποράς COMPLEX για να προσδιοριστούν τα περιγράμματα. Αυτό το μοντέλο είναι της US-EPA, που βασίζεται στα ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα MPTER και ISC, έχει προσαρμοστεί από την OdourNet για να συμπεριλάβει πολυάριθμες πηγές (έως και 999 πηγές) και να παρέχει υψηλές ποσοστιαίες τιμές (πχ. 95,98 ή 99.5% της μέσης ωριαίας υπολογισμένης συγκέντρωσης) που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση των επιδράσεων της οσμής. Οι οσμές, από την φύση της αίσθησης μας (της όσφρησης) η οποία ανταποκρίνεται σχεδόν άμεσα σε ένα διεγερτικό, χρειάζονται πολύ μικρότερη διάρκεια για να προκαλέσουν επιδράσεις στους υποδοχείς από την πλειονότητα των κοινών σχηματισμών που μολύνουν τον αέρα. Παρόλα αυτά, τα μοντέλα διασποράς δεν σχεδιάζονται για να χρησιμοποιηθούν σε μέσες περιόδους μικρότερες της 1 ώρας.

#### 3.3.4 Επιλογή των μετεωρολογικών δεδομένων

Για τους σκοπούς της μοντελοποίησης κατάλληλα μετεωρολογικά δεδομένα απαιτούνται, που αποτελούνται από 8760 ωριαίες παρατηρήσεις ανά χρόνο για τις ακόλουθες παραμέτρους:

- 1) Ταχύτητα ανέμου
- 2) Κατεύθυνση ανέμου
- 3) Ατμοσφαιρική σταθερότητα, η οποία μπορεί να είναι:
  - a) Η τάξη σταθερότητας του Pasquill (παραγόμενο από την παρατήρηση του νέφους επικάλυψης)
  - b) Το μήκος Monin-Obukon (παραγόμενο από τη μέτρηση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας)

Για την αποφυγή σφαλμάτων εξαιτίας των μεταβολών που συμβαίνουν χρόνο με το χρόνο, απαιτείται ένα ελάχιστο 3 ετών συνεχών ωριαίων παρατηρήσεων, ενώ η διάρκεια των 5 ετών είναι η προτιμητέα.

Τα δεδομένα θα πρέπει να λαμβάνονται από τον πιο αντιπροσωπευτικό μετεωρολογικό σταθμό (αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα τον πιο κοντινό).

Τα μετεωρολογικά δεδομένα από μεμονωμένους σταθμούς είναι διαθέσιμα από αρκετούς παρόχους για κόστος €1200 περίπου για δεδομένα 3-5 ετών. Τα δεδομένα πρέπει να τροποποιηθούν, ώστε να είναι κατάλληλα προς χρήση, από το λογισμικό του μοντέλου διασποράς.

### 3.3.5 Η επιλογή των ποσοστιαίων τιμών

Για να θέσουμε κριτήρια έκθεσης, διάφορα ποσοστά μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, όλα αυτά τα ποσοστά αντικατοπτρίζουν μία κατανομή τιμών, που καθορίζεται από την μετεωρολογία του σημείου που ερευνάται. Έτσι, υπάρχει σχέση που συνδέει την οριακή τιμή του 98%, με την αντίστοιχη του 99% και του 99.5%.

Στην επιλογή του κατάλληλου ποσοστού που να εκφράζει ένα συγκεκριμένο επίπεδο εκπομπής, πρέπει να ληφθούν υπόψη θεμελιώδη και πρακτικά ζητήματα. Ένα θεμελιώδες θέμα είναι ότι για τον χαρακτηρισμό των συνθηκών έκθεσης που καθορίζουν την προκληθείσα ενόχληση, **οι πολύ λίγες ώρες με υψηλή έκθεση είναι πιο καθοριστικές από την πλειοψηφία των ωρών, όπου η έκθεση είναι μέση ή κάτω της μέσης**. Αυτό είναι αποτέλεσμα της εκθετικής σχέσης μεταξύ της συγκέντρωσης, της αντιλαμβανόμενης έντασης και των ψυχοσωματικών διαδικασιών που υπεισέρχονται. Ένα πρακτικό θέμα είναι η αύξηση της αβεβαιότητας της πρόβλεψης από το μοντέλο, όταν αυξάνεται το ποσοστό των ωριαίων συγκεντρώσεων.

Η σχέση που συνδέει τα  $C_{99, 1-hour}$  και  $C_{98, 1-hour}$  για τις συνθήκες που επικρατούν στην Ιρλανδία για παράδειγμα είναι η παρακάτω :

$$C_{99, 1-hour} \approx 2 \times C_{98, 1-hour}$$

Με άλλα λόγια το κριτήριο

$$C_{98, 1-hour} \leq 6 \text{ ου}_E/\text{m}^3$$

είναι ισοδύναμο με το κριτήριο

$$C_{99, 1-hour} \leq 12 \text{ ου}_E/\text{m}^3.$$

## 4. Σχέση Δόσης-Επίδρασης

### 4.1 Οι σχετικές ιδιότητες των οσμών των χοίρων συγκρινόμενες με άλλες περιβαλλοντικές οσμές

Προφανώς δεν προκαλούν όλες οι οσμές την ίδια ενόχληση. Ωστόσο δεν είναι απλή η ποσοτικοποίηση αυτών των διαφορών στην εν δυνάμει ενόχληση. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο οι υπολογισμοί χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν την επίδραση των οσμών σε όρους ανίχνευσης μόνο, απλοποιώντας τον χαρακτηρισμό τους. Και αυτό γιατί δεν λαμβάνουν υπόψη τους διαφορετικούς χαρακτήρες των οσμών. Η συγκέντρωση της οσμής μειώνει το ζήτημα του «πόσο δυσάρεστη είναι η οσμή», και η αυθεντική οσμή χαρακτηρίζεται σε μονάδες οσμής, ή πολλαπλάσια της συγκέντρωσης στο κατώτατο όριο.

Αυτή η απλοποίηση είναι χρήσιμη, καθώς επιτρέπει υπολογισμούς σε όρους συγκέντρωσης, συμβατούς με την γενική ιδέα των κριτηρίων ποιότητας.

Είναι σημαντικό λοιπόν, να γνωρίζουμε τους περιορισμούς αυτής της απλοποίησης, προκειμένου για την εξέταση των χαρακτηριστικών της οσμής.

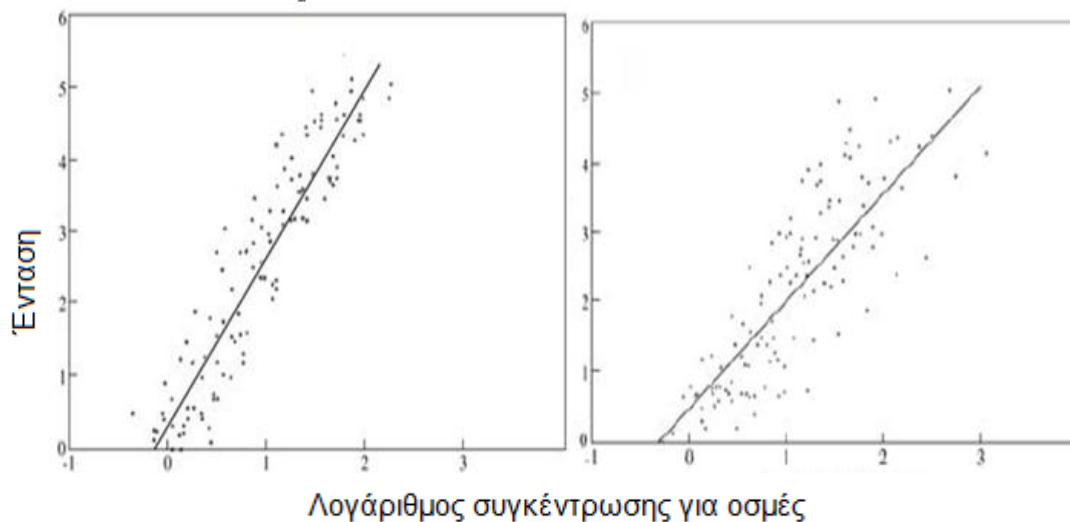


Η εν δυνάμει ενόχληση των οσμών από τους χοίρους, σχετίζεται με άλλες οσμές, στο ότι μπορεί να παρέχει σημεία αναφοράς με κριτήρια που έχουν θεσπιστεί για άλλες οσμές.

Κατευθυντήριες οδηγίες που αφορούν την έκθεση, βασίζονται σε σχέσεις δόσης-απόκρισης και ισχύουν για έναν αριθμό βιομηχανιών, θεσπίστηκαν τη δεκαετία του 1990 στην Ολλανδία και ποικίλλει από  $C_{98, 1\text{-hour}} \leq 0,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  μέχρι  $C_{98, 1\text{-hour}} \leq 3,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$

Ενδεικτικές τιμές φαίνονται και στον πίνακα που ακολουθεί.

Η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης της οσμής από την κοπριά χοίρων, και της αντιλαμβανόμενης έντασης έχει βρεθεί πειραματικά.



**Διαγράμμα 5** Σχέση μεταξύ συγκέντρωσης και αντιλαμβανόμενης έντασης σε ορνιθοτροφείο (αριστερά) και σε χοιροτροφείο (δεξιά).

Η σύγκριση της έντασης της οσμής σε χώρους κρεατοπαραγωγής δείχνει ότι η αύξηση στην αντιλαμβανόμενη ένταση από οσμές χοίρων είναι λιγότερο απότομη από τις οσμές σε κρεατοπαραγωγή κοτόπουλων οι οποίες είναι ιδιαίτερα οξείς λόγω του υψηλού περιεχομένου σε αμμωνία.

Μια απλή προσέγγιση για να συγκριθεί η εν δυνάμει ενόχληση της οσμής διαφορετικών οσμών είναι να ρωτηθεί μια ομάδα ατόμων να καταγράψουν μια λίστα 20 οσμών με περιγραφή «αρεσκείας» και «δυσαρέσκειας». Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιείται για έρευνα για καθημερινές οσμές. Πιο πρόσφατα, αυτή η προσέγγιση έχει εφαρμοστεί για την ιεράρχηση περιβαλλοντικών οσμών, χρησιμοποιώντας ομάδες ατόμων που ασχολούνται επαγγελματικά με την ενόχληση των οσμών. Η σειρά κατάταξης από μια λίστα 20 βιομηχανικών και αγροτικών οσμών προέκυψε εξαιρετικά συνεπής, όταν εφαρμόστηκε σε δύο ομάδες ανθρώπων που παραβρίσκονταν σε σεμινάριο ενόχλησης από οσμές (μία ομάδα στην Ολλανδία και μια άλλη στην Γερμανία). Τα αποτελέσματα για την ολλανδική ομάδα φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 6:** Κατάταξη οσμών από ομάδα ειδικών στην Ολλανδία

Περιγραφή	Δείκτης κατάταξης	Περιγραφή	Δείκτης Κατάταξης
Διάφορες οσμές		Οσμές από εγκαταστάσεις	
Τριαντάφυλλο	3,4	Αρτοποιείο	1,7
Καφές	4,8	Καφεκοπτείο	4,6
Πορτοκάλι	5,8	Σοκαλατοποιεία	5,1
Κανέλα	6,0	Ζυθοποιείο	8,1
Γκαζόν	6,4	Κτιριακός Χώρος στάθμευσης	8,3
Σαπούνι	7,3	Παραγωγή κάρβουνου	9,4
Σανό	7,5	Κατεψυγμένης πατατα	9,6
Μπράντυ	7,8	Καπνιστό χέλι	9,8
Σταφίδα	7,9	Φανοποιείο	9,8
Μπύρα	9,3	Παραγωγή ζάχαρης	9,8
Φελλός	10,5	Αρωματοποιεία	9,8
Φυστικοβούτυρο	11,1	Άσφαλτος	11,2
Καθαριστικό	12,1	<b>Χοιροτροφική μονάδα</b>	<b>12,8</b>
Ξυνολάχανο	12,8	Διαχείριση αποβλήτων	12,9
Βρεγμένο μαλλί	14,1	Εργοστάσιο ζωοτροφών	13,2
Βαφή	14,4	Διυλιστήριο	13,2
Ξύδι	14,8	Λιπασματα	14,0
Γλυκά	17,2	Υγειονομική ταφή	14,1
Ξυρισμένο γάλα	17,5	Επεξεργασία Λίπους	15,7
Ούρα γάτας	19,4	<b>Σφαγείο</b>	<b>17,0</b>

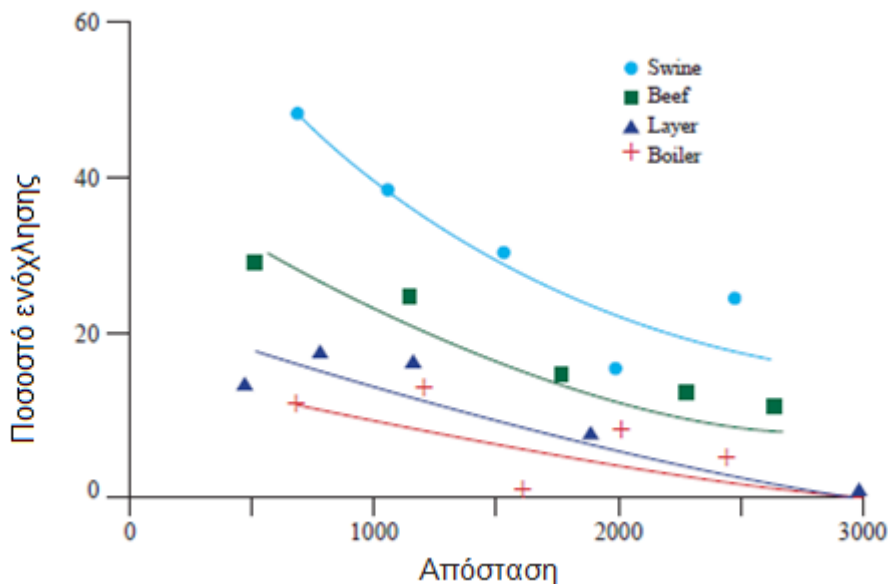
Η σειρά αυτή είναι αυστηρή, και δεν παρέχει συγκριτικά μεγέθη. Τα αποτελέσματα είναι σχετικά, όσον αφορά στο γεγονός ότι οι οσμές από εντατική κτηνοτροφία κατατάσσονται στην πιο «δυσάρεστη» θέση της λίστας (12,8), αλλά όχι στην πιο ακραία θέση δυσαρέσκειας, όπου βρίσκονται τα σφαγεία (17,0).

Παρόλο που επιστημονικά δεν είναι πολύ σχετικό, είναι ενδιαφέρον να συγκριθεί η τεχνική κατάταξης με κριτήρια εκθέσεων στις οσμές που έχουν εφαρμοστεί σε ειδικές βιομηχανίες στην Ολλανδία. Αυτά τα κριτήρια βασίζονται μερικώς σε έρευνα, καθώς είναι και αποτέλεσμα μιας διαδικασίας συναίνεσης μεταξύ του ρυθμιστικού οργανισμού και της βιομηχανίας που αφορά. Αυτές οι τιμές, μπορούν ωστόσο να θεωρηθούν ως η έκφραση από την συναίνεση που επέδειξε η κοινότητα από τις τιμές της εν δυνάμει ενόχλησης από τις οσμές. Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται τα κριτήρια ποιότητας του αέρα, όπως αυτά κατατάσσονται στον πίνακα 6.

**Πίνακας 7:** Κριτήρια ποιότητας αέρα για οσμές στην Ολλανδία περίξ πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων

Βιομηχανία	Όριο	Τιμή στόχος	Δείκτης κατάταξης οσμών
Επεξεργασία κρέατος	<=1.5 ουE/m <sup>3</sup>	<=0,8 ουE/m <sup>3</sup>	
Ξήρανσης φυτικής ύλης	<=2.5 ουE/m <sup>3</sup>		
Αρτοποιεία	<=5 ουE/m <sup>3</sup>		1,7
Καφεκοπτεία	<=3,5 ουE/m <sup>3</sup>		4,6
Καλυντικών-αρωμάτων	<=3,5 ουE/m <sup>3</sup>	<=2,0 ουE/m <sup>3</sup>	9,8
Επεξεργασία αποβλήτων (Αστική περιοχή)	<=0,5 ουE/m <sup>3</sup>		12,9
Επεξεργασία αποβλήτων (Αγροτική περιοχή)	<=1,0 ουE/m <sup>3</sup>		12,9
Επεξεργασία αποβλήτων (προϋπήρχε-αστική)	<=1,5 ουE/m <sup>3</sup>		12,9
Επεξεργασία αποβλήτων (προϋπήρχε-αγροτική)	<=3,5 ουE/m <sup>3</sup>		12,9
Ζωοτροφών	<=1,0 ουE/m <sup>3</sup>		13,2
Σφαγεία	<=1,5 ουE/m <sup>3</sup>	<=0,55 ουE/m <sup>3</sup>	17,0

Η κατάταξη είναι γενικά αντικατοπτρισμένη στα κριτήρια ποιότητας του αέρα που έχουν συμφωνηθεί. **Οι κτηνοτροφικές οσμές κατατάσσονται ομοίως με τις βιομηχανικές μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων**, σε όρους δυσανεξίας όπως φαίνεται και στον πίνακα 6. Για την διαχείριση οσμών από λύματα, μια ποικιλία κριτηρίων υπάρχουν στην Ολλανδία, με όρια  $0,5 \leq C_{98, 1\text{-hour}} \leq 3,5$  ουE/m<sup>3</sup>. Εντός των περιγραφών των κτηνοτροφικών οσμών, οι οσμές από χοίρους κατατάσσονται στο λιγότερο επιθυμητό άκρο του φάσματος αρεσκείας-δυσανεξίας. Στο ακόλουθο διάγραμμα, απεικονίζεται η σχετική ενόχληση ανάλογα με το είδος των εκτρεφόμενων ζώων, με τους χοίρους να προκαλούν τις πιο δυσάρεστες οσμές.



**Διάγραμμα 6** Ποσοστό ενόχλησης συναρτήσει της απόστασης (σε ft) πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων από τον υποδοχέα για διάφορα είδη εκτρεφόμενων ζώων.

Σημειώνεται ότι :  $1\text{ft}=0,305\text{m}$

#### 4.2 Σχέση μεταξύ της έκθεσης σε οσμές και του ποσοστού του πληθυσμού που ενοχλείται

Σημείωση: Αυτή η ενότητα αντικατοπτρίζει τα αποτελέσματα μιας έρευνας μεγάλης κλίμακας, για τη σχέση μεταξύ της έκθεσης στις οσμές και της ενόχλησης του εκτιθέμενου πληθυσμού. Τα αποτελέσματα έχουν ειδικά ερμηνευτεί για να καταλήξουν σε ένα πλαίσιο περιβαλλοντικών κριτηρίων ποιότητας για εφαρμογή στην Ιρλανδία.

Για να θεσπιστούν κριτήρια ποιότητας του αέρα για τις οσμές, με σκοπό να εξασφαλιστεί ότι η έκθεση των οσμών περιορίζεται σε επίπεδα που είναι αποδεκτά για τη δημόσια υγεία, χρειάζεται να θεσπιστεί μια σχέση δόσης απόκρισης που να περιγράφει τη σχέση μεταξύ των εκθέσεων στις οσμές στο περιβάλλον και τον προκύπτοντα βαθμό ενόχλησης του εκτιθέμενου πληθυσμού. Αυτή η επιδημιολογική βάση είναι απαραίτητη για να τεθούν τα περιβαλλοντικά κριτήρια σε ένα ποσοτικό πλαίσιο.

Σε αυτήν την ενότητα η σχέση μεταξύ της υπολογιζόμενης έκθεσης στην οσμή (δόση) και το ποσοστό του ενοχλημένου πληθυσμού (επίδραση) συζητείται στη βάση των επιδημιολογικών μελετών για έναν αριθμό βιομηχανικών πηγών οσμών που διεξήχθησαν στα τέλη του 1980 και 1990, και σε μια πρόσφατη εκτεταμένη έρευνα που ειδικεύεται στις οσμές από τους χοίρους.

Στις μελέτες αυτές η δόση καθορίζεται από τη μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής διασποράς, με τη χρήση του ρυθμού εκπομπής, όπως μετράται στην πηγή, μαζί με δεδομένα από τη μετεωρολογία και την τοπογραφία, για να υπολογιστεί το 98% της ωριαίας μέσης συγκέντρωσης  $C_{98, 1-hour}$ . Το ποσοστό των ενοχλημένων καθορίζεται

από τη λήψη ενός δείγματος από κατοίκους, σε περιοχή που εκτίθεται σε συγκεκριμένο επίπεδο έκθεσης σε οσμές (δόση), και στους οποίους τίθενται ερωτήσεις τηλεφωνικά βάση ερωτηματολογίων. *Οι κάτοικοι δεν γνωρίζουν ότι το ερωτηματολόγιο σκοπεύει στην εκτίμηση του βαθμού ενόχλησης, ώστε να ελαττωθεί η πιθανότητα της μεροληψίας στην απάντηση.* Οι απαντήσεις σε καθορισμένες ερωτήσεις-κλειδιά χρησιμοποιούνται για να διασφαλιστεί η αμεροληψία των ερωτηθέντων. Σε αρκετές περιπτώσεις, η ενόχληση ταξινομείται σε κλίμακα, για να διαφοροποιηθεί η ενόχληση από την έντονη ενόχληση. Σε πρόσφατη εργασία αυτές οι μελέτες έχουν αναθεωρηθεί. Τα μη επεξεργασμένα δεδομένα προηγούμενων μελετών αναλύθηκαν ξανά, προσθέτοντας αυτή τη φορά έναν παράγοντα που αντικατοπτρίζει τη σχετική «ευχαρίστηση», ή την εν δυνάμει ενόχληση για κάθε είδος οσμής. Τα αποτελέσματα αναλύθηκαν για να θεσπιστεί η σχέση μεταξύ της δόσης (έκθεση στην οσμή) και της απόκρισης (ποσοστό ενοχλημένων) με αποτελέσματα πολύ πιο ακριβή, συγκρινόμενα με τα αντίστοιχα των παλαιών μελετών.

Οι εν δυνάμει ενοχλήσεις για τις οσμές μετρήθηκαν με δοκιμές σε εργαστήριο χρησιμοποιώντας αξιολογητές. Οι οσμές παρουσιάζονται σε ορισμένη συγκέντρωση, π.χ. 25 ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Δύο μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν, οι οποίες οδήγησαν σε κατάταξη των οσμών, σύμφωνα με την εν δυνάμει ενόχληση.

α) σύγκριση των οσμών ανά «ζεύγη»

β) χρήση κλίμακας αναφοράς 9 σημείων με H<sub>2</sub>S, για την αντιστοίχιση στην τιμή αναφοράς 2 στο άκρο της «δυσαρέσκειας» και αισθανικός πεντυλεστέρας για την τιμή αναφοράς 8 στο άκρο της «ευχαρίστησης». Η κατάταξη των οσμών σύμφωνα με την «ευχαρίστηση» που προκαλούν παρουσιάζεται στον πίνακα 8 και μπορεί να συγκριθεί με τον πίνακα 6.

**Πίνακας 8:** Κατάταξη βιομηχανικών οσμών όπως καθορίστηκε σε δύο σειρές πειραμάτων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΟ
Διυλιστήρια Χημική Βιομηχανία Χοιροτροφική μονάδα Παραγωγή ζάχαρης Ξήρανση φυτικής ύλης Παραγωγή κατεψυγμένης πατάτας Ζύμη Παραγωγή κακάο Καπνοβιομηχανία
ΔΥΣΑΡΕΣΤΟ

Κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της επανεξετασμένης εργασίας δύο θέματα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Οι μονάδες οσμής που χρησιμοποιούνται είναι σύμφωνες με το γερμανικό πρότυπο NVD2820. Η σχέση του με τις ευρωπαϊκές μονάδες ορίζεται στο EN13725 και ισχύει ότι  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3 = 2 \text{ ou}/\text{m}^3$ .
- Η ενόχληση εκφράζεται ως ποσοστό των ερωτηθέντων που ενοχλούνται έντονα (%HA).

**Η σχέση μεταξύ του ποσοστού των ερωτηθέντων που ενοχλούνται σοβαρά και της υπολογιζόμενης έκθεσης στην οσμή, για όλες τις μελέτες περιπτώσεων είναι:**

$$\%HA = 4,775 \log(C_{98, 1-hour})^2$$

Αυτό συνεπάγεται ότι σε επίπεδο εκπομπής  $C_{98, 1-hour} = 5,3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ , το ποσοστό των ερωτηθέντων που ενοχλούνται σοβαρά είναι 10%. **Δέον να σημειωθεί ότι οι οσμές των χοίρων κατατάσσονται ανάμεσα στις οσμές με την υψηλότερη εν δυνάμει ενόχληση.**

Η ειδική σχέση δόσης-απόκρισης για την ενόχληση της οσμής που προκαλείται από οσμές χοίρων θεσπίστηκε το 1999 σε μια έρευνα που περιλάμβανε 2300 κατοίκους που εκτέθηκαν σε διαφορετικούς βαθμούς οσμών από χοιροτροφικές μονάδες. Ως αποτέλεσμα, η σχέση οσμής –όχλησης στην περίπτωση των χοίρων κρίνεται σήμερα επαρκώς τεκμηριωμένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη των επιπέδων ενόχλησης της οσμής σε έναν πληθυσμό.

Η σχέση δόσης-απόκρισης καθορίστηκε από τη μελέτη των ακόλουθων μεταβλητών:

- Έκθεση στην οσμή, υπολογιζόμενη από μοντέλα διασποράς, εκφρασμένη ως μέση συγκέντρωση στο 98% της 1 ώρας για ένα σύνθητες μετεωρολογικό χρόνο.

- Ποσοστό του δείγματος του πληθυσμού που κατηγοριοποιείται ως 'περιστασιακά ή συχνά ενοχλημένοι' στη βάση των απαντήσεων τους σε κάποιο πρότυπο ερωτηματολόγιο, με τη χρήση τηλεφωνικών συνεντεύξεων.

Η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης της οσμής και του ποσοστού του 'ενοχλημένου' πληθυσμού κατέληξε να είναι ιδιαίτερα σημαντική.

**Ένα κύριο συμπέρασμα ήταν ότι το ποσοστό των ερωτηθέντων που ενοχλήθηκαν θα μπορούσε να προβλεφθεί επαρκώς από την έκθεση που οφείλεται στην κύρια πηγή μόνο, οριζόμενη ως η μεμονωμένη πηγή που συνεισφέρει περισσότερο στη συνολική  $C_{98, 1-hour}$  της εκτιθέμενης περιοχής.** Με την προσθήκη άλλων πηγών που συνεισφέρουν στην συνολική έκθεση δεν παρέχεται καλύτερη πρόβλεψη του ποσοστού ενόχλησης. Αυτό το εύρημα είναι πρακτικά πολύ χρήσιμο, καθώς επιτρέπει την εκτίμηση της ενόχλησης θεωρώντας μόνο την κύρια πηγή κατά την προετοιμασία μιας έκθεσης περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

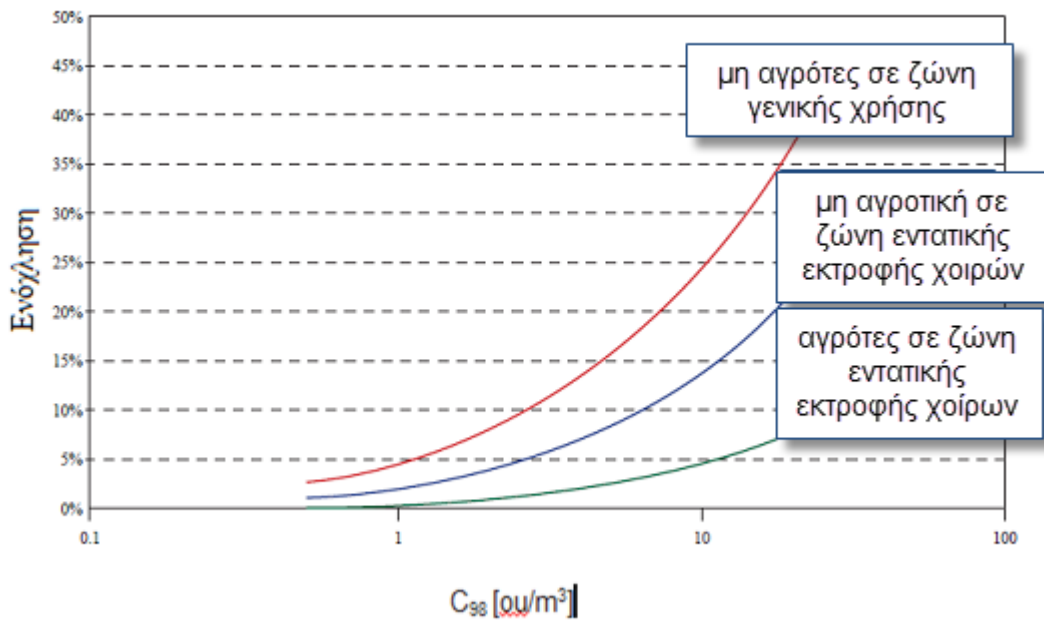
Στην εργασία της EPA 2006, καθορίστηκαν οι διαφορές μεταξύ περιοχών με διαφορετική χρήση, που αντικατοπτρίζουν τους ολλανδικούς κανονισμούς που χρησιμοποιούν τους τίτλους ως 'όχι αγροτική περιοχή, αστική, και μικροαστική', 'χωριά σε αγροτικό περιβάλλον', 'αγροτική στέγαση' κλπ. Στην ίδια εργασία, διαφοροποιήθηκαν οι περιοχές με χοίρους, οι οποίες είναι αποτελεσματικώς παραμερισμένες έως κάποιο βαθμό για να επιτρέψει αυξημένα επίπεδα παραγωγής χοίρων, και οι περιοχές γενικής χρήσης που βρίσκονται εκτός των περιοχών που διαθέτουν χοίρους. Οι ερωτηθέντες σε περιοχές με χοίρους, οι οποίοι απασχολούνται στην χοιροτροφική παραγωγή αποτελούν συγκεκριμένη κατηγορία.

Οι καμπύλες δόσης-απόκρισης με βάση το ποσοστό των ενοχλημένων λόγω έκθεσης σε οσμές που προκαλείται μόνο από την κύρια πηγή δίνονται στο διάγραμμα 7.

Στο διάγραμμα φαίνεται ότι:

- Το γενικό κοινό (μη επαγγελματίες αγρότες σε ζώνη γενικής χρήσης) είναι το πλέον ευαίσθητο σε οσμές, αφού το 10% των ερωτηθέντων ενοχλείται, όταν το επίπεδο έκθεσης είναι μόλις  $C_{98, 1-hour} \approx 1,3 \text{ ου}_E/\text{m}^3$  (Διάγραμμα 7)

- Μη αγρότες σε ζώνη εντατικής εκτροφής χοίρων, όπου οι οσμές αποτελούν χαρακτηριστικό του πλαισίου οσμής της περιοχής, τόσο οι εκτιθέμενοι σε οσμές από ένα χοιροστάσιο, όσο και οι εκτιθέμενοι σε πολλαπλές μονάδες, ενοχλούνται σε ποσοστό 10%, όταν το επίπεδο έκθεσης  $C_{98, 1-hour} \approx 3,2 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .



**Διάγραμμα 7** Ποσοστό ενοχλημένων σε συνάρτηση με την έκθεση οσμής για διάφορους αποδέκτες.

Να σημειωθεί ότι  $1 \text{ ου}_E/\text{m}^3 = 2 \text{ ολλανδικά ου}/\text{m}^3$

- Οι αγρότες σε κτηνοτροφικές ζώνες, διαπιστώθηκε ότι είναι οι πιο ανεκτικοί στις οσμές των χοίρων. Γι αυτήν την κατηγορία με τη μικρότερη ευαισθησία στην ενόχληση, το 10% ενοχλείται όταν εκτίθεται σε οσμές

$$C_{98, 1\text{-hour}} \approx 13 \text{ ου}_E \cdot \text{m}^{-3}.$$

Από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων προκύπτουν ορισμένα αξιοσημείωτα συμπεράσματα:

1. Η ευαισθησία στην ενόχληση των ανθρώπων που εκτίθεται σε μία πηγή είναι υψηλότερη από αυτούς που εκτίθεται σε περισσότερες πηγές.

2. Το ποσοστό ενόχλησης προβλέφθηκε καλύτερα λαμβάνοντας υπόψη τη μια κύρια πηγή ρύπανσης. Όταν η έκθεση υπολογίζεται με αυτόν τον τρόπο, η διαφορά μεταξύ των ερωτηθέντων που εκτίθενται σε μια πηγή και αυτών που εκτίθενται σε περισσότερες πηγές δεν είναι εμφανής.

3. Η ευαισθησία στην ενόχληση των ατόμων που εμπλέκονται άμεσα στην γεωργία, βρέθηκε σημαντικά χαμηλότερη από αυτή του γενικού πληθυσμού που ζει σε παρόμοια περιοχή. Το φαινόμενο αυτό είναι ακόμη πιο έντονο για αυτούς που ζουν σε περιοχή με χοίρους, όπου ο αγροτικός πληθυσμός παρουσιάζει μια πιο ανεκτή τάση, οδηγώντας σε χαμηλότερα επίπεδα ενόχλησης για μια δεδομένη έκθεση στις οσμές συγκριτικά με όλες τις άλλες ομάδες.



4. Στους ανθρώπους που ζουν σε αγροτικές ή περισσότερο αστικές περιοχές, δεν παρουσιάζεται σημαντική επίδραση στην ευαισθησία στην ενόχληση. Μόνο οι κάτοικοι που ζουν σε περιοχές με χοίρους δείχνουν χαμηλότερη ευαισθησία στην ενόχληση, επιδεικνύοντας μια υψηλότερη ανεκτικότητα στην έκθεση στην οσμή.

Οι σχέσεις δόσης-απόκρισης, διαφοροποιούνται για υποκατηγορίες όπως πραγματεύεται παραπάνω. Οι πληροφορίες που παρέχονται στη συνέχεια μπορούν να είναι το εναρκτήριο σημείο για να τεθούν περιοριστικές τιμές και «τιμές στόχοι» για την έκθεση, συνδεδεμένες με διαφορετικά επίπεδα προστασίας έναντι της ενόχλησης.

Ένα επίπεδο του 10% των ερωτηθέντων που ενοχλήθηκαν έχει επιλεγεί ως τιμή-οδηγός, η οποία είναι υπερδιπλάσια του «φόντου» ή του «επιπέδου αναφοράς» για ενόχληση από οσμές, όπως εκτιμάται σε περιοχές που δεν εκτίθενται σε βιομηχανικές οσμές. Το ποσοστό του 10% είναι ελαφρώς μικρότερο από τον δεδηλωμένο στόχο του κανονισμού στην Ολλανδία, που περιορίζει αυτό το κλάσμα των ενοχλημένων από τις οσμές στο 12%. Παρόλο που ο κανονισμός στερείται μιας καλώς αιτιολογημένης επιστημονικής ερμηνείας, έχει χρησιμοποιηθεί στους κανονισμούς από το 1985 σε εκατοντάδες περιπτώσεις αδειοδότησης, με ικανοποιητικά αποτελέσματα για το Ολλανδικό νομικό καθεστώς.

*Οι τιμές-οδηγοί προκειμένου να τεθούν τα κριτήρια έκθεσης σκιαγραφούνται παρακάτω:*

Η καμπύλη για μία πηγή, με κατοίκους που δεν σχετίζονται με την γεωργία αντιπροσωπεύει την ομάδα με την υψηλότερη 'ευαισθησία στην ενόχληση'. Αυτή η ομάδα αποτελείται από ανθρώπους που δεν σχετίζονται με την επαγγελματική απασχόληση στον αγροτικό τομέα, και οι οποίοι εκτίθενται στις επιδράσεις μιας πηγής σε αγροτικές ή αστικές περιοχές. Αυτή η υποκατηγορία μπορεί να θεωρηθεί ως η ομάδα με την ελάχιστη ανεκτικότητα στις οσμές των χοίρων. Παρόλα αυτά πιθανώς να αποτελεί την μεγαλύτερη υποκατηγορία. Συνεπώς αυτή η ομάδα θεωρείται ως η αντιπροσωπευτική του γενικού κοινού. Το ποσοστό 10% των ενοχλημένων αντιστοιχίζεται με έκθεση σε οσμές  $C_{98, 1-hour} = 1,3 \text{ ou}_E/m^3$ .

Η καμπύλη για μία πηγή, με κατοίκους που δεν σχετίζονται με την γεωργία, και οι οποίοι ζουν σε ζώνες εντατικής εκτροφής χοίρων, και η καμπύλη για πολλές πηγές, με κατοίκους που δεν σχετίζονται με την γεωργία και οι οποίοι ζουν σε ζώνες εντατικής εκτροφής χοίρων συμπίπτουν, μόνο όταν η πιο κυρίαρχη πηγή περιλαμβάνεται στον υπολογισμό της έκθεσης. Αυτές οι κατηγορίες αντιπροσωπεύουν μια επιλογή του γενικού κοινού με την χαμηλότερη ευαισθησία στις οσμές. Αυτοί οι άνθρωποι ζουν σε περιβάλλον, όπου οι οσμές από τους χοίρους αποτελούν χαρακτηριστικό του περιβάλλοντός τους. Αυτό το δείγμα του πληθυσμού μπορεί να θεωρηθεί ως αντιπροσωπευτικό του γενικού κοινού, με μέτρια ευαισθησία στην ενόχληση, δείχνοντας αυξημένη ανεκτικότητα στις οσμές χοίρων. Για αυτήν την ομάδα σε ποσοστό 10% των ενοχλημένων αντιστοιχίζεται έκθεση σε οσμές  $C_{98, 1-hour} = 3,2 \text{ ou}_E/m^3$ .

Η καμπύλη για δύο ή περισσότερες πηγές, με κατοίκους που δεν σχετίζονται με την γεωργία, και οι οποίοι ζουν σε περιοχή με χοίρους, αντιπροσωπεύουν την

υποκατηγορία του γενικού κοινού με την χαμηλότερη ευαισθησία στην ενόχληση. Παρόλο που οι κάτοικοι δεν απασχολούνται στον αγροτικό τομέα, ζουν σε περιοχές όπου η παραγωγή χοίρων αποτελεί χαρακτηριστικό της περιοχής. Η υποκατηγορία θεωρείται ως αντιπροσωπευτική του *γενικού κοινού με την χαμηλότερη ευαισθησία στην ενόχληση, επιδεικνύοντας αυξημένη ανεκτικότητα σε οσμές χοίρων. Γι' αυτή την ομάδα σε ποσοστό 10% των ενοχλημένων αντιστοιχίζεται έκθεση σε οσμές*  $C_{98, 1-hour} = 6,3 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .

Η καμπύλη σε ζώνη εντατικής εκτροφής χοίρων, όπου οι γεωργοί αντιπροσωπεύουν μια υποκατηγορία που μπορεί να χαρακτηριστεί ως την πιο ανεκτική στη δυσσομία, δεν μπορεί να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική για το γενικό κοινό. Η έκθεση που σχετίζεται με το 10% των ενοχλημένων που απασχολούνται επαγγελματικά με τη γεωργία σε περιοχές με χοίρους είναι  $C_{98, 1-hour} \approx 13 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ . Αυτή η τιμή είναι ενδεικτική ως ένα απόλυτο ανώτατο όριο έκθεσης, αλλά δεν είναι τόσο χρήσιμη όπως η τιμή αναφοράς για τις κατευθυντήριες οδηγίες που στοχεύουν στην προστασία του γενικού κοινού.

Το επίπεδο έκθεσης  $C_{98, 1-hour} \approx 6,3 \text{ ου}_E/\text{m}^3$  που σχετίζεται με το 10% των ενοχλημένων στο πιο ανεκτικό δείγμα του γενικού κοινού, συνδυαζόμενο με το εύρημα ότι η για μια επιλογή βιομηχανικών οσμών το 10% των ερωτηθέντων που έχουν εμπειρία από σοβαρές ενοχλήσεις συνδέεται με  $C_{98, 1-hour} \approx 5 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ , ενισχύει **το προτεινόμενο ανώτατο όριο  $C_{98, 1-hour} \leq 6 \text{ ου}_E/\text{m}^3$** . Η προτεινόμενη τιμή βασίζεται σε ένα σημαντικό σύνολο δεδομένων από ανεξάρτητες έρευνες, όπως περιγράφεται παραπάνω. (n= περίπου 620 ερωτηθέντες).

Η τιμή  $C_{98, 1-hour} \approx 1,3 \text{ ου}_E/\text{m}^3$  που συνδέεται με το 10% της ενόχλησης του γενικού κοινού, ενισχύει την **τιμή-στόχο για την έκθεση στην οσμή σε τιμή  $C_{98, 1-hour} \leq 1,5 \text{ ου}_E/\text{m}^3$** , βασιζόμενη σε σημαντικό σύνολο δεδομένων (n= περίπου 1500 ερωτηθέντες).

## 2<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ

### 1. Σύγκριση κανονιστικών προσεγγίσεων σε διάφορες χώρες

#### 1.1 Γενικές προσεγγίσεις στη διαχείριση των κτηνοτροφικών οσμών και κανονισμοί

Οι παραγωγοί χοίρων έχουν την ευθύνη να ελαχιστοποιήσουν τις επιπτώσεις της εργασίας τους στο περιβάλλον, ώστε να αποφευχθούν οι ενοχλήσεις που μπορεί να συμβαίνουν στις γύρω περιοχές. Ωστόσο, οι οσμές, όπως και άλλοι περιβαλλοντικοί ρύποι τείνουν να υπερβαίνουν κατά πολύ τα όρια της εγκατάστασης.

Σε αρκετές χώρες, ο νόμος για τις ενοχλήσεις υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια. Αυτός ο τύπος νομοθεσίας συχνά ελέγχεται από διορισμένους περιβαλλοντολόγους υγείας ή σε νομικούς υπαλλήλους που κάνουν ατομικές κρίσεις για το αν η οσμή που αντιλαμβάνονται αποτελεί ενόχληση υπό νομικούς όρους.

Για να συνδράμουν οι ρυθμιστικοί οργανισμοί στη διαχείριση θεμάτων οσμών συμβουλευόνται αρκετές χώρες, οι οποίες έχουν εκδώσει κατευθυντήριες οδηγίες, κανονισμούς ή ακόμα και νομοθεσία στην προσπάθεια τους να εφαρμόσουν έναν ρυθμιστικό μηχανισμό σχετικά με τις εκπομπές οσμών από χοιροτροφικές μονάδες.

Η πλειοψηφία αυτών των κατευθυντήριων οδηγιών χρησιμοποιούν πίνακες αποστάσεων διαχωρισμού, οι οποίες βασίζονται στο μέγεθος της εγκατάστασης εκφρασμένο με το συνολικό αριθμό ζώων. Έτσι, προσδιορίζεται η ελάχιστη απόσταση μεταξύ της μονάδας από τις κατοικίες, με σκοπό να αποφευχθούν οι ενοχλήσεις από τις οσμές.

Αυτό το είδος των κατευθυντήριων οδηγιών άρχισε να εφαρμόζεται στις αρχές του 1970 και έχει υιοθετηθεί από αρκετές χώρες. Σε μερικές περιπτώσεις, οι πίνακες αυτοί έχουν εξελιχθεί από την πρώιμη, απλή μορφή τους σε λεπτομερή μηχανισμό προσδιορισμού των αποστάσεων που λαμβάνει υπόψη τα διαφορετικά είδη στέγασης, τις επιχειρησιακές πρακτικές, τη χρήση των γύρω περιοχών, τα συσσωρευτικά αποτελέσματα από τις πολλαπλές χοιροτροφικές μονάδες κλπ.

Παρόλο που αυτή η προσέγγιση παρέχει ένα λεπτομερές πλαίσιο για την εκτίμηση, ο προσδιορισμός των αποστάσεων διαχωρισμού σπανίως βασίζεται σε συστηματικές επιστημονικές παρατηρήσεις. Οι πρώτες κατευθυντήριες οδηγίες δόθηκαν στην Ολλανδία το 1971 ως γραφήματα των αποστάσεων διαχωρισμού σε συνάρτηση με τον αριθμό των ζώων. Αυτά τα διαγράμματα βασίστηκαν σε περιορισμένες παρατηρήσεις μερικών Υγειονομικών Επιθεωρητών. Παρόλο που οι κατευθυντήριες οδηγίες βασίστηκαν σε περιορισμένα πειραματικά δεδομένα, ο προαναφερθείς τρόπος προσδιορισμού των αποστάσεων, εφαρμόζεται αποτελεσματικά για αρκετά χρόνια.

Σε πολύ λίγες ευρωπαϊκές χώρες, θεσπίστηκαν ειδικοί κανονισμοί για τις οσμές που προέρχονται από κτηνοτροφεία, προτού οι βιομηχανικές οσμές προκύψουν ως θέμα για κανονιστική ρύθμιση. Η ποσοτική προσέγγιση, μέτρησης αερίων εκπομπών και προσομοίωσης των επιδράσεων τους έξω από τα όρια βιομηχανικών εγκαταστάσεων δεν εφαρμόστηκε για αγροτικές οσμές.

Ωστόσο, για διάφορους λόγους, υπάρχει η τάση για κοινή αντιμετώπιση των οσμών, είτε αν προέρχονται από χοιροτροφεία, είτε από βιομηχανία. Αυτό είναι αποτέλεσμα διαφόρων παραγόντων, όπως της διεύρυνσης της κλίμακας των χοιροτροφικών μονάδων, η τάση προς διαφοροποίηση της χρήσης της γης σε αγροτικές περιοχές και της εισαγωγής της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για κτηνοτροφικές μονάδες και βιομηχανικές επιχειρήσεις για την προστασία του περιβάλλοντος (Integrated Pollution, Prevention and Control).

Επί του παρόντος, υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα που επιτρέπουν να τεθούν όρια για την έκθεση στην οσμή. Αυτά βασίζονται σε επιδημιολογικές μελέτες ενοχλήσεων λόγω έκθεσης σε οσμές χοίρων. Οι συντελεστές εκπομπής οσμών από χοιροτροφεία, σε διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής τους έχουν προσδιορισθεί με ακρίβεια, με τη χρήση πρότυπων μεθόδων. Η διαθεσιμότητα αυτών των δεδομένων επιτρέπει το σχεδιασμό ενός πλαισίου που μετατρέπει αυτά τα επιστημονικά δεδομένα στους στόχους της κοινωνίας (σε όρους περιβαλλοντικής ποιότητας).

Συνοψίζοντας, υπάρχουν τρεις γενικές προσεγγίσεις για τη διαχείριση των οσμών από χοιροτροφικές μονάδες με βάση ένα πλαίσιο κανονισμών:

### **1.Νομική προσέγγιση:** *Καμία όχληση πέρα από τα όρια της μονάδος*

Η εκτίμηση γίνεται στη βάση της ατομικής κρίσης επιθεωρητών.

**2.Αποστάσεις διαχωρισμού:** *Πραγματική ήμιοποσοτική προσέγγιση βασιζόμενη σε εμπειρικά δεδομένα.*

Η εκτίμηση βασίζεται σε πίνακες αποστάσεων που εξαρτώνται από τον αριθμό των ζώων. Αρκετές φορές, λαμβάνονται υπόψη τα χαρακτηριστικά της επιχείρησης, η χρήση γης στην περιοχή γύρω από την εγκατάσταση κλπ. **Ωστόσο, οι πίνακες με τις αποστάσεις διαχωρισμού χρησιμοποιούνται για σχετικά μικρές μονάδες πχ ≤ 500 χοιρομητέρες.**

### **3.Κριτήρια ποιότητας του αέρα για έκθεση στις οσμές:**

*Ποσοτική μέθοδος που βασίζεται σε σχέση δόσης-αποτελέσματος.*

Η μέθοδος βασίζεται σε επιδημιολογική έρευνα των ενοχλήσεων λόγω δυσοσμίας από χοιροτροφική μονάδα. Η εκτίμηση των οχλήσεων βασίζεται στους συντελεστές εκπομπής των οσμών και στη μοντελοποίηση της ατμοσφαιρικής διασποράς αυτών.

**Μια ποσοτική προσέγγιση παρέχει την καλύτερη βάση για τις αξιολογήσεις οι οποίες βασίζονται σε αντικειμενικά δεδομένα. Παράλληλα, αφήνουν ένα περιθώριο ευελιξίας με την έννοια ότι επιτρέπονται να ληφθούν υπόψη υποκειμενικοί παράγοντες κατά τη διαδικασία αδειοδότησης.**

## 1.2 Επισκόπηση κατευθυντήριων οδηγιών σε διάφορες χώρες

**Ηνωμένες Πολιτείες:** Οι κανονισμοί που αφορούν τις ζώνες απομόνωσης των κτηνοτροφικών στις ΗΠΑ διαφέρουν γενικά από πολιτεία σε πολιτεία. Χαρακτηριστικά παραδείγματα:

1. Κάνσας: 0,40 km μέχρι 1,20 km
2. Βόρεια Καρολίνα: 0,45 km μέχρι 0,76 km
3. Άιοβα: 0,23 km μέχρι 0,76 km
4. Ιλινόις: 0,40 km μέχρι 1,61 km
5. Μιζούρι: 0,31 km μέχρι 0,92 km
6. Οκλαχόμα: 0,81 km μέχρι 1,21 km
7. Δυτική Ντακότα: 0,40 km μέχρι 2,42 km

Οι προαναφερθείσες αποστάσεις έχουν ενσωματώσει πληροφορίες που αφορούν το είδος των ζώων, το βάρος τους, τη χρήση Γης και/ή το μέγεθος της εγκατάστασης.

**Η Αμερικανική Εταιρεία Αγροτικών Μηχανικών (American Society of Agricultural Engineers, ASEA, 1994) αναφέρει ότι η επιθυμητή απόσταση για την εγκατάσταση κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων είναι γενικά 1600 m από τα όρια οικισμού και 400 -800 m από τις γειτονικές κατοικίες.**

***Ωστόσο, σύμφωνα με τις οδηγίες της EPA η απόσταση διαχωρισμού πρέπει να είναι τουλάχιστον 3,6 km και κατά προτίμηση 7,2 km για μεγάλες εγκαταστάσεις [1].***

**Καναδάς:** Οι κατευθυντήριες οδηγίες για το Ontario επιβάλλουν ως ελάχιστη απόσταση τα 810 m από οποιαδήποτε κατοικήσιμη περιοχή και τα 405 m από οποιαδήποτε γειτονιά για μονάδα με 1000 ή λιγότερους χοίρους πάχυνσης.

Στο Saskatchewan, η προτεινόμενη απόσταση διαχωρισμού μεταξύ μιας κτηνοτροφικής μονάδας (με ταμειυτήρες λυμάτων) και αγροτικής κατοικήσιμης περιοχής είναι τα 1600 m όταν οι ζωικές μονάδες είναι 2000, και 2000 m όταν οι ζωικές μονάδες είναι περισσότερες από 5000. Αυτές οι αποστάσεις αυξάνουν για αστικά κέντρα. Για παράδειγμα, ένα αστικό κέντρο με πληθυσμό μικρότερο των 100 ατόμων απαιτεί απόσταση διαχωρισμού 2000 m για 2000 ζωικές μονάδες και 2400 m όταν οι ζωικές μονάδες είναι περισσότερες από 5000 (Saskatchewan Agriculture and Food ND).

Να σημειωθεί ότι μία ζωική μονάδα ισοδυναμεί με 3 κάπρους ή 3 χοιρομητέρες, (χωρίς τα παράγωγά τους), δηλαδή περίπου 500 kg ζωντανού κρέατος.

**Νέα Ζηλανδία:** Ο Κώδικας Πρακτικής (Code of Practice, CoP) της Ν. Ζηλανδίας περιέχει δύο είδη αποστάσεων διαχωρισμού:

- Οι σταθερές αποστάσεις διαχωρισμού, οι οποίες πρέπει να τηρούνται σε όλες τις περιπτώσεις, ασχέτως από το μέγεθος της παραγωγικής μονάδας
- Ρυθμιζόμενες αποστάσεις διαχωρισμού οι οποίες εξαρτώνται από το μέγεθος της επιχείρησης και από ένα σύνολο συντελεστών διόρθωσης με βάση τα χαρακτηριστικά της επιχείρησης.

Οι ρυθμιζόμενες αποστάσεις διαχωρισμού πρέπει να εφαρμόζονται σε χοιροτροφικές μονάδες άνω των 2000 χοίρων.

Για χοιροτροφεία που εκτρέφουν πάνω από 5000 χοίρους, απαιτείται να γίνει εκτενής μελέτη. Το μέγεθος των ζωνών ανάσχεσης θα καθορίσουν τις ζητούμενες αποστάσεις.

**Ένας χοίρος προσμετράται στον P-παράγοντα όταν έχει ηλικία μεγαλύτερη από 70 μέρες.** Μονάδες εκτροφής με μόνο απογαλακτισμένους χοίρους υπολογίζονται με την αντιστοιχία 1 χοιρομητέρα εκτροφής = 5 χοίροι.

Οι ρυθμιζόμενες αποστάσεις διαχωρισμού διαφοροποιούνται, και εξαρτώνται από τη χρήση γης γύρω από την μονάδα. Έτσι, διακρίνουμε τρεις ζώνες απομόνωσης :

- Ζώνη 1A - Από το σημείο αναφοράς του χοιροτροφείου μέχρι τον οικισμό.
- Ζώνη 1B - Από το σημείο αναφοράς του χοιροτροφείου έως δημόσιο χώρο
- Ζώνη 2 - Από το σημείο αναφοράς χοιροτροφείου έως την πλησιέστερη αγροτική κατοικία που δεν ανήκει στο ίδιο ακίνητο με τη χοιροτροφική μονάδα.

Ανάλογα με τη ζώνη της ρυθμιζόμενης απόστασης, η απόσταση διαχωρισμού καθορίζεται με βάση έναν πίνακα που συσχετίζει τον παράγοντα-P (αριθμό χοίρων) με την ρυθμιζόμενη απόσταση διαχωρισμού.

**Πίνακας 9** Ζώνες διαχωρισμού σε συνάρτηση με τη δυναμικότητα του χοιροτροφείου στη Ν. Ζηλανδία

Τιμή P (αριθμός χοίρων)	Ζώνη 1A (m)	Ζώνη 1B (m)	Ζώνη 2 (m)
Μέχρι 2000	2000	1500	500
2500	2500	1875	625
3000	3000	2250	750
3500	3500	2675	875
4000	4000	3000	1000
4500	4500	3375	1125
5000	5000	3750	1250

Υπάρχει ακόμα ένα σύστημα υπολογισμού που λαμβάνει υπόψη τα λειτουργικά χαρακτηριστικά της επιχείρησης. Βασιζόμενοι σε αυτά, **υπολογίζεται ο συντελεστής μείωσης (piggy reduction factor), το ποσοστό του οποίου μπορεί να ελαττώσει την απαιτούμενη απόσταση διαχωρισμού έως και 40%**, ενώ οι συντελεστές μείωσης φαίνονται στον πίνακα 10.

$$\text{Συντελεστής μείωσης} = 100((1 - [A \times B \times C \times D \times E \times F \times G]))$$

Τέλος, ιδιαίτερη μνεία λαμβάνεται στον υπολογισμό των αποστάσεων διαχωρισμού, όταν η τοπογραφία ή η μετεωρολογία επηρεάζουν σημαντικά την έκθεση στην οσμή.

**Πίνακας 10:** Συντελεστές μείωσης ζωνών διαχωρισμού χοιροτροφείων στη Ν. Ζηλανδία

Ένδειξη	Λεπτομέρειες	Ρυθμιστικός παράγοντας
Α	<b>Εκπομπές στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον από τους στάβλους-Φυσική ροή ή με τη χρήση εξαεριστήρων</b>	
	Βιο-φιλτράρισμα εξερχόμενου αερίου	0,80
	ανεμιστήρες κορυφής συν δέντρα γύρω από την εγκατάσταση	0,90
	Ανεμιστήρες κορυφής μόνο	0,95
	>> >> και πλευρικοί	0,90
	Πλευρικοί ανεμιστήρες μόνο	1,00
Β	<b>Συλλογή λυμάτων στους στάβλους</b>	
	κόπρανα, ούρα και άλλα βιολογικά υλικά έχουν αφαιρεθεί από τα όρια του κτιριακών εγκαταστάσεων	
	σε λιγότερο από 12 ώρες	0,75
	με πριονίδι	0,75
	σε όχι περισσότερο από 30 ώρες	0,90
	σε περισσότερο από 30 ώρες, αλλά λιγότερο από 4 ημέρες	1,00
Γ	σε περισσότερο από 4 ημέρες	1,20
	<b>Σύστημα συλλογής λυμάτων εκτός του χώρου στέγασης των χοίρων αλλά εντός της εγκατάστασης</b>	
	κλειστοί αγωγοί	0,95
Δ	ανοικτά κανάλια	1,00
	<b>Σύστημα επεξεργασία λυμάτων εντός της εγκατάστασης</b>	
	αναερόβιες δεξαμενές	1,00
	προαιρετικές δεξαμενές	0,95
	αερόβιες δεξαμενές	0,60
	αεριζόμενες δεξαμενές	0,75
κομποστοποίηση	0,80	



<b>Ε</b>	<b>Θόρυβος</b>	
	διατήρηση εντός των προτεινόμενων ορίων	0,95
<b>ΣΤ</b>	<b>Τροφοδοτικά</b>	
	αξιόπιστα τροφοδοτικά	0,95
	τροφοδοτικά αναμονής	0,80
<b>Ζ</b>	<b>Διοίκηση</b>	
	Υπο παρακολούθηση	
	24 ωρες /ημέρα	0,90
	12-23 ώρες / ημέρα	0,95
	6-11 ώρες / ημέρα	1,00
	1-5 ώρες / ημέρα	1,10
	λιγότερο από 1 ώρα	1,20

**Ολλανδία:** Ο τομέας χοιροτροφικής παραγωγής στην Ολλανδία είναι πολύ μεγάλος στο μέγεθος, σχετικά με το μέγεθος του πληθυσμού της χώρας και την επιφάνεια της χώρας. Η ετήσια παραγωγή είναι περίπου 30 εκατομμύρια χοίροι, που αντιστοιχεί σε 2 χοίρους ανά άτομο. Υπάρχουν 1,4 εκατομμύρια τοποθεσίες στάβλων για χοιρομητέρες και 7,4 εκατομμύρια για χοίρους πάχυνσης (στοιχεία 1998). Είναι συνεπώς αναμενόμενο ότι η επίδραση στις οσμές αποτελεί μείζον περιβαλλοντικό θέμα, δεδομένης της υψηλής πυκνότητας και της εγγύτητας μεταξύ των κατοίκων και των χοίρων. **Προσφάτως (2000), η ολλανδική κυβέρνηση διέθεσε 200 εκατομμύρια ευρώ για να εξαγοράσει κάποιες υπάρχουσες χοιροτροφικές μονάδες. Απώτερος σκοπός ήταν να μειωθεί η δυναμικότητα του κλάδου και των περιβαλλοντικών του επιπτώσεων.**

Η πρώτη κατευθυντήρια οδηγία για το πως πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές οσμές για την αδειοδότηση των χοιροτροφικών μονάδων εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1971 και αναθεωρήθηκε κάμποσες φορές μερικά χρόνια μετά: 1984,1996.

Τα επιτυχημένα αρχεία κατευθυντηρίων οδηγιών είναι:

- *Brochure Livestock Rearing and Nuisance Law (1976)*
- *Guidance note on the application of the Nuisance Law on livestock production units (1984)*
- *Assessment of accumulation by intensive livestock production*, Publication Series Air no. 46, Ministry of Public Planning and the Environment (1985)
- *Guideline Livestock Production and Odour Annoyance (1996)*

Επί του παρόντος χρησιμοποιείται η κατευθυντήρια οδηγία του 1996. Το βασικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για όλες τις προαναφερθείσες κατευθυντήριες οδηγίες είναι ένα γράφημα το οποίο συσχετίζει τις απαιτούμενες αποστάσεις διαχωρισμού με τον αριθμό των ζώων στην μονάδα (Διάγραμμα 8). Το μέγεθος της μονάδας εκφράζεται σε 'mestvarkeneenheden' ή πιο σύντομα σε mne, το οποίο μεταφράζεται σε «μονάδες χοίρων πάχυνσης». Σε αρκετές μεταφρασμένες δημοσιεύσεις έχει χρησιμοποιηθεί ο όρος «μονάδες χοίρων» (pig unit), ο οποίος δεν είναι ορθός και προκαλεί σύγχυση. Ένα mne αντιπροσωπεύει την ετήσια εκπομπή των οσμών από 1 χοίρο πάχυνσης, ο οποίος εκτρέφεται σε συμβατικό στάβλο ( πχ μερικώς εσχαρωτό).

Υπάρχει ένας πίνακας μετατροπής των διαφόρων ειδών χοίρων σε mne. Στην κατευθυντήρια οδηγία του 1996, ισχύουν οι παρακάτω σχέσεις μετατροπής:

- 1 mne αντιστοιχεί σε 11 απογαλακτισμένα χοιρίδια
- 1 mne αντιστοιχεί σε 1,5 υγρές χοιρομητέρες
- 1 mne αντιστοιχεί σε 3 ξηρές χοιρομητέρες
- 1 mne ισοδυναμεί σε 1 χοίρο πάχυνσης, σε συμβατικό, μερικώς εσχαρωτό σύστημα (επίσης 1mne ισοδυναμεί με 22,6 ου<sub>E</sub>/s)
- 1 mne ισοδυναμεί με 1,4 χοίρους πάχυνσης που εκτρέφονται σε θαλάμους σταβλισμού 'Green Label' χαμηλών εκπομπών.

Το διάγραμμα των αποστάσεων παρέχει 4 γραμμές, διαφοροποιημένες για κάθε κατηγορία χρήσης της γης στην γειτονιά γύρω από τη χοιροτροφική μονάδα.

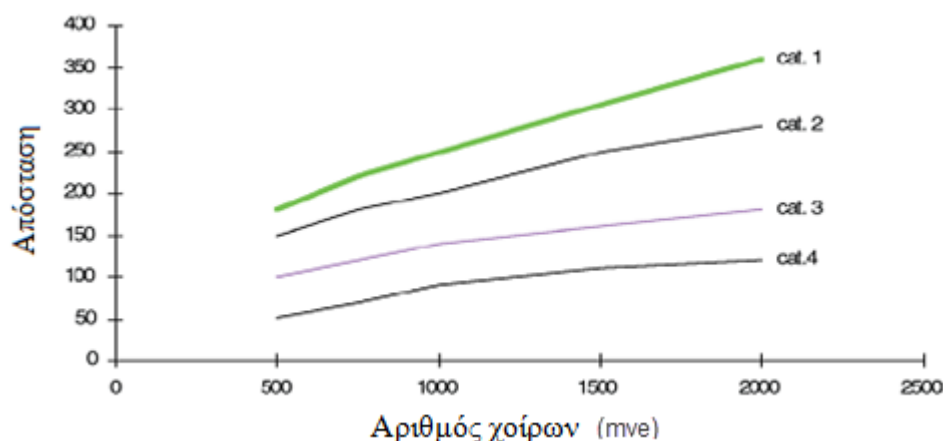
- **Κατηγορία I** παρέχει τον υψηλότερο βαθμό προστασίας και εφαρμόζεται σε μη-αγροτικές, κατοικήσιμες περιοχές (π.χ., διαθέτουν κέντρα υγείας, χώρους αναψυχής κλπ).

- **Κατηγορία II** χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη διασπορά κατοικιών σε χωριά ή οικισμούς, όπου το περιβάλλον έχει αγροτικό χαρακτήρα.

- **Κατηγορία III** είναι για πιο απομονωμένες κατοικίες ή ομάδες κατοικιών με γενικά αγροτικό περιβάλλον

- **Κατηγορία IV** χαρακτηρίζει μεμονωμένες αγροικίες, για τις οποίες παρέχεται το ελάχιστο δυνατό επίπεδο προστασίας.

Μια πρόσφατη τροποποίηση στα παραπάνω δεδομένα αφορά στη μετατροπή των διαφόρων ειδών χοίρων σε μονάδες mve, η οποία τώρα περιλαμβάνει τιμές και για τα συστήματα στάβλων χαμηλών εκπομπών. Με τη χρήση του ανανεωμένου αυτού πίνακα, οι χοιροτροφικές μονάδες μπορούν πλέον να επεκτείνονται με την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιούνται συστήματα στέγασης χαμηλών εκπομπών 'Green Label'. Αναμένεται ότι το διάγραμμα αυτό θα συνεχίσει να εφαρμόζεται, αλλά η χρήση των τεσσάρων αυτών κατηγοριών χρήσης της γης θα απλοποιείται και θα προσαρμόζεται, ώστε να αντικατοπτρίζει τα αποτελέσματα των μελετών δόσης-απόκρισης. Επιπροσθέτως, και οι συντελεστές μετατροπής σε mve μπορούν να τροποποιηθούν για τα διάφορα στάδια ζωής των χοίρων, με βάση πειραματικές μετρήσεις.



**Διάγραμμα 8** Αποστάσεις διαχωρισμού μεταξύ χοιροτροφικών μονάδων και κατοικιών για διάφορα οικιστικά συστήματα στην Ολλανδία σε συνάρτηση με τη δυναμικότητα της μονάδας :

500 έως 2500 μονάδες χοίρων (ισοδυναμούν με χοίρους πάχυνσης).

Πρόσφατα, οι παραπάνω διατάξεις έχουν επικαιροποιηθεί, δίνοντας ιδιαίτερη βαρύτητα στο θέμα εκπομπών και των μοντέλων διασποράς, μεταβιβάζοντας την ευθύνη στους δήμους με απώτερο στόχο την ελαχιστοποίηση των οχλήσεων με βάση τις καταγγελίες σε τοπικό επίπεδο και χρήση BAT (Best Available Techniques).

## Γερμανία:

### Ι) Γενικό πλαίσιο κανονισμών και σχετικά αρχεία κατευθυντηρίων οδηγιών

Ο νόμος που αφορά στα θέματα ποιότητας αέρα στην Γερμανία είναι ο 'Bundes Immissionsschutzgesetz' (ή πιο σύντομα 'BimSchG'), ή the Federal Immission Control act of 1990.

Όλες οι οσμές από οποιαδήποτε εμπορική εγκατάσταση λαμβάνονται ως ενοχλητικές σύμφωνα με την §3 του 'BimSchG'. Έτσι, **για τη χορήγηση άδειας το ζήτημα είναι να καθοριστεί εάν η ενόχληση συνιστά σημαντική διαταραχή**. Παρόλα αυτά το BimSchG δεν παρέχει σαφή κριτήρια, ώστε να καθοριστεί εάν μια ενόχληση αποτελεί σημαντική διαταραχή.

Το δεύτερο σχετικό επίσημο αρχείο κανονισμών, παρέχει τεχνικές οδηγίες για συγκεκριμένες βιομηχανίες, ώστε να διασφαλιστεί η ποιότητα του αέρα (σύμφωνα με το BimSchG). Όμως και αυτό απέτυχε να αποδώσει το προσδοκώμενο αποτέλεσμα. Το αρχείο *Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft*, (πιο σύντομα TA-Luft), περιγράφει λεπτομερώς τις τεχνικές μετρήσεις που αναμένονται να εφαρμοστούν σε διαφορετικούς τομείς της βιομηχανίας και της γεωργίας, περιλαμβάνοντας και μεθόδους για την εκτίμηση των αποτελεσμάτων. Να σημειωθεί ότι το TA-Luft είναι διαθέσιμο στα αγγλικά:

- *Technical Instruction on Air Quality control* (Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz), Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, Bonn, 1986 (GBBI. P.95)

Ωστόσο, **στις περισσότερες περιπτώσεις χορήγησης αδειών, εφαρμόζονται τεχνικές κατευθυντήριες οδηγίες που παρέχουν λεπτομερείς συμβουλές στο σχεδιασμό και στη λειτουργία των χοιροτροφικών μονάδων και άλλων κτηνοτροφικών μονάδων:**

- VDI3471:1986 Emission Control. Livestock management – Pigs
- VDI3471:1986 Emission Control. Livestock management – Hens.
- VDI3473:1994 Part 1 (draft) Emission Control. Livestock farming - Cattle. Odourants.

Εκτός από τεχνικές οδηγίες στον σχεδιασμό και στη λειτουργία των χοιροτροφικών μονάδων, το τεχνικό πρότυπο VDI3471:1986 περιέχει ένα διάγραμμα που παρέχει τις αποστάσεις διαχωρισμού για χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων μεγεθών (Διάγραμμα 9). Κατά τον καθορισμό των αποστάσεων διαχωρισμού λαμβάνονται υπόψη χαρακτηριστικά της επιχείρησης που αφορούν στη λειτουργία και το σχεδιασμό της. Αυτό συμβαίνει με ένα σύστημα μοριοδότησης (πόντων). Στη συνέχεια η απόσταση απομόνωσης της χοιροτροφικής μονάδος καθορίζεται με βάση το συνολικό αριθμό πόντων.

Εάν μια μονάδα συμμορφώνεται με το πρότυπο VDI3471, και τοποθετείται σε σημείο όπου τηρούνται οι αποστάσεις διαχωρισμού, δημιουργούνται οι κατάλληλες προϋποθέσεις ώστε να χορηγηθεί άδεια από την τοπική αρχή. Σε περιπτώσεις όπου οι αποστάσεις από κατοικήσιμες περιοχές είναι μικρότερες από 100 m, ή **γενικά οι αποστάσεις διαχωρισμού δεν μπορούν να τηρηθούν πλήρως, ζητείται η γνώμη εμπειρογνομόνων οι οποίοι αποφαινόνται με βάση κάποιο μοντέλο διασποράς.**

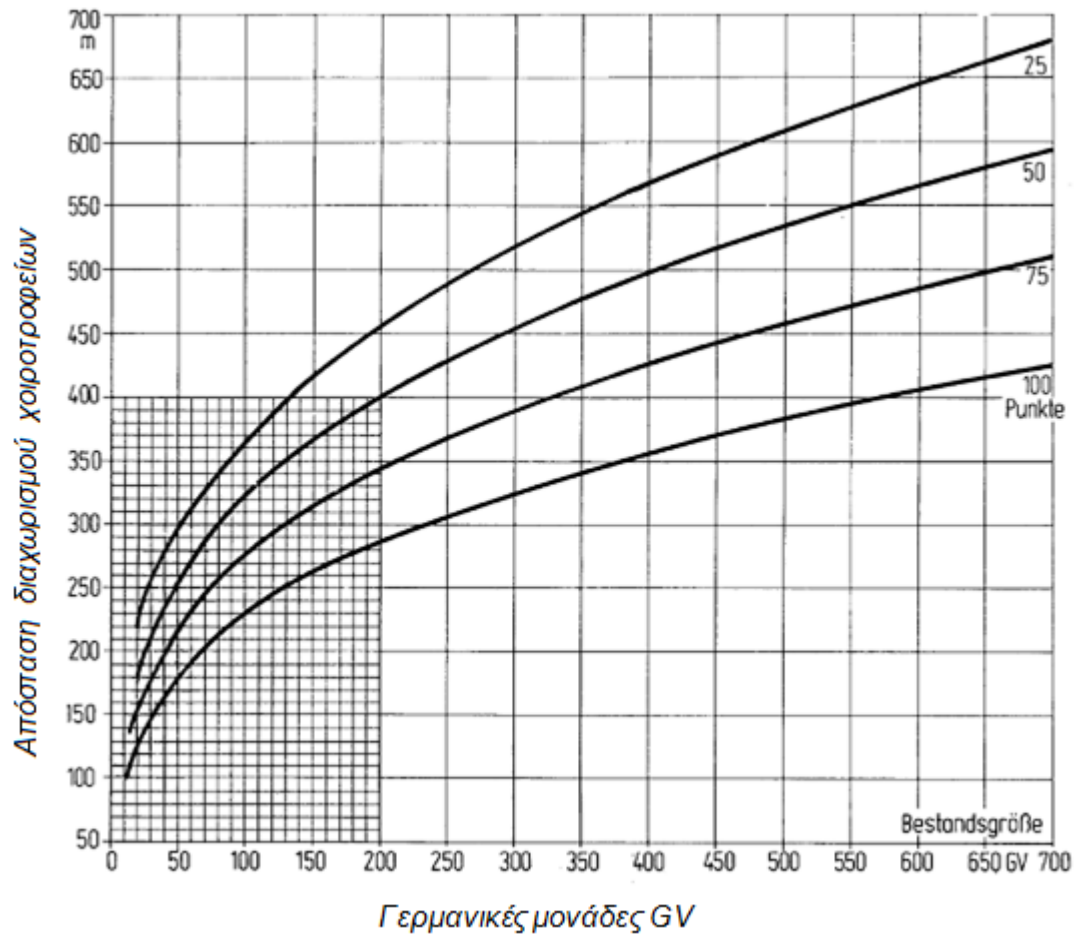
## II) Το διάγραμμα στο πρότυπο VDI3471

Η δυναμικότητα μιας χοιροτροφικής μονάδας εκφράζεται σε 'Grossvieheinheiten' (GV), που ισοδυναμεί με 500 kg ζώντος βάρους. Ο αριθμός των GV σε μια μονάδα υπολογίζεται με τη χρήση των συντελεστών μετατροπής του πίνακα 12.

Εφόσον καθορισθεί ο αριθμός των GV, εφαρμόζεται το σύστημα αντιστοίχισης των πόντων που λαμβάνει υπόψη τα χαρακτηριστικά της επιχείρησης. Το σύστημα το πόντων φαίνεται στον πίνακα 20.

**Πίνακας 11:** Προσδιορισμός αριθμού των GV σε μια χοιροτροφική μονάδα, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες VDI3471

Conversion of pig numbers to GV, VD13471		
Animal stage		
Dry sow, boar	0.3	GV
Wet sow with progeny < 4 weeks	0.4	GV
Wet sow with progeny > 4 weeks	0.5	GV
Gilts	0.15	GV
Weaners ≤ 15 kg	0.01	GV
Weaners >15 kg and < 25 kg	0.02	GV
Fatteners (batch finishing) ≤ 45 kg	0.06	GV
Fatteners (batch finishing) > 45 kg	0.15	GV
Fatteners (continuous finishing) from 25 to 105 kg	0.12	GV



Διάγραμμα 9 Απόσταση διαχωρισμού χοιροτροφείων – κατοικιών συναρτήσει των γερμανικών μονάδων GV

**Πίνακας 12:** Μοριοδότηση χοιροτροφικής μονάδος για την εφαρμογή του Διαγράμματος 9, σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες VDI3471

Κριτήρια	Μόρια
<b>Διαχείριση αποβλήτων</b>	
<b>Απομάκρυνση στερεών αποβλήτων</b>	
'Tiefstall'	60
Μηχανική απομάκρυνση αποβλήτων σε αποθήκη 3 τοίχων	50
Μηχανική απομάκρυνση αποβλήτων σε όχημα μεταφοράς	40
Μηχανική απομάκρυνση αποβλήτων σε σωρός κοπριάς	20
<b>Απομάκρυνση υγρών αποβλήτων</b>	
εσχαρωτά πατώματα, >45%	10
εσχαρωτά πατώματα, <45%	5
Μηχανική απομάκρυνση	0
<b>Υδαρής αποθήκευση</b>	
Δεξαμενή αποθήκευσης πλήρως κλειστή	50
Δεξαμενή με κάλυμμα	30
Δεξαμενή με φυσικά σχηματισμένη κρούστα	30
Δεξαμενή χωρίς κάλυμμα	0
ενδοδαπέδια αποθήκευση στους στάβλους	30
<b>Εξαερισμός</b>	
Με ρυθμό θερινής περιόδου σύμφωνα με DIN18910	
Θερμοκρασιακή διαφορά $\leq 2K$	10
Θερμοκρασιακή διαφορά $\leq 3K$	5
Θερμοκρασιακή διαφορά $> 3K$	0
<b>Αγωγός έξοδος εξαερισμού</b>	
Κατακόρυφος, ύψος $\geq 1.5$ m πάνω από στέγη	15
Κατακόρυφος, ύψος $< 1.5$ m πάνω από στέγη	5
οριζόντιος πλευρικός εξαερισμός	0
Κατακόρυφη ταχύτητα αέρα στον αγωγό εξόδου (καλοκαίρι-ταχύτητα $\geq 12$ m/s)	25
$10 \leq$ ταχύτητα $< 12$ m/s	20
$7 \leq$ ταχύτητα $< 10$ m/s	10
ταχύτητα $< 7$ m/s	0
<b>Διάφωρα</b>	
Ειδικές ζωοτροφές, ξηρά απόβλητα διατροφής	0
Απόβλητα κουζίνας με ελαφρά οσμή	έως -10
Απόβλητα με ισχυρή οσμή	έως -25
Τοποθεσία	έως + ή -20
Αποθηκευτικός χώρος κοπριάς	
$\geq 6$ μήνες	10
$\geq 5$ μήνες	5
$\geq 4$ μήνες	0

Σημειώνεται ότι σε αρκετές περιπτώσεις, οι αρμόδιες αρχές δεν χρησιμοποιούν μόνο σταθερές αποστάσεις διαχωρισμού, αλλά εμπειρικές σχέσεις που υπολογίζουν την κατάλληλη απόσταση μεταξύ των χοιροτροφικών μονάδων και των οικισμών. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν η Αυστρία, το Βέλγιο, η Νότια Αυστραλία και η Νέα Ζηλανδία (περιγράφηκε παραπάνω) κ.α.



**Αυστρία:** Προτού εφαρμοστούν οι αυστριακές κατευθυντήριες οδηγίες χρειάζεται να εκπληρωθούν κάποιες προϋποθέσεις. Αρχικά είναι υποχρεωτική μια τεχνική περιγραφή που περιλαμβάνει όλους τους απαραίτητους χάρτες. Η τεχνική περιγραφή περιλαμβάνει πληροφορίες που διευκολύνει μία αγροτική-τεχνική εκτίμηση, πχ. τον τρόπο αποθήκευσης της κοπριάς, τις εγκαταστάσεις αερισμού, το είδος ζωοτροφής κλπ.

Για να διεκπεραιωθεί η διαδικασία εκτίμησης, πρέπει να είναι γνωστά τουλάχιστον ο αριθμός των ζώων, η χρήση τους (π.χ. παραγωγή κρέατος ή γάλακτος) και ο τρόπος που εκτρέφονται. Οποιαδήποτε άλλη πληροφορία (πηγή ρύπων, μετεωρολογία, είδη χρήσεων της γης) οδηγεί σε μια πιο ακριβή εκτίμηση, διότι οι παράγοντες που υπολογίζονται πολλαπλασιάζονται και γενικά είναι μικρότεροι ή ίσοι με 1 στην χειρίστη περίπτωση. *Αυτή είναι η αρχή της αυστριακής σχέσης.*

### Καθορισμός της πηγής

Η ρυπογόνος πηγή καθορίζεται χωροταξικά από μια διαχωριστική γραμμή που περιλαμβάνει όλες τις πηγές οσμών και ποσοτικά από τον αριθμό οσμής  $O$ , ο οποίος υπολογίζεται για όλες τις σχετικές πηγές από τις σχέσεις :

$$O_i = Z_i f_{A,i} f_{T,i}$$

$$O = \sum O_i$$

Έτσι, ο αριθμός οσμής ' $O$ ' υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των ζώων  $Z$ , τον ζωικό παράγοντα  $f_A$  και τον τεχνικό παράγοντα  $f_T$  το οποίο είναι ένα μέτρο του τεχνικού εξοπλισμού της  $i$  κτηνοτροφικής εγκατάστασης. Κάθε είδος ζώου, χαρακτηρίζεται από μία ειδική οσμή την οποία την αισθάνεται διαφορετικά ο κάθε άνθρωπος. Η πιθανή ενόχληση αυτής της ειδικής οσμής εξαρτάται ακόμα από τον τρόπο που κρατούνται τα ζώα. Έτσι, ο παράγοντας  $O$  επιτρέπει την ποσοτική εκτίμηση της ενόχλησης από την οσμή.

Μια πρώτη εκτίμηση των εγκαταστάσεων χωρίς τη θεώρηση του τεχνικού εξοπλισμού προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη τον αριθμό των ζώων  $Z$ , το είδος των ζώων, καθώς και του τρόπου που συντηρούνται. Με τη χρήση του ζωικού παράγοντα  $f_A$ , η ρύπανση από ένα ζώο που προκαλείται από το μεταβολισμό του, υπολογίζεται μέσω του βάρους του.

Ο τεχνικός εξοπλισμός μιας εγκατάστασης εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη τον εξαερισμό, τη διαχείριση της κοπριάς και τον τρόπο εκτροφής. Ο τεχνικός παράγοντας υπολογίζεται μέσω της σχέσης

$$f_T = f_V + f_M + f_F$$

Το είδος του συστήματος αερισμού ( $f_V$ ) επηρεάζει τη δύναμη και τη γεωμετρία της πηγής, συνεπώς και τη ρύπανση στον άμεσα περιβάλλοντα χώρο των εγκαταστάσεων. Οι τιμές του κυμαίνονται μεταξύ 0,1 και 0,5. Ο φυσικός αερισμός μέσω ανοιχτών πορτών και παραθύρων κρίνεται ανεπιθύμητος, καθώς σε αυτή την περίπτωση η εγκατάσταση είναι διάχυτη πηγή των συστατικών της οσμής. Όταν χρησιμοποιείται σύστημα αερισμού ο παράγοντας  $f_V$  εξαρτάται από το ύψος της καμινάδας, καθώς και από την ταχύτητα και την κατεύθυνση εξόδου. Ο αερισμός

είναι τόσο πιο επιθυμητός, όσο υψηλότερα είναι τοποθετημένη η καμινάδα και όσο μεγαλύτερη τιμή έχει η ταχύτητα εξόδου. Έτσι ανοίγματα κάτω από την οροφή ή στις πλευρές που βρίσκονται οι τοίχοι χειροτερεύουν την κατάσταση σχετικά με τη διασπορά των οσμών και είναι ανεπιθύμητα.

**Πίνακας 13:** Κριτήρια για την εκτίμηση της εκπομπής

Παράγοντας	Κριτήρια	Τιμή
Ζωό $f_A$	Είδος ζώου και τρόπος συντήρησης	
	Χοίροι	.10 - .33
	Πουλερικά	.010 - .030
	Βοοειδή	.10 - .25
	Πρόβατα	.05 - .08
	Αίγες	.10 - .16
	Άλογα	.12 - .17
Σύστημα Εξαερισμού $f_V$	Φυσικός / Μηχανικός Εξαερισμός	
	Φυσικός Εξαερισμός	0.5
	Μηχανικός Εξαερισμός	.10 - .45
Διαχείριση αποβλήτων $f_M$	Διαχείριση αποβλήτων και απορριμάτων, Γεωμετρία συστήματος εξαερισμού	
	Πουλερικά	.17 - .30
	Όλων των ειδών ζώα	.10 - .27
Εκτροφή $f_F$	Συνοχή της τροφής	
	Απουσία υγρασίας	.05 - .10
	Ημι-υγρή κατάσταση	0.05
	Υγρή κατάσταση	.05 - .20

Ο παράγοντας κοπριάς ( $f_M$ ) εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη το είδος του συστήματος διαχείρισης της κοπριάς, καθώς και την εξέλιξη της ροής του αέρα στην εγκατάσταση. Η οσμή αναπτύσσεται κυρίως λόγω της διάρκειας που κρατείται η κοπριά, της χρήση άχυρου (ή άλλων μεθόδων καταπολέμησης των οσμών) και από την ροή του αέρα. Γενικά η ανάπτυξη των οσμών εντός του κτιρίου είναι μειωμένη όταν η κοπριά απομακρύνεται τακτικά, όταν χρησιμοποιείται άχυρο και όταν η ταχύτητα του αέρα πάνω από την επιφάνεια της κοπριάς είναι μειωμένη. Ακόμα υπάρχουν δύο ειδών συστήματα διαχείρισης της κοπριάς -τα υγρά και τα στερεά-, ενώ τα μηχανικά στερεά συστήματα που είναι κλειστά έχουν τις χαμηλότερες εκπομπές. Τα υγρά παράγουν οσμές που εξαρτώνται από την συχνότητα χειρισμού των λυμάτων: όσο λιγότερο συχνός είναι ο χειρισμός, τόσο μικρότερη είναι η τιμή του  $f_M$  και έτσι το σύστημα κρίνεται πιο επιθυμητό. Οι τιμές του  $f_M$  κυμαίνονται μεταξύ 0,1 και 0,3.

Ο παράγοντας εκτροφής ( $f_F$ ) εξαρτάται από την ειδική οσμή, την αποθήκευση και τον απαιτούμενο χειρισμό της ζωοτροφής. Οι τιμές του κυμαίνονται από 0.05 έως 0.2.

#### Εκτίμηση της μόλυνσης γύρω από την πηγή

Η εκτίμηση της οσμής εκτιμάται λαμβάνοντας υπόψη την κατανομή των συχνοτήτων του ανέμου, την τοπογραφία και τα είδη χρήσης της γης. Η απόσταση διαχωρισμού εξαρτάται από αυτές τις παραμέτρους εκτός από τον αριθμό οσμής  $O$ .

Δεδομένα από τον πιο κοντινό μετεωρολογικό σταθμό χρησιμοποιούνται για να εκτιμηθούν οι απαραίτητες πληροφορίες. Επίσης κάθε πλευρά αντιστοιχίζεται σε μία από τις 3 κατηγορίες:

- επίπεδο έδαφος,
- έδαφος με κλίση,
- κοιλάδα.

Αυτές οι κατηγορίες χαρακτηρίζονται από διαφορετικές τάξεις συνθηκών διασποράς. Σε συνδυασμό με την κλιματολογία της περιοχής συνθέτουν τον παράγοντα διασποράς  $f_D$ .

**Πίνακας 14:** Κριτήρια εκτίμησης της διασποράς των οσμών με βάση τους τοπικούς ανέμους

Τοπογραφία περιοχής	Μόρια
Κτηνοτροφική εγκατάσταση σε επίπεδη και θυελλώδη περιοχή	
Χωρίς εμπόδια στην περιοχή της εγκατάστασης	0 – 10
Μειωμένη διασπορά λόγω εμποδίων	10-20
Εγκατάσταση σε πλαγιά	
Κατωφέρεια (νύκτα)	20 – 60
Κατωφέρεια (ημέρα)	0 – 20
Εγκατάσταση στο τέλος στενής κοιλάδος	
Κατωφέρεια (νύκτα -downvalley)	20 – 70
Κατωφέρεια (νύκτα -daytime)	0 – 20
Εγκατάσταση στο τέλος ευρείας κοιλάδος	
Κατωφέρεια (νύκτα-downslope)	20 – 60
Κατωφέρεια (ημέρα-upslope)	0 – 20

**Πίνακας 15 :** Αντιστοίχιση του αθροίσματος μορίων χωροθέτησης μονάδος με τον παράγοντα διασποράς

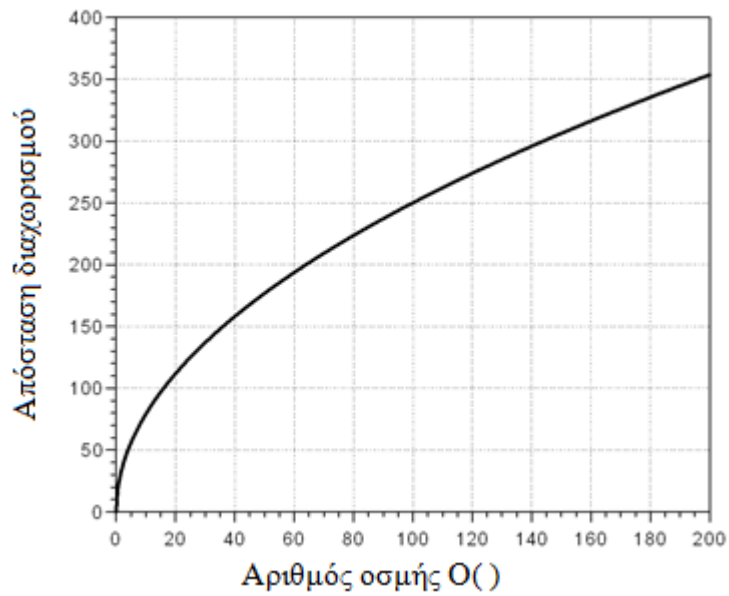
Άθροισμα Μορίων	$f_D$
0 - 10	0,6
11 – 30	0,7
31 – 50	0,8
51 – 70	0,9
> 70	1

### Υπολογισμός της απόστασης διαχωρισμού

Με την εύρεση των  $f_D, f_L$  και  $O$  η απόσταση διαχωρισμού μπορεί να προσδιοριστεί από τον τύπο

$$P=25*f_D*f_L*\sqrt{O}$$

Η εξάρτηση της απόστασης διαχωρισμού από τον αριθμό οσμής δεν είναι γραμμική όπως φαίνεται από το ακόλουθο διάγραμμα στο οποίο θεωρήθηκε ότι  $f_D=1$  και  $f_L=1$ .



**Διάγραμμα 10** Απόσταση διαχωρισμού συναρτήσει αριθμού οσμής

## Πρότυπο Αυστραλίας :

- A. Σύμφωνα με την αναφορά για τις «Οδηγίες για μονάδες εντατικής χοιροτροφίας στην Αυστραλία», χρησιμοποιήθηκε το ακόλουθο υπολογιστικό μοντέλο:

Αποστάσεις απομόνωσης:

1. Σκοπός:

- Διασφάλιση ότι ο θόρυβος, οι οσμές, ο οπτικός αντίκτυπος, η σκόνη και οι μύγες δεν προσβάλουν κατοικημένες περιοχές στην κοινότητα;
- Διασφάλιση ότι τα επιφανειακά ύδατα δεν θα μολυνθούν από την χοιροτροφική μονάδα;
- Εκπόνηση κριτηρίου προστασίας και ασφάλειας λειτουργίας της μονάδας.

2. Αποδεκτά πρότυπα των επιπτώσεων

Το ότι δεν θα υπάρχουν αδικαιολόγητες επιπτώσεις στην τέρψη της τοπικής κοινωνίας και μόλυνση στους υδάτινους πόρους.

3. Εγκεκριμένες λειτουργικές πρακτικές:

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για ελάττωση των οχλήσεων λόγω οσμών είναι ο καλός σχεδιασμός, η καλή διαχείριση και οι κατάλληλες αποστάσεις απομόνωσης από την τοπική κοινωνία.

4. Εισαγωγή

Ο προτεινόμενος προσδιορισμός των ζωνών απομόνωσης των χοιροτροφικών μονάδων, βασίζονται στην τρέχουσα πρότυπη τεχνολογία, με σκοπό να αποφευχθούν αδικαιολόγητες επιπτώσεις στην τέρψη της τοπικής κοινωνίας.

Οι παράγοντες σύνθετου πεδίου και οι προκύπτουσες αποστάσεις απομόνωσης αφορούν την κλίμακα των περισσότερων υπαρχουσών χοιροτροφικών μονάδων και των συστημάτων διαχείρισης εκρών. Οι τιμές μπορούν να προσαρμοστούν σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποια νέα τεχνολογία η οποία μπορεί αποδεδειγμένα και ποσοτικά να ελαττώσει τις οσμές.

Η περιβαλλοντική μόλυνση, όπως η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων, η σκόνη και οι οσμές, μπορούν να ελεγχθούν με χρήση καλών πρακτικών σχεδιασμού και διαχείρισης χοιροτροφικών μονάδων, περιορίζοντας τον αριθμό των χοίρων και διατηρώντας κατάλληλες αποστάσεις απομόνωσης μεταξύ των χοιροτροφικών μονάδων και των περιοχών άμεσης επίπτωσης. Κάθε δραστηριότητα που είναι δυνατόν να προκαλέσει αυξημένη εκπομπή οσμών, όπως η επιφανειακή διάθεση περιττωμάτων ή άρδευση με υγρά απόβλητα, θα πρέπει να πραγματοποιηθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας με καιρικές συνθήκες που προκαλούν την μικρότερη εκπομπή οσμών και τις λιγότερες επιπτώσεις στην ιδιοκτησία των γειτονικών κοινοτήτων.

Αυτές οι οδηγίες παρέχουν ένα σύστημα ταξινόμησης το οποίο επιτρέπει τον αριθμό των χοίρων να ποικίλει ανάλογα με την διαχείριση προτύπων που προτείνεται σε κάθε περίπτωση. Η απόσταση από την οποία η χοιροτροφική μονάδα πρέπει να έχει από τις περιοχές άμεσης επίπτωσης δεν μειώνεται αναλογικά με τον αριθμό των χοίρων που βρίσκονται στη μονάδα, αλλά είναι περισσότερο σε συμφωνία με το πιθανό πρότυπο διασποράς οσμών.

Το σύστημα που προτείνεται από τις οδηγίες θα βοηθήσει στην αύξηση της απόδοσης των χοιροτροφικών μονάδων. Η υιοθέτηση της απόστασης απομόνωσης και του συστήματος αριθμού χοίρων, θα βοηθήσει στην ελάττωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των χοιροτροφικών μονάδων. Οι ενδεικνυόμενες αποστάσεις απομόνωσης προορίζονται για να ληφθεί μέριμνα για την πλειοψηφία των υπαρχόντων ειδών χοιροτροφικών μονάδων και πρακτικών διαχείρισης. Οι αποστάσεις απομόνωσης που έχουν υπολογιστεί μπορούν να μεταβληθούν αν προταθεί κάποια καινούρια τεχνολογία που μπορεί αποδεδειγμένα και ποσοτικά να ελαττώσει τις οσμές.

Οι αποστάσεις απομόνωσης μετρώνται από το κοντινότερο σημείο του συμπλέγματος της χοιροτροφικής μονάδας μέχρι το κοντινότερο σημείο του αποδοχέα και αποτελείται από δύο μέρη:

- Αμετάβλητο
- Μεταβλητό

Το σύμπλεγμα της χοιροτροφικής μονάδας περιλαμβάνει όλα τα κτίρια όπου στεγάζονται οι χοίροι (στάβλους), καθώς κι όλους τους βοηθητικούς χώρους και εγκαταστάσεις, π.χ. δεξαμενές, όπου συσσωρεύονται τα απόβλητα των ζώων που προέρχονται από την χοιροτροφική μονάδα ή επεξεργάζονται, οι αποθήκες ζωοτροφών κλπ.

#### 5. Αμετάβλητη απόσταση απομόνωσης.

Οι αποστάσεις των «Αμετάβλητων αποστάσεων απομόνωσης» καθορίζουν την ελάχιστη απαιτούμενη οριζόντια απόσταση μεταξύ του ορίου του συμπλέγματος της χοιροτροφικής μονάδας και καθένα από τα παρακάτω που φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 16:** Αμετάβλητες αποστάσεις απομόνωσης σύμφωνα με το μοντέλο της Αυστραλίας

Δημόσιοι Δρόμοι – εκτός των παρακάτω περιπτώσεων	200 m
Δημόσιοι Δρόμοι – Χωρίς περίφραξη με λιγότερα από 50 οχήματα τη μέρα, με εξαίρεση την κυκλοφορία από τη χοιροτροφική μονάδα	50 m
Μείζων υδάτινος πόρος	200 m
Άλλος υδάτινος πόρος, όπως καθορίζεται με την <b>μπλε</b> γραμμή σε κλίμακα 1:50000 από τον τρέχων τοπογραφικό χάρτη της Πολιτείας	100 m
Μείζον υδάτινο απόθεμα	800 m
Γαλακτοκομείο	100 m
Σφαγείο	100 m
Γειτονική αγροτική κατοικία	*200 m
Όρια ιδιοκτησίας	20 m

Σημειώνεται ότι αυτή είναι μία ελάχιστη απόσταση απομόνωσης. Η μεταβλητή απόσταση απομόνωσης πρέπει να υπολογίζεται επιπλέον, και να εφαρμόζεται η μεγαλύτερη απόσταση από τις δύο.

## 6. Μεταβλητές αποστάσεις απομόνωσης

Οι μεταβλητές αποστάσεις απομόνωσης βασίζονται στη διασπορά οσμών από την πηγή. Χρησιμοποιούνται επίσης για να καθορίσουν τον επιτρεπόμενο αριθμό χοίρων και τις απαραίτητες πρακτικές διαχείρισης ώστε να ικανοποιήσουν τους στόχους της ποιότητας του αέρα. Ένα σχέδιο βαρύτητας χρησιμοποιήθηκε για να επιτρέψει για τα διάφορα είδη των προτάσεων που επηρεάζονται από τις οσμές.

Αριθμός χοίρων και μέγεθος της απόστασης απομόνωσης

Η ακόλουθη εξίσωση (1) παρέχει εκτιμήσεις για τον επιτρεπόμενο αριθμό χοίρων ( $N$ ) κάθε στιγμή σε μία απόσταση ( $D$ ) από τον υποδοχέα της επίπτωσης των οσμών. Διαφορετικά, η Εξίσωση (2) υπολογίζει την απόσταση ( $D$ ) που απαιτείται να υπάρχει μεταξύ των υποδοχέα της επίπτωσης των οσμών και τη χοιροτροφική μονάδα που έχει  $N$  πρότυπες μονάδες χοίρων SPU (Standard Pig Units).

Προσδιορισμός Επιτρεπόμενων SPU.

$$N = \left(\frac{D}{50 \cdot S}\right)^2 \quad (1)$$

Ή

Υπολογισμός απόστασης απομόνωσης.

$$D = \sqrt{N \cdot 50 \cdot S} \quad (2)$$

Όπου:

$N$  = αριθμός πρότυπων μονάδων χοίρων (SPU)

$D$  = Η απόσταση διαχωρισμού μεταξύ του πιο κοντινού σημείου της χοιροτροφικής μονάδας από την πιο ευαίσθητη τοποθεσία ή τον αποδέκτη της επίπτωσης.

$S$  = Σύνθετος συντελεστής θέσης =  $S1 \times S2 \times S3 \times S4 \times S5$

Οι παράγοντες  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ ,  $S4$  και  $S5$  σχετίζονται με τους παράγοντες μείωσης, το είδος του υποδοχέα, την τοπογραφία και τη βλάστηση και μπορούν να προσδιοριστούν από τους πίνακες 21, 23, 24, 25 και 26 αντίστοιχα. Ο αριθμός χοίρων  $N$  που αναφέρεται στις εξισώσεις (1) και (2) εκφράζονται σε Standard Pig Units (SPU). Ένα SPU ορίζεται ως ένας χοίρος στην ανάπτυξη βάρους 26 – 60 κιλά.

Οι χοιροτροφικές μονάδες είτε έχουν ένα εύρος χοίρων από χοιρίδια μέχρι πλήρως παχυμένους χοίρους, ή περιλαμβάνουν μόνο ένα είδος χοίρων (π.χ. χοίροι ανάπτυξης). Οι μεγαλύτεροι χοίροι παράγουν μεγαλύτερα ποσά από περιττώματα και επομένως έχουν υψηλότερες εκπομπές οσμών. Η δυναμικότητα της χοιροτροφικής μονάδας εκφρασμένη σε SPU προσδιορίζεται με βάση τον Πίνακα 18.

Ωστόσο, για μία χοιροτροφική μονάδα που περιλαμβάνει από χοιρίδια μέχρι χοίρους, ο αριθμός των SPU μπορεί απλά να υπολογιστεί από τον συνολικό αριθμό των χοιρομητέρων πολλαπλασιασμένων με 10.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια ο αριθμός των πρότυπων μονάδων χοίρων (SPU) μπορεί να υπολογιστεί με βάση τον πίνακα 18.

**Πίνακας 18:** Πίνακας για τον προσδιορισμό του αριθμού των πρότυπων μονάδων χοίρων (SPU) μιας χοιροτροφικής μονάδας

Είδος χοίρου	Εύρος βάρους (kg)	Αριθμός SPU
Κάπρος	100 – 250	1,6
Κυοφορούμενη χοιρομητέρα / σε νεαρή ηλικία	160 – 250 / 100 – 160	1,8



Γαλακτογονικές χοιρομητέρες	160 – 250	2,5
Βρέφος / μικροί απογαλακτισμένοι χοίροι	1.4 – 8	0,1
Απογαλακτισμένοι χοίροι	8 – 25	0,5
Χοίροι σε διαδικασία πάχυνσης	26 – 60	1,00
Πλήρως παχυμένοι χοίροι	61 – 100	1,6

### Σύνθετος συντελεστής θέσης S

Η τιμή του S στις εξισώσεις (1) και (2) εξαρτάται από πολλές παραμέτρους (π.χ. σχεδίαση στάβλων, μετεωρολογικές συνθήκες κλπ). Οι περιοχές όπου αποθηκεύονται ή επεξεργάζονται τα απόβλητα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως τμήμα της χοιροτροφικής μονάδας για τον προσδιορισμό αποστάσεων διαχωρισμού. Για μεγαλύτερου μεγέθους χοιροτροφικές μονάδες, ή περιοχές όπου υπάρχουν περισσότερες χοιροτροφικές μονάδες, ή μονάδες με περίπλοκη τοπογραφία ή μετεωρολογικά χαρακτηριστικά, η συμβολή ενός μετεωρολόγου ή της σχεδιαστικής αρχής απαιτείται για να επαληθευτεί το μέγεθος της προτεινόμενης απόστασης απομόνωσης και του καθορισμού του μέγιστου αριθμού χοίρων.

### Συντελεστής οσμής S1

Ο συντελεστής S1 διαφέρει ανάλογα με το σχεδιασμό της χοιροτροφικής μονάδας και τις συνθήκες λειτουργίας της και προσδιορίζεται με βάση τον Πίνακα 27, πολλαπλασιάζοντας τους σχετικούς παράγοντες, δηλαδή  $S1 = A \times B \times C \times D \times E$ . Ο παράγοντας S1 δεν μπορεί να είναι μικρότερος από 0,5.

Ο παράγοντας μείωσης μπορεί να προσαρμοστεί σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποια νέα τεχνολογία η οποία μπορεί αποδεδειγμένα και ποσοτικά να ελαττώσει τις οσμές.

**Πίνακας 19:** Προσδιορισμός του συντελεστή οσμής , S1 ( $S1 = A \times B \times C \times D \times E$ )

	Τιμή του S1	Τιμή
	Συντελεστής Οσμής	
A	Σχεδίαση χώρων σταβλισμού : 1) Δάπεδο εσχαρωτό με βαθύ τάφρο - βόθρο 2) Δάπεδο μερικώς εσχαρωτό και ρηχή τάφρο - βόθρο ή ανοιχτή αποχέτευση με σύστημα απόρριψης των περιπτωμάτων 3) Δάπεδο μερικώς εσχαρωτό και επικλινές έδαφος με σύστημα απόρριψης των περιπτωμάτων 4) Δάπεδο μερικώς εσχαρωτό και σύστημα αυτόματης αποχέτευσης (pull-plug)	1,00 0,90 0,80 0,60
B	Εξαερισμός κτιρίων: 1) Περιορισμένοι πλευρικοί εξαεριστήρες και εξαεριστήρες οροφής (ή πλευρικοί μόνο) ή περιορισμένης ισχύος εξαεριστήρας. 2) Εξαεριστήρες οροφής που βρίσκονται τουλάχιστον στο 90% του μήκους και τουλάχιστον στον 10% του πλάτους, και πλευρικοί εξαεριστήρες τουλάχιστον στο 90% του μήκους των 2 μακρών πλευρών και τουλάχιστον στο 30% του ύψους των τοίχων, με μονωμένη οροφή και μονωμένους τοίχους. 3) Υψηλής ισχύος ανεμιστήρα με καλοσχεδιασμένο ομοιόμορφο εξαερισμό (shed).	1,00 0,90 0,90
C	Συχνότητα συλλογής χοιρολυμάτων από όλα τα κτίρια σταβλισμού (Κόπρανα, ούρα και άλλου είδους βιολογικό υλικό απομακρύνονται από τα όρια των κτιρίων) 1) Σε περισσότερο από 24 ώρες 2) Σε λιγότερο από 24 ώρες.	1,00 0,90
D	Σύστημα διαχείρισης αποβλήτων 1) Αναερόβιες δεξαμενές (συμπεριλαμβανομένων όλων των εσωτερικών αυλών και καναλιών) 2) Σειρές από αερόβιες/αναερόβιες δεξαμενές και στέρνες εξάτμισης 3) Δεξαμενές αποβλήτων (συμπεριλαμβανομένων όλων των εσωτερικών αυλών και καναλιών) 4) Αεριζόμενες δεξαμενές (αερόβια επιφανειακή στρώση σε όλη την στέρνα) 5) Αερόβιες δεξαμενές . 6) Δεν πραγματοποιείται αποθήκευση εκροών σε απόσταση μικρότερη από 500 μέτρα από την χοιροτροφική μονάδα.	1,00 1,00 0,95 0,75 0,60 0,60
E	Διατροφή ζώων: 1) Συμβατική τροφή 2) «Τροφή φάσης»: τεχνική τροφοδοσίας των χοίρων τη σωστή χρονική στιγμή (phase feeding) 3) «Τροφή φάσης» με βέλτιστες πρωτεΐνες	1,00 0,90 0,80

*Αξίζει να σημειωθεί ότι οι οδηγίες αυτές απαιτούν ένα δικαιολογημένα υψηλό πρότυπο για όλες τις χοιροτροφικές μονάδες, το οποίο επιτυγχάνεται με τη σωστή διαχείριση και έλεγχο των διεργασιών που παράγουν οσμές.*

Ο παραπάνω πίνακας δίνει τους παράγοντες που σχετίζονται με τη δυναμικότητα των οσμών για διαφορετικά είδη στέγασης και συστήματα διαχείρισης εκροών. Γενικά, οι τιμές των συντελεστών A, B, C, D, E είναι μικρότεροι ή το πολύ ίσοι με 1,00. Οι τιμές 1,00 επιβάλλουν τη μέγιστη ζώνη απομόνωσης για τη χοιροτροφική μονάδα, καθώς το ύψος των εκπεμπομένων ρύπων στις περιπτώσεις αυτές γίνεται μέγιστο.

Σημειώνονται, επίσης, τα ακόλουθα :

- Ο συντελεστής S1 δεν μπορεί να είναι μικρότερος από 0,50.
- Ο συντελεστής S1 μπορεί να προσαρμοστεί σε περίπτωση που εμφανιστεί κάποια νέα τεχνολογία η οποία μπορεί αποδεδειγμένα και ποσοτικά να ελαττώσει τις οσμές.
- Ο συντελεστής S1 για οικολογικού τύπου στάβλους και άριστες πρακτικές διαχείρισης των αποβλήτων είναι 0,50. Στην περίπτωση που η χοιροτροφική μονάδα δεν διαθέτει πολύ καλές πρακτικές διαχείρισης, τότε ο παράγοντας S1 είναι 0,75.
- Όταν έχουμε διαφορετικά είδη συστημάτων παραγωγής, στις χοιροτροφικές μονάδες, οι παράγοντες S1 καθορίζονται ανάλογα με τον αριθμό SPU κάθε συστήματος.
- Για οικολογικού τύπου παραπήγματα, η δυναμικότητα των οσμών εξαρτάται από τον αριθμό των ζώων ανά μονάδα επιφανείας στάβλου (density stocking). Στον Πίνακα 20 δίδεται η ελάχιστη απαιτούμενη επιφάνεια που πρέπει να διατίθεται ανά χοίρο σε οικολογικού τύπου στάβλους. Ωστόσο, η τρέχουσα έρευνα προσδίδει νέα στοιχεία και εμπειρίες για τους οικολογικού τύπου στάβλους, οπότε οι τιμές πυκνότητας που δίνονται στον παρακάτω πίνακα μπορούν να μεταβληθούν.

**Πίνακας 20:** Πυκνότητα ζώων για οικολογικού τύπου στάβλους.

Ηλικία χοίρου (βδομάδες)	Βάρος χοίρου (Kg)	Επιφάνεια/χοίρο (m <sup>2</sup> /χοίρο)
3	6	0,2
6	13	0,3
9	24	0,4
12	35	0,5
15	50	0,7
18	65	0,8
21	82	0,9
24	102	1,0
>52	>160	3,00

### Παράγοντας αποδέκτη, S2

Ο παράγοντας αποδέκτη διαφέρει ανάλογα με την πιθανή περιοχή επίπτωσης και καθορίζεται στον Πίνακα 21.

**Πίνακας 21:** Τιμή του S2.

Είδος αποδοχέα	Τιμή
Μεγάλες πόλεις με περισσότερα από 2000 άτομα	1,6
Πόλεις με περισσότερα από 100 άτομα	1,2
Μικρές πόλεις με λιγότερα από 20 άτομα	1,0
Σχολεία και άλλα παρόμοια ιδρύματα με παρόμοια υψηλή θεσμική χρήση	0,8
Τρία (3) ή περισσότερα σπίτια σε ξεχωριστή κατανομή σε ακτίνα 250 μέτρων	0,6
Γειτονική αγροτική κατοικία	0,3
Δημόσιοι χώροι (περιστασιακή χρήση)	0,05

Η τοποθεσία επίπτωσης μπορεί να είναι ένα γειτονικό σπίτι, μία μικρή ή μεγάλη πόλη που μπορούν να επηρεάζονται από τις οσμές που παράγονται στην χοιροτροφική μονάδα.

Για μία πόλη, η απόσταση υπολογίζεται από το κοντινότερο σημείο των ορίων της προκείμενης πόλης σε σχέση με την μονάδα. Για μία αγροτική κατοικία – κτήμα, η απόσταση είναι το κοντινότερο σημείο της ίδιας κατοικίας, εξαιρώντας τις αυλές.

Η τιμή 0,05 δίνεται για δημόσιους χώρους όπου πραγματοποιείται περιστασιακή χρήση αυτών. Υψηλότερες τιμές δίνονται για δημόσιους χώρους με υψηλότερη χρήση ή ευαίσθητης φύσης όπως σχολεία, ή χώρους αναψυχής. Αυτοί οι χώροι πρέπει να υπολογίζονται ξεχωριστά.

### Παράγοντας εδάφους, S3

Ο παράγοντας εδάφους διαφέρει ανάλογα με την τοπογραφία και την ευχέρεια διασποράς των αερίων ρύπων και καθορίζεται στον Πίνακα 22.

**Πίνακας 22:** Τιμή του S3.

Έδαφος	Τιμή
Επίπεδο (λιγότερη από 10% ανωφερή πλαγιά και λιγότερο από 5% κατωφερή πλαγιά)	1,0
Κυματιστή γη μεταξύ της χοιροτροφικής μονάδας και του αποδέκτη	0,9
Υψηλό ανάγλυφο (περισσότερη από 10% ανωφερή πλαγιά από το πεδίο) ή σημαντικοί λόφοι και κοιλάδες	0,7
Χαμηλό ανάγλυφο (Περισσότερο από 5% κατωφερή πλαγιά από το πεδίο)	1,2
Ζώνη αποστραγγιστικής κοιλάδας	2,0

Ως υψηλού αναγλύφου θεωρούνται οι περιοχές οι οποίες έχουν υψηλή πλαγιά ή λόφο ο οποίος εκτείνεται σε επίπεδο υψηλότερο από 10% την ανοδικής πλαγιάς από την χοιροτροφική μονάδα. Συνεπώς, η τοποθεσία που είναι αποδέκτης, είτε θα

είναι ανωφερώς από την χοιροτροφική μονάδα και θα είναι πίσω από ένα σημαντικό εμπόδιο, είτε θα έχει αξιοσημείωτους λόφους και κοιλάδες μεταξύ της χοιροτροφικής μονάδας και τον αποδέκτη.

Ως χαμηλού αναγλύφου θεωρείται το έδαφος το οποίο είναι γενικά χαμηλότερα από το 5% της καθοδικής πλαγιάς από την χοιροτροφική μονάδα. Συνεπώς ο αποδέκτης θα είναι κατωφερώς από την χοιροτροφική μονάδα. Μία ζώνη αποστραγγιστικής κοιλάδας έχει τοπογραφία σε χαμηλό ανάγλυφο (όπως αναφέρθηκε πιο πάνω) με αξιοσημείωτα περιοριστικά παράπλευρα τείχη.

Τοπογραφικά χαρακτηριστικά του επιλεγόμενου πεδίου μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά τις επιπτώσεις των οσμών κάτω από συγκεκριμένες προϋποθέσεις. Κατά τη διάρκεια του απόβραδου ή της νύχτας, σε συνθήκες με αέρα χαμηλής ταχύτητας, τα πληθυσμιακά κέντρα που βρίσκονται σε ένα σύμπλεγμα κοιλάδας σε χαμηλότερο υψόμετρο από την χοιροτροφική μονάδα μπορεί να είναι επιρρεπή σε υψηλότερες συγκεντρώσεις οσμών ως αποτέλεσμα του ανέμου που φυσά καθοδικά από την κοιλάδα ή της ύπαρξης χαμηλού επιπέδου αντιστροφών του αέρα. Η τιμή του παράγοντα S3 δίνεται στον Πίνακα 6 εκτός αν οι συγκεκριμένες πληροφορίες του πεδίου έχουν συγκεντρωθεί υπό συνθήκες όπου κυριαρχούν χαμηλής ταχύτητας άνεμοι.

#### Παράγοντας βλάστησης, S4

Ο παράγοντας S4 θα διαφέρει ανάλογα την πυκνότητα της βλάστησης και καθορίζεται στον Πίνακα 23. Η πυκνότητα της βλάστησης ερμηνεύει την αποτελεσματικότητα της βλάστησης να σταθεί εμπόδιο ώστε να περιορίσει τις οσμές.

#### Πίνακας 23: Τιμή του S4.

Βλάστηση	Τιμή
Χωρίς κάλυψη δέντρων	1,0
Ελαφριά κάλυψη δέντρων	0,9
Βαριά κάλυψη δέντρων	0,7

Στόχος της βλάστησης είναι να δρα ως μονωτής, βελτιώνοντας την οπτική τέρψη, τη διασπορά οσμών, μειώνοντας την σκόνη και ως αποσβέστης θορύβου. Οι τιμές που προτείνονται για τις περιοχές που καλύπτονται από δέντρα πρέπει να χρησιμοποιούνται από τα ρυθμιστικά σώματα και θα πρέπει να προωθηθούν σχετικές διατάξεις για τη αδειοδότηση των χοιροτροφικών μονάδων σε αυτή τη βάση. Για παράδειγμα, δεν πρέπει να γίνεται καμία παραχώρηση, και αν ο κάτοχος αποτύχει στο να διατηρήσει ένα δασικό φράγμα, όπως έχει συμφωνηθεί, τότε είναι απαραίτητη η μείωση στον αριθμό των χοίρων.

#### Παράγοντας συχνότητας του ανέμου, S5

Ο παράγοντας S5 καθορίζεται στον Πίνακα 24.

#### Πίνακας 24: Τιμή του S5.

Παράγοντας ανέμου	Τιμή
Υψηλής συχνότητας προς τον αποδέκτη (περισσότερο από 60%)	1,5
Κανονικές συνθήκες ανέμων	1,0
Χαμηλής συχνότητας προς τον αποδέκτη	0,7

Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, στις περισσότερες περιοχές της Νότιας Αυστραλίας, διαφέρει ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας. Αν και γενικά υπάρχει μία κατεύθυνση στην οποία φυσά ο άνεμος και είναι εκείνη που παρατηρείται πιο συχνά (επικρατέστερος άνεμος), η κατεύθυνση του ανέμου συνήθως καταλήγει να φυσάει προς όλες τις κατευθύνσεις την ίδια στιγμή.

Ο άνεμος μπορεί να καταταχθεί ως υψηλής συχνότητας προς τον αποδέκτη αν ο άνεμος φυσά προς τον αποδέκτη ( $\pm 40$  βαθμούς) με συχνότητα τουλάχιστον 60% του χρόνου κατά τη διάρκεια ενός ολόκληρου χρόνου.

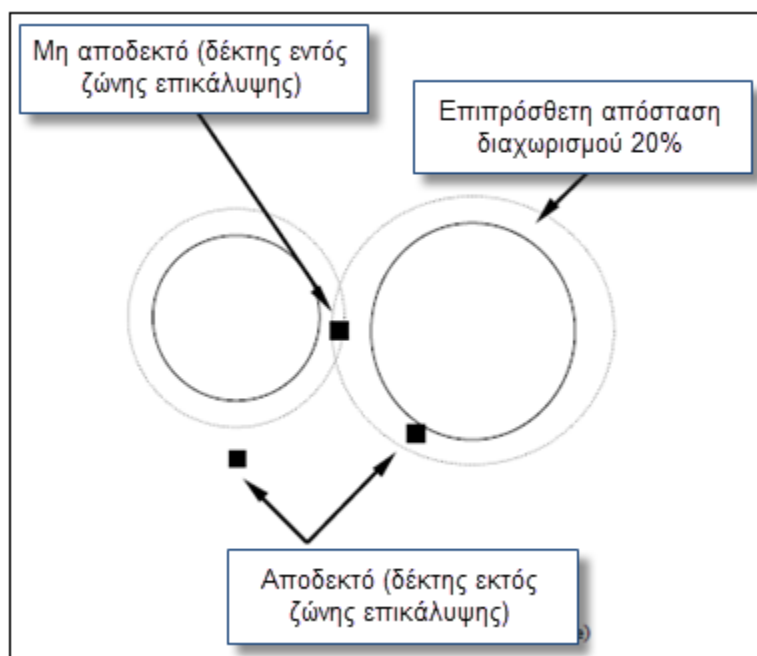
Ο άνεμος μπορεί να καταταχθεί ως χαμηλής συχνότητας προς τον αποδέκτη αν ο άνεμος φυσά προς τον αποδέκτη ( $\pm 40$  βαθμούς) με συχνότητα λιγότερη από 5% του χρόνου κατά τη διάρκεια ενός ολόκληρου χρόνου.

#### Παραδείγματα υπολογισμού αποστάσεων απομόνωσης:

Στην περίπτωση που έχουμε 2 χοιροτροφικές μονάδες σε κοντινή απόσταση:

Όταν έχουμε στην ίδια περιοχή και δεύτερη χοιροτροφική μονάδα (είτε της ίδιας, είτε διαφορετικής ιδιοκτησίας) η απόσταση απομόνωσης ή διαχωρισμού της δεύτερης χοιροτροφικής μονάδας για ένα είδος αποδέκτη που καθορίζεται από την Εξίσωση 2, είναι πιθανό να χρειαστεί να τροποποιηθεί με μία από τις δύο ακόλουθες μεθόδους:

- 1) Για κάθε αποδέκτη, αν δύο χοιροτροφικές μονάδες είναι πιο κοντά μεταξύ τους από το μισό της κοντινότερης απόστασης απομόνωσης από κάθε χοιροτροφική μονάδα από τον αποδέκτη που υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας την Εξίσωση 2, τότε οι δύο χοιροτροφικές μονάδες μπορεί να υποθεθεί ότι είναι μία μοναδική χοιροτροφική μονάδα για τον υπολογισμό της κατάλληλης απόστασης απομόνωσης. Για παράδειγμα, αν δύο χοιροτροφικές μονάδες έχουν ξεχωριστή απόσταση απομόνωσης 400 και 600 μέτρα από τον αποδέκτη αντίστοιχα, τότε πρέπει να θεωρηθεί ότι είναι μία χοιροτροφική μονάδα στην περίπτωση υπολογισμού απόστασης απομόνωσης αν είναι πιο κοντά από 200 μέτρα η μία με την άλλη. Αν οι χοιροτροφικές μονάδες είναι πιο μακριά από 200 μέτρα τότε θα πρέπει να αντιμετωπιστούν ως ξεχωριστές χοιροτροφικές μονάδες.
- 2) Ο αποδέκτης απαιτείται να βρίσκεται εκτός της ζώνης επικάλυψης των αποστάσεων απομόνωσης και των δύο χοιροτροφικών μονάδων αυξημένες κατά 20%. (ακόλουθη εικόνα)



**Εικόνα 3** Δεύτερη μέθοδος για δύο μονάδες σε κοντινή απόσταση.

Αυτοί οι υπολογισμοί θα πρέπει να επιχειρηθούν για κάθε είδους αποδεκτών για να εξασφαλιστεί ότι παρέχονται οι κατάλληλες αποστάσεις απομόνωσης.

- I. Μεταβλητή απόσταση απομόνωσης: Εφαρμόσαμε την μέθοδο της παραγράφου 6 για κάθε χοιροτροφική μονάδα. Για τον παράγοντα S1 πήραμε 4 περιπτώσεις: την περίπτωση με τις ελάχιστες δυνατές τιμές των A, B, C, D, E (για ιδανική περίπτωση χοιροτροφικής μονάδας), την περίπτωση της μέσης χοιροτροφικής μονάδας (παίρνοντας την μέση τιμή των παραγόντων A, B, C, D, E), την πιο πιθανή περίπτωση για τα δεδομένα των ελληνικών χοιροτροφικών μονάδων, την χείριστη περίπτωση με τις μέγιστες δυνατές τιμές των A, B, C, D, E.

Για τον παράγοντα S5, αφού 5,75 Κόμβους Μέση Ετήσια ένταση ανέμου, δηλαδή 2 Μποφόρ, οι κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν χαρακτηρίζονται ως άπνοια και ελαφριά αύρα. Επομένως οι τιμές που πλησιάζουν περισσότερο στην πραγματικότητα για τον παράγοντα S5 είναι εκείνες για κανονικές συνθήκες ανέμων και χαμηλής συχνότητας ανέμους προς τον αποδέκτη. Βέβαια, στα συγκεντρωτικά αποτελέσματα θα συμπεριλάβουμε και την περίπτωση υψηλής συχνότητας ανέμων για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων.

**Ελλάδα:** Όπως και στην περίπτωση των άλλων χωρών έτσι και στην Ελλάδα οι πτηνοκτηνοτροφικές εγκαταστάσεις – εκτός από τα ολιγάριθμα οικόσιτα ζώα-ιδρύονται και λειτουργούν μακριά από κατοικημένους τόπους, εθνικούς και επαρχιακούς δρόμους ή σιδηροδρομικές γραμμές και σταθμούς, λουτροπόλεις, αρχαιολογικούς, τουριστικούς και κατασκηνωτικούς χώρους και ακτές ομαδικής κολύμβησης.

Οι ελάχιστες αποστάσεις των εγκαταστάσεων αυτών καθορίζονται ανάλογα με το είδος και τον αριθμό των διατηρούμενων ζώων ή πτηνών με αφετηρία:

α. Το τέλος του εγκεκριμένου ρυμοτομικού σχεδίου ή της εγκεκριμένης πολεοδομικής μελέτης.

β. Τα όρια των οικισμών που υπάρχουν νόμιμα πριν το 1923 και στερούνται ρυμοτομικού σχεδίου.

γ. Τον άξονα των εθνικών και επαρχιακών οδών καθώς και των σιδηροδρομικών γραμμών.

δ. Την κατά τις κείμενες διατάξεις προσδιοριζόμενη γραμμή αιγιαλού ή διαχωριστική γραμμή ξηράς και θάλασσας σε κατάσταση νηνεμίας.

ε. Τα όρια των γηπέδων στα οποία έχουν ανεγερθεί ή προβλέπεται κατά νόμιμο τρόπο να ανεγερθούν νοσοκομεία, ευαγή ιδρύματα και εκπαιδευτήρια.

ζ. Τις όχθες φυσικών και τεχνητών λιμνών.

η. Τα όρια του τουριστικού χώρου όπως αυτά καθορίζονται με απόφαση του οικείου Νομάρχη.

Οι ελάχιστες αποστάσεις των πτηνών ή κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων από τους διάφορους προστατευόμενους χώρους καθορίζονται από τον επόμενο πίνακα (εκτός από τα οικόσιτα ζώα που μπορεί να διατηρηθούν με ορισμένους όρους μέσα στους οικισμούς, πληθυσμού μέχρι και 5000 κατοίκους). Πάραυτα οι ελάχιστες αποστάσεις είναι δυνατόν να αυξηθούν ή να μειωθούν μέχρι 25% με απόφαση Νομάρχη για συγκεκριμένη μόνο περίπτωση πτηνοκτηνοτροφικής εγκατάστασης. Σαν κριτήρια λαμβάνονται οι επικρατούσες γεωγραφικές, κλιματολογικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνθήκες γύρω από την συγκεκριμένη μονάδα, καθώς και η κύρια απασχόληση των κατοίκων της περιοχής.



**Πίνακας 25 : Ζώνες διαχωρισμού πτηνοκτηνοτροφικών εγκαταστάσεων**

Χώροι προστασίας	Αριθμός Ισοδύναμων ζώων								
	<6	6- 10	11- 20	21- 40	41- 80	81- 160	161- 320	321- 650	>650
Επαρχιακοί δρόμοι και σιδηροδρομικές γραμμές	--	--	--	50	100	150	150	200	200
Εθνικοί δρόμοι	--	--	--	100	150	200	200	250	250
Οικισμοί και χωριά μέχρι και 500 κατ. Εκπαιδευτήρια (από υπάρχοντα ή και εκείνα που προβλέπονται κατά νόμιμο τρόπο να ανεγερθούν)	50	100	150	250	400	550	750	1100	1500
Οικισμοί και χωριά από 501-2000 κατ.	100	150	250	400	550	750	1100	1500	1500
Πόλεις και κωμοπόλεις 2001-5000 κατ. Λίμνες, ακτές και παραδοσιακοί οικισμοί	200	250	400	550	750	1000	1500	2000	2000
Πόλεις, με πληθυσμό μεγαλύτερο των 5000 κατ. Λουτροπόλεις, τουριστικοί χώροι Νοσοκομεία, ευαγή ιδρύματα (από υπάρχοντα ή από εκείνα που προβλέπονται κατά νόμιμο τρόπο να ανεγερθούν).	300	400	550	750	1100	1500	2000	2500	2500

Σημείωση 1: Ένα ισοδύναμο ζώο αντιστοιχεί με:

- α. 1 χοιρομητέρα με όλα τα παράγωγά της (για μονάδες μικτής κατεύθυνσης).
- β. 5,5 χοίρους πάχυνσης (για αμιγείς μονάδες χοίρων πάχυνσης από 25-100 κιλά).
- γ. 2,75 χοιρομητέρες με τα παράγωγά τους μέχρι 25 κιλά (για αμιγείς μονάδες αναπαραγωγής).
- δ. 1 γαλακτοφόρα αγελάδα ή 1,5 μόσχους πάχυνσης.
- ε. 1 ίππο
- στ. 50 αίγες ή πρόβατα ανεξαρτήτου ηλικίας.
- ζ. 150 ωοτόκες όρνιθες ή 250 κοτόπουλα πάχυνσης ή 100 πάπιες ή 100 ινδιάνους (γαλοπούλες).
- η. 50 κουνέλια ανεξαρτήτου ηλικίας.

Σημείωση 2: Εάν από τους υπολογισμούς των ισοδύναμων ζώων προκύπτει δεκαδικός αριθμός για τον υπολογισμό των αποστάσεων λαμβάνεται μόνο το ακέραιο μέρος.

### 1.3 Χαρακτηριστικά Μεσογειακού Κλίματος

**Το μεσογειακό κλίμα είναι χαρακτηριστικό των εξής περιοχών: Νότια και Νοτιοδυτική Αυστραλία, κεντρική Χιλή, δυτική περιοχή του Ακρωτηρίου της Νότιας Αφρικής, καθώς και γύρω από την Μεσογειακή Λεκάνη.** Η μεγαλύτερη περιοχή με μεσογειακό κλίμα είναι η Μεσογειακή Λεκάνη που δίνει στο κλίμα και την ονομασία του, παρόλο που μεγάλες εκτάσεις της Μεσογειακής ακτής (στη Αίγυπτο, Λιβύη και μέρος της Τυνησίας) είναι πολύ ξηρά για να ενταχθούν σ' αυτή την κατηγορία. Πάνω από τις μισές από το σύνολο των περιοχών με μεσογειακό κλίμα ανά τον κόσμο βρίσκονται πάνω στη Μεσόγειο Θάλασσα.

Περιοχές με μεσογειακό κλίμα βρίσκονται (μέσες άκρες) σε γεωγραφικό πλάτος μεταξύ 31 και 40 βαθμών βόρεια και νότια από τον ισημερινό, στη δυτική πλευρά των ηπείρων. Βέβαια, συμβαίνει και να επεκτείνονται προς τα ανατολικά εφ' όσον δεν υπάρχουν φυσικά φράγματα, όπως οροσειρές ή έντονα υγρές καιρικές συνθήκες, όπως οι καλοκαιρινές βροχερές περίοδοι που παρατηρούνται σε ορισμένες περιοχές της Αυστραλίας και Νότιας Αφρικής. Η πιο εκτεταμένη εισχώρηση προς ανατολάς απλώνεται από την Λεκάνη της Μεσογείου έως το δυτικό μέρος του Πακιστάν και ακόμα σε περιοχές των Τουρκμενιστάν και Ουζμπεκιστάν .

Σε αντίθεση, οι μεσογειακές περιοχές της Καλιφόρνιας και της Χιλής περιορίζονται στην ανατολική ακτή από οροσειρές πολύ κοντά στον Ειρηνικό Ωκεανό. Αυτό όμως δεν ισχύει για την Αυστραλία και τη Νότιο Αφρική, όπου υπάρχουν περιοχές επιρρεπείς σε μουσώνες. Ουσιαστικά στις μεσογειακές περιοχές και της Αυστραλίας και της Νότιας Αφρικής παρατηρείται σημαντική, αλλά άστατη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τη χλωρίδα.

Η εποχικότητα του μεσογειακού κλίματος διαφέρει βαθύτατα ανάλογα με το σχετικό γεωγραφικό πλάτος περιοχών στα βόρεια ή στα νότια. Πολλοί συγγραφείς, ιδιαίτερα αυτοί από τον βορρά τείνουν να υμνούν τα ελκυστικά στοιχεία του κλίματος, μιλώντας για «συνεχές καλοκαίρι» «μόνιμα γαλάζιο ουρανό» ή «συνεχή λιακάδα.» Βέβαια αυτοί που ζουν κοντά στη Μεσόγειο Θάλασσα ξέρουν ότι οι περιγραφές αυτές δεν είναι ακριβείς.

Όσον αφορά στο κλίμα της Ελλάδας, αυτό είναι τυπικά μεσογειακό με ήπιους και υγρούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και, γενικά, μακρές περιόδους ηλιοφάνειας κατά την μεγαλύτερη διάρκεια του έτους.

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των παραλλήλων 340 και 420 του Βορείου ημισφαιρίου και βρέχεται από την Ανατολική Μεσόγειο. Το κλίμα της έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της χώρας παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του Μεσογειακού κλίματος. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωσή της που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου, καθώς κατά μήκος της κεντρικής χώρας υπάρχουν μεγάλες οροσειρές και άλλοι ορεινοί όγκοι, ενώ η ξηρά εναλλάσσεται της θάλασσας.

Έτσι από το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικά της Ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της Βόρειας και Δυτικής Ελλάδας.

**Τέτοιες κλιματικές διαφορές ακόμη και σε τόπους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, παρουσιάζεται σε λίγες μόνο χώρες σε όλο τον κόσμο.** Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δυο εποχές . Την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο (από μέσα Οκτωβρίου μέχρι και το τέλος Μαρτίου) και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως και τον Οκτώβριο. Κατά την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσον όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5 - 10 °C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0 - 5 °C στις ηπειρωτικές περιοχές και με χαμηλότερες τιμές κάτω από το μηδέν στις βόρειες περιοχές.

Οι βροχές στη χώρα μας, ακόμη και τη χειμερινή περίοδο δε διαρκούν για πολλές ημέρες, ενώ ο ουρανός δεν παραμένει συνεφιασμένος για αρκετές συνεχόμενες ημέρες, όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές της γης. Η χειμερινή εποχή είναι ηπιότερη στα νησιά του Αιγαίου από ότι στη Βόρεια και Ανατολική Ελλάδα.

Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ενώ δε βρέχει εκτός από σπάνια διαλείμματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής, όμως, διάρκειας.

Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου, οπότε και η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 29 έως 35 °C. Κατά τη θερμή αυτή περίοδο οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα στις παράκτιες περιοχές της χώρας και από τους βόρειους ανέμους που φυσούν κυρίως στο Αιγαίο.

Η Άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρώιμα. Το Φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται στη Νότια Ελλάδα μέχρι και τα μισά του Δεκεμβρίου. (π.β. Πίνακας 17)

## **2.Προτεινόμενο πλαίσιο για εκτίμηση της επίδρασης με σκοπό την αδειοδότηση από την ΕΡΑ**

### 2.1 Προτεινόμενο πλαίσιο εκτίμησης : γενικές αρχές και κριτήρια

Η εκτίμηση του πλαισίου σκοπεύει να ορίσει ένα σύνολο κριτηρίων για την έκθεση στις οσμές ώστε να επιτευχθεί ένας κοινός ποιοτικός περιβαλλοντικός στόχος στις διαδικασίες αδειοδότησης. Η τάση να προκληθεί ενόχληση από τις οσμές ή καλύτερα *η ευαισθησία στην ενόχληση* ποικίλει στον πληθυσμό των κατοίκων της περιοχής. Ο σκοπός είναι να τεθούν περιβαλλοντικά κριτήρια που να συσχετίζονται με ένα αποδεκτό επίπεδο ενόχλησης, επαρκώς χαμηλό. Το απαιτούμενο επίπεδο προστασίας είναι έως κάποιο βαθμό πολιτική επιλογή αντικατοπτρίζοντας τις προσδοκίες της περιβαλλοντικής ποιότητας της κοινωνίας. Αυτές οι προσδοκίες είναι συνάρτηση κοινωνικής, οικονομικής και πολιτιστικής οπτικής της συγκεκριμένης κοινωνίας στο δεδομένο χρόνο.

Ο πυρήνας του πλαισίου είναι ένα σύνολο τιμών «στόχου», αλλά και περιοριστικών τιμών για την υπολογιζόμενη έκθεση. Με τη χρήση συντελεστών εκπομπής για τα ζώα σε μια δεδομένη παραγωγική μονάδα, μπορεί να υπολογιστεί η έκθεση στη γειτονία γύρω από την μονάδα με τη χρήση ατμοσφαιρικών μοντέλων διασποράς.

Για απλές περιπτώσεις, μία απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καθορίσει εάν η επίδραση είναι σαφώς εντός των τιμών στόχου. Εάν ισχύει αυτό, δεν απαιτείται προσομοίωση. Εάν η κατάσταση είναι στη «μέση», απαιτείται προσομοίωση, ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση στην υπό εξέταση περιοχή.

**Η υπολογιζόμενη έκθεση εκφράζεται ως η οριακή τιμή της μέσης ωριαίας συγκέντρωσης που δεν υπερβαίνεται στο 98% των συνολικών δοκιμασιών (π.χ. 175 μετρήσεις) σε ένα έτος με μέσες καιρικές συνθήκες.** Αυτή η τιμή αποτελεί το 98% όλων των υπολογιζόμενων ωριαίων συγκεντρώσεων ή πιο σύντομα  $C_{98,1\text{-hour}}$  και εκφράζεται ως συγκέντρωση οσμής σε ευρωπαϊκές μονάδες οσμής ανά κυβικό μέτρο ( $\text{ou}_E/\text{m}^3$ ). Αυτή η τιμή, επίσης, προκύπτει με βάση τον υπολογιζόμενο ρυθμό εκπομπής της οσμής σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά των εκπομπών (ύψος του σημείου εκπομπής, ταχύτητα εξόδου, τοποθεσία), με χρήση μαθηματικών μοντέλων ατμοσφαιρικής διασποράς. Αυτά τα μοντέλα μπορούν να λάβουν υπόψη τους την τοπογραφία της περιοχής, τα εμπόδια στην ροή του ανέμου και τις μετεωρολογικές συνθήκες.

Οι περιβαλλοντικοί στόχοι βασίζονται σε εκτεταμένες μελέτες δόσης-απόκρισης που πραγματοποιήθηκαν στην Ολλανδία το 1990, οι οποίες συμπεριλάμβαναν πάνω από 2303 ανθρώπους που ζούσαν στη γειτονία παραγωγικών μονάδων. Σε αυτές τις μελέτες το ποσοστό του εκτιθέμενου πληθυσμού καθορίστηκε με πρότυπη τηλεφωνική μέθοδο (ερωτηματολόγια).

Η «ευαισθησία στην ενόχληση» σε παρόμοια επίπεδα έκθεσης, βρέθηκε να διαφέρει. Η υψηλότερη ευαισθησία στην ενόχληση εντοπίστηκε σε άτομα που δεν εργάζονται στον αγροτικό τομέα. Αντιθέτως, η χαμηλότερη ευαισθησία εντοπίστηκε σε άτομα που απασχολούνται στον αγροτικό τομέα και που εκτίθενται σε πολλαπλές

πηγές εκπομπών και που γενικότερα η χοιροτροφική παραγωγή αποτελεί την κύρια οικονομική δραστηριότητα στην περιοχή τους.

Με τη χρήση σχέσεων δόσεων-απόκρισης που προέκυψαν πειραματικά σε μεγάλης κλίμακας μελέτη, ορίστηκε ένα σύνολο περιοριστικών τιμών και τιμών στόχων για την εκτίμηση της επίδρασης. Αυτά τα κριτήρια έκθεσης σκοπεύουν να ορίσουν την «αποδεκτή έκθεση στην οσμή» που δεν θα πρέπει να ξεπεραστεί σε περιοχές που κατατάσσονται ως «ευαίσθητοι υποδοχείς». Τα περιβαλλοντικά κριτήρια ποιότητας είναι :

**Στοχευμένη Τιμή (Target value) :  $C_{98, 1-hour} \leq 1.5 \text{ ου}_E/m^3$**

Το target value παρέχει ένα γενικό επίπεδο προστασίας απέναντι στην ενόχληση από τις οσμές για το γενικό κοινό, σκοπεύοντας στον περιορισμό του ποσοστού των ανθρώπων που εκτίθενται σε κάποια μορφή ενόχλησης από οσμές σε 10% ή λιγότερο.

Το target value χρησιμοποιείται ως ποιοτικός περιβαλλοντικός στόχος για όλες τις περιπτώσεις.

Επιτυγχάνεται όταν η υπολογιζόμενη έκθεση στην οσμή για όλες τις τοποθεσίες των ευαίσθητων υποδοχέων, είναι λιγότερη από τη μέση ωριαία συγκέντρωση του  $1.5 \text{ ου}_E/m^3$  στο 98% και για όλες τις ωριαίες δοκιμασίες .

**Περιοριστική τιμή για νέες χοιροτροφικές μονάδες**

$$C_{98, 1-hour} \leq 3 \text{ ου}_E/m^3$$

Η περιοριστική τιμή για νέες χοιροτροφικές μονάδες παρέχει ένα ελάχιστο επίπεδο προστασίας απέναντι στην ενόχληση από τις οσμές για το γενικό κοινό σκοπεύοντας στον περιορισμό του ποσοστού των ανθρώπων που εκτίθενται σε κάποια μορφή ενόχλησης από οσμές σε 10% ή λιγότερο, υιοθετώντας κάποιον βαθμό αποδοχής της αγροτικής φύσης του περιβάλλοντός τους.

Όσον αφορά στην περιοριστική τιμή για νέα χοιροτροφική μονάδα, αυτή πρέπει να είναι μικρότερη από την μέση ωριαία συγκέντρωση των  $3 \text{ ου}_E/m^3$  στο 98% όλων των ωριαίων δοκιμασιών σε ένα σύνηθες μετεωρολογικό χρόνο και για όλες τις τοποθεσίες των ευαίσθητων υποδοχέων οσμών.

**Περιοριστική τιμή για τις υπάρχουσες χοιροτροφικές μονάδες  $C_{98, 1-hour} \leq 6 \text{ ου}_E/m^3$**

Η περιοριστική τιμή για τις υπάρχουσες χοιροτροφικές μονάδες παρέχει ένα ελάχιστο επίπεδο προστασίας απέναντι στην ενόχληση, σκοπεύοντας στον περιορισμό του ποσοστού των ανθρώπων που εκτίθενται σε κάποια μορφή ενόχλησης από οσμές σε 10% ή λιγότερο, στο πιο ανεκτικό τμήμα του πληθυσμού.

Η περιοριστική τιμή για τις υπάρχουσες χοιροτροφικές μονάδες δεν πρέπει να υπερβαίνεται στην γειτονία γύρω από την χοιροτροφικές μονάδες ώστε να εξασφαλιστεί η ελάχιστη περιβαλλοντική ποιότητα σε μια αγροτική τοποθεσία. Ένα σταδιακό σχέδιο πρέπει να γίνει ώστε να μειωθεί η επίδραση των οσμών με το χρόνο

στην περιοριστική τιμή για τις νέες μονάδες και τελικά στην τιμή στόχο. Οι περιοριστικές τιμές για τις υφιστάμενες μονάδες τηρούνται, όταν για όλες τις τοποθεσίες των ευαίσθητων υποδοχέων οσμών, η υπολογιζόμενη έκθεση είναι μικρότερη από τη μέση ωριαία συγκέντρωση των  $6,0 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  στο 98% όλων των ωριαίων δοκιμασιών σε ένα σύνηθες μετεωρολογικό έτος. Αυτά τα κριτήρια για την έκθεση παρέχουν ένα πλαίσιο που μπορεί να επιτύχει μια γενική περιβαλλοντική ποιότητα, ενώ αναγνωρίζεται ότι σε μερικές περιπτώσεις οι υπάρχουσες χοιροτροφικές μονάδες, ίσως, χρειάζονται σημαντικό χρόνο για να επιτευχθεί ο στόχος αυτός.

## 2.2 Ευαίσθητοι υποδοχείς

Σε όλες τις εγκαταστάσεις, όπου οι άνθρωποι μπορεί να μείνουν όλη την ημέρα και όλη τη νύχτα και χρησιμοποιούνται σε μόνιμη βάση θεωρούνται ευαίσθητες. Σε γενικούς όρους, όσο περισσότεροι οι άνθρωποι θεωρούν την εγκατάσταση ως την «περιοχή» τους και όσο λιγότερες είναι οι επιλογές να βγάλουν τον εαυτό τους έξω από ένα επεισόδιο έκθεσης, τόσο πιο «ευαίσθητη» είναι η εν λόγω εγκατάσταση.

Μερικά παραδείγματα ευαίσθητων υποδοχέων είναι τα παρακάτω:

- Κατοικίες
- Ξενοδοχεία, ξενώνες κλπ
- Νοσοκομεία
- Σχολεία
- Εκκλησίες
- Αθλητικές εγκαταστάσεις
- Κατασκηνώσεις και πάρκα για τροχόσπιτα

## 2.3 Παράγοντες εκπομπής

Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται οι συντελεστές εκπομπής που είναι οι κατάλληλοι για να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση των οσμών. Οι συντελεστές εκπομπής διαφοροποιούνται για κάθε κατηγορία και βάρος του ζώου. Τα δεδομένα παράγονται από μια ολλανδική μελέτη που συμπεριλαμβάνει τους συμβατικούς εσχарωτούς θαλάμους σταβλισμού παρόμοιους με αυτούς που χρησιμοποιούνται στην Ιρλανδία, καθώς και συστήματα σταβλισμού χαμηλών εκπομπών.

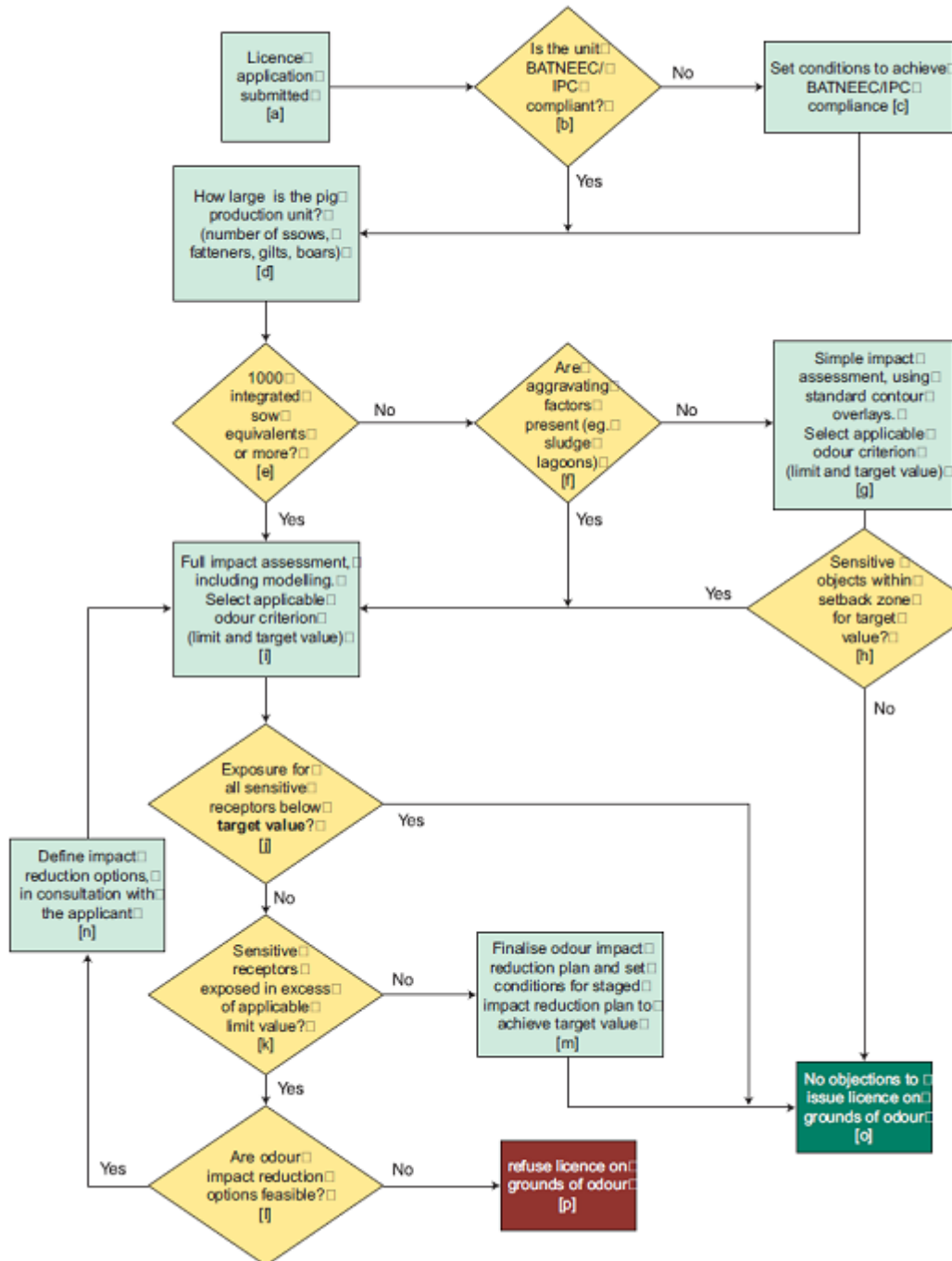
**Πίνακας** : Προτεινόμενοι συντελεστές εκπομπής για τα διάφορα είδη χοίρων σε ευρωπαϊκές χώρες

Κατηγορία ζώου	Προτεινόμενοι συντελεστές εκπομπής	Ολλανδία	Βέλγιο	Αγγλία (για ζώα 85 kg)
Πάχυνσης, συμβατικά (fully slated)	22.5	22.4	Ετησίως Καλοκαίρι χειμώνας 25.4 32.7	Ελάχ. Μέγ. Ελάχ. Μέγ. 36 128 0.43 1.50
Πάχυνσης, συμβατικά (partially slated)	10	9.8		19 47 0.22 0.56
Πάχυνσης, περιοχή με περιορισμό εκπομπών	11	10.8		
Πάχυνσης, ψύξη υδαρούς επιφανείας	11	10.9		
Πάχυνσης, έκπλυση 2 φορές/ημέρα				
Πάχυνσης, στρωμένο άχυρο				
Απογαλακτισμένα, συμβατικά (fully slated)	6	5 έως 16.3	3.3	3.8
Χοιρίδια, συμβατικά (fully slated)	18	17.8	17.2	20.1
Χοιρομητέρες, συμβατικά	19	19.0	44.8	52.8
Χοιρομητέρες, στέγαση με σταθμό εκροφής	7	6.8		34.8
Χοίροι (gilts)	20			
Χοίροι	20			
Πάχυνσης, συμβατικά, με καθαριστή αέρα	37%	29%	Ικανότητα καθαριστή	

## 2.4 Πλαίσιο EPA (Ευρώπης) για τη χορήγηση άδειας

Το πλαίσιο που προτείνει η EPA για να χορηγηθεί άδεια σε μια χοιροτροφική μονάδα γίνεται κατανοητό από το ακόλουθο σχήμα.

### Framework for Assessment of Odour Impact in EPA Licensing



Σχήμα 2 Προτεινόμενο πλαίσιο αδειοδότησης χοιροτροφικής μονάδας από την EPA



## 2.5 Εκτίμηση με απεικόνιση - πρότυπα περιγράμματα

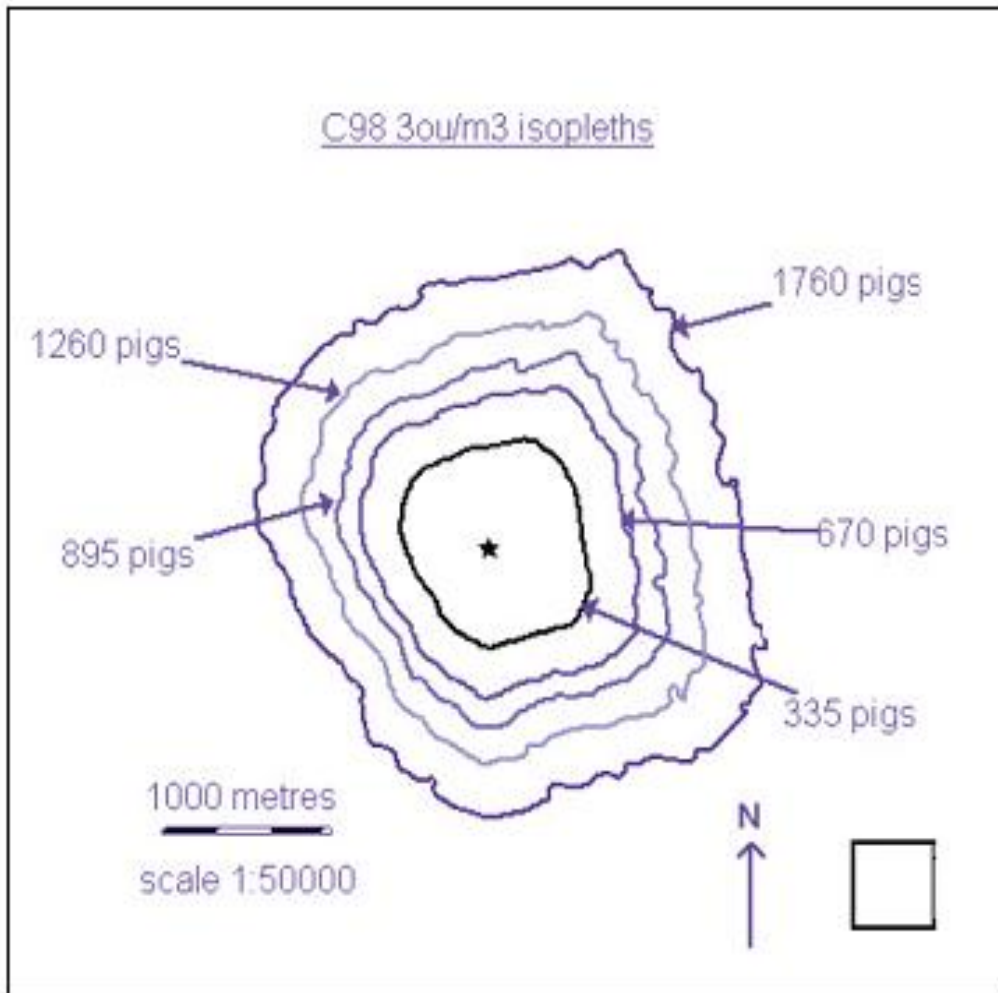
### 2.5.1 Η γενική απλή περίπτωση: Πρότυπα περιγράμματα

Για να γίνει μια πρώτη εκτίμηση χρησιμοποιούνται διαγράμματα με πρότυπα περιγράμματα για ολοκληρωμένες μονάδες (φαίνονται παρακάτω). Αυτά τα περιγράμματα αντιπροσωπεύουν μια απλή περίπτωση για επίπεδο έδαφος. Με την σύγκριση του πρότυπου περιγράμματος με τον τοπογραφικό χάρτη της περιοχής (που προφανώς πρέπει να βρίσκεται στην ίδια κλίμακα) μπορεί να επιφέρει μια γρήγορη αξιολόγηση για το αν η παραγωγική μονάδα είναι πολύ μακριά για να προκαλέσει ενόχληση. Αν εμπίπτουμε σε αυτήν την περίπτωση δεν χρειάζεται περισσότερη έρευνα.

Στην περίπτωση όμως που το αποτέλεσμα βρίσκεται στη «διαχωριστική γραμμή» ή δείχνει ότι οι ευαίσθητοι υποδοχείς βρίσκονται εντός των προτύπων περιγραμμάτων θα απαιτηθεί μια πιο λεπτομερής ανάλυση.

Τρία πρότυπα περιγράμματα για την τιμή στόχο (target value)  $C_{98, 1\text{-hour}} = 1,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , για την περιοριστική τιμή  $C_{98, 1\text{-hour}} = 3 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , και για την περιοριστική τιμή για τις υπάρχουσες μονάδες  $C_{98, 1\text{-hour}} = 6 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$  παρουσιάζονται για ολοκληρωμένες μονάδες και διάφορες δυναμικότητες. Επίσης είναι σε κάποιο βαθμό ασύμμετρες αντικατοπτρίζοντας τον κυρίαρχο ΝΔ άνεμο σε συνδυασμό με την ταχύτητα του ανέμου και την σταθερότητα της ατμόσφαιρας στην Ιρλανδία. Συνεπώς, οι αποστάσεις διαχωρισμού εξαρτώνται από την ακριβή θέση του υποδοχέα.

Σημείωση: Για να ισχύουν τα ακόλουθα περιγράμματα θα πρέπει το κουτάκι κάτω δεξιά (από κάθε περίγραμμα) να είναι διαστάσεων 1cm\*1cm.

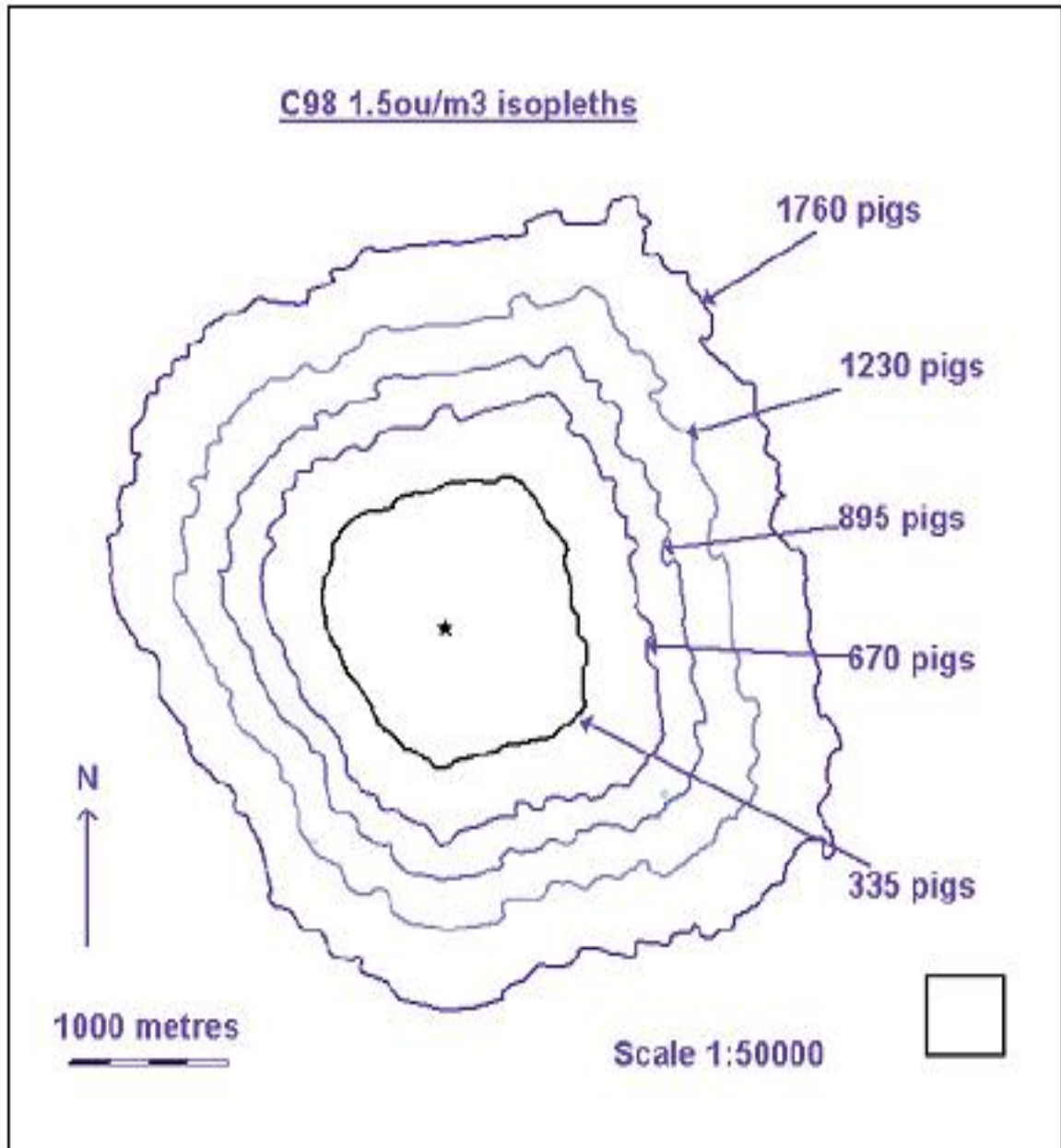


**Σχήμα 3** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης για νέες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμικοτήτων που εξασφαλίζουν βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=3 \text{ ou}_E/m^3$ .

1 pig = 1 unit

1 χοιρομητέρα + παράγωγά της = 10 units

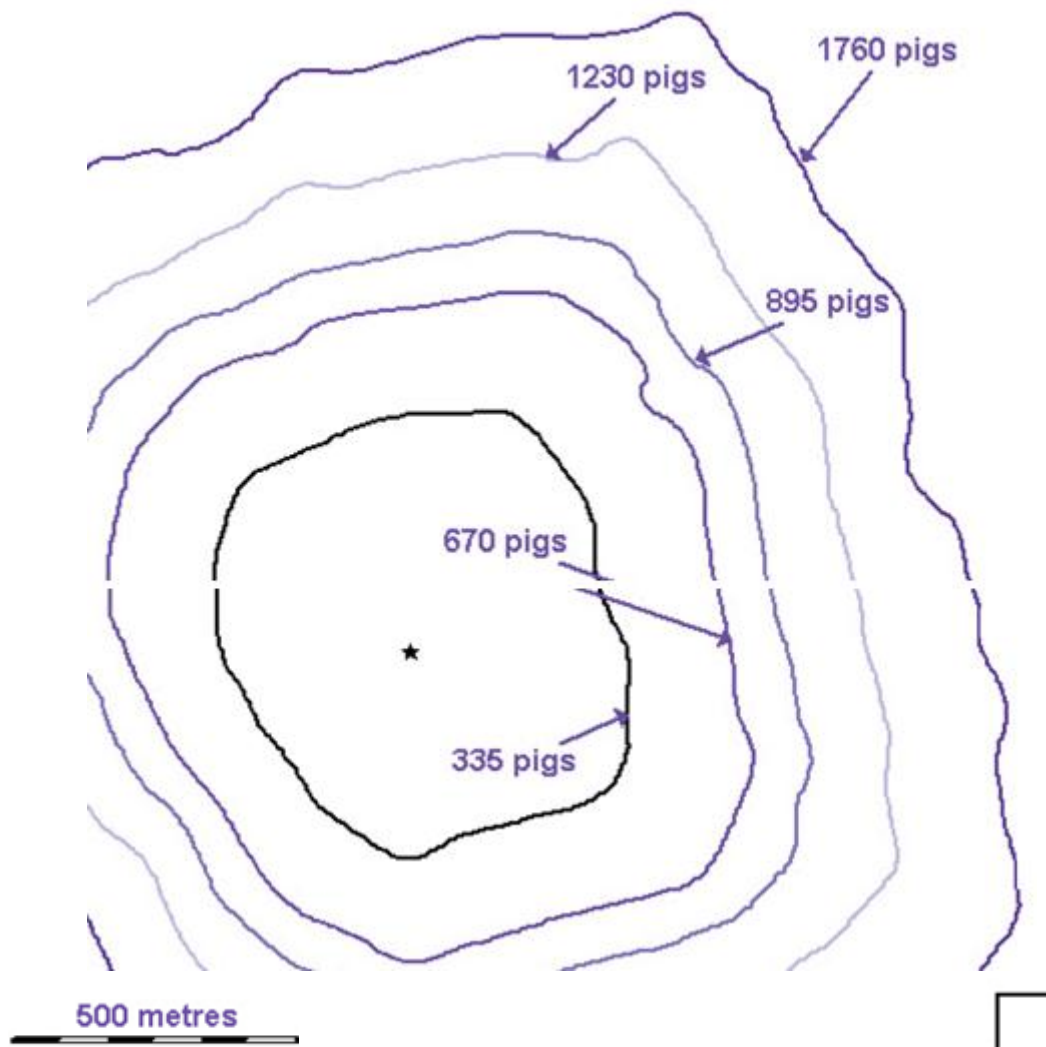
1  $\text{ou}_E$  (ευρωπαϊκή μονάδα) = 2 ου (ολλανδική μονάδα)



**Σχήμα 4** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης για ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμικοτήτων που εξασφαλίζουν όχληση μικρότερη της τιμής στόχου κατά EPA  $C_{98,1hour}=1.5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

1 pig = 1 unit

1 χοιρομητέρα + παράγωγά της = 10 units



**Σχήμα 5** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης (*limit value*), για υπάρχουσες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμιכוτήτων που εξασφαλίζουν όχληση μικρότερη του  $C_{98,1hour}=6 \text{ ου}_E/m^3$ .

1 pig = 1 unit

1 χοιρομητέρα + παράγωγά της = 10 units

Όπως αναγράφεται και στα περιγράμματα, αυτά σχεδιάστηκαν σε κλίμακα 1:50.000 για την περιοριστική τιμή για τις νέες μονάδες και για την τιμή στόχο και σε κλίμακα 1:10.560 για την περιοριστική τιμή για τις υπάρχουσες μονάδες. Για τον σχεδιασμό τους, χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο διασποράς COMPLEX, το οποίο βασίζεται στα ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα MPTER και ISC.

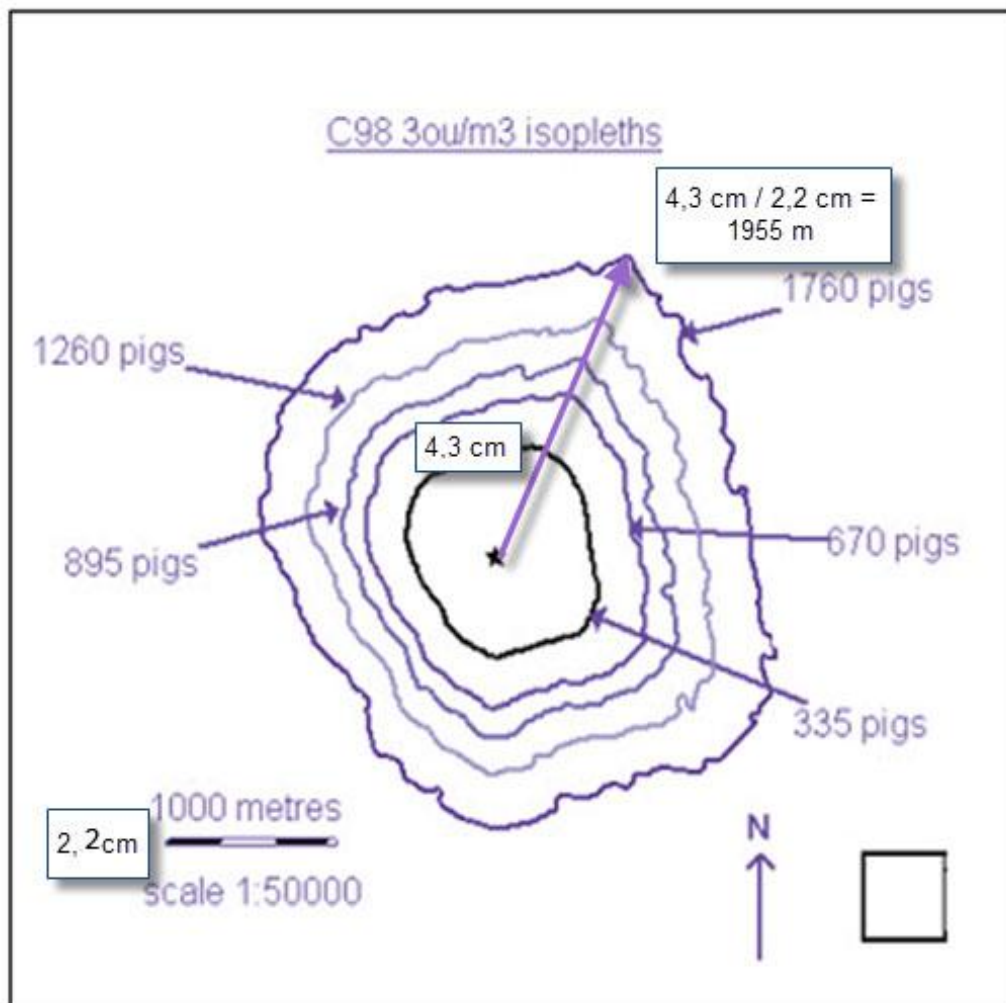
Τα πρότυπα περιγράμματα παρέχουν μια σημαντική ένδειξη για τις επιπτώσεις στην εν λόγω περιοχή, αλλά οι ειδικοί παράγοντες, όπως η ακριβής τοπογραφία της περιοχής, τα ακριβή μετεωρολογικά δεδομένα και η διαμόρφωση των σημείων

εκπομπής επηρεάζουν το τελικό σχήμα για συγκεκριμένη μελέτη μιας περιοχής. Στην περίπτωση που η τελική απόφαση εξαρτάται από την λεπτομερή θέση των γραμμών του περιγράμματος, συνιστάται η μοντελοποίηση σε πραγματικές συνθήκες, ειδικότερα αν οι επιπτώσεις της απόφασης είναι καθοριστικές.

### 2.5.2 Υπολογισμός αποστάσεων με τη χρήση προτύπων περιγραμμάτων

Οι τιμές που προκύπτουν όσον αφορά στις αποστάσεις απομόνωσης κάνοντας χρήση των αντιστοίχων προτύπων περιγραμμάτων για υπάρχουσες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμικοτήτων είναι οι ακόλουθες:

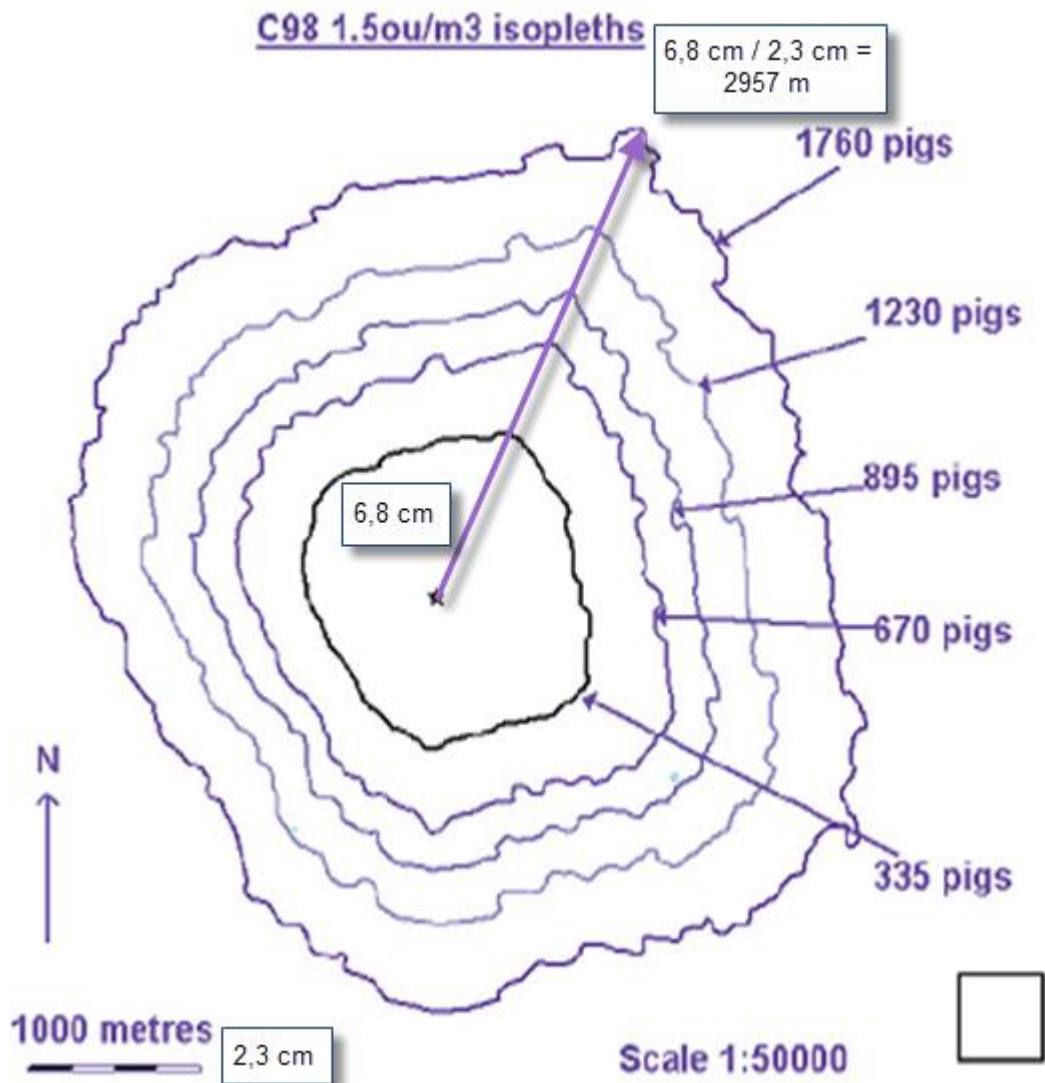
- Για βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=3,0 \text{ ou}_E/m^3$



**Σχήμα 3α** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης για υπάρχουσες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμικοτήτων που εξασφαλίζουν βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=3 \text{ ou}_E/m^3$ .

Δηλαδή για βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=3,0 \text{ ou}_E/m^3$  η προτεινόμενη απόσταση απομόνωσης χοιροτροφικής μονάδας δυναμικότητας 1760 χοιρομητέρων είναι 1955 m

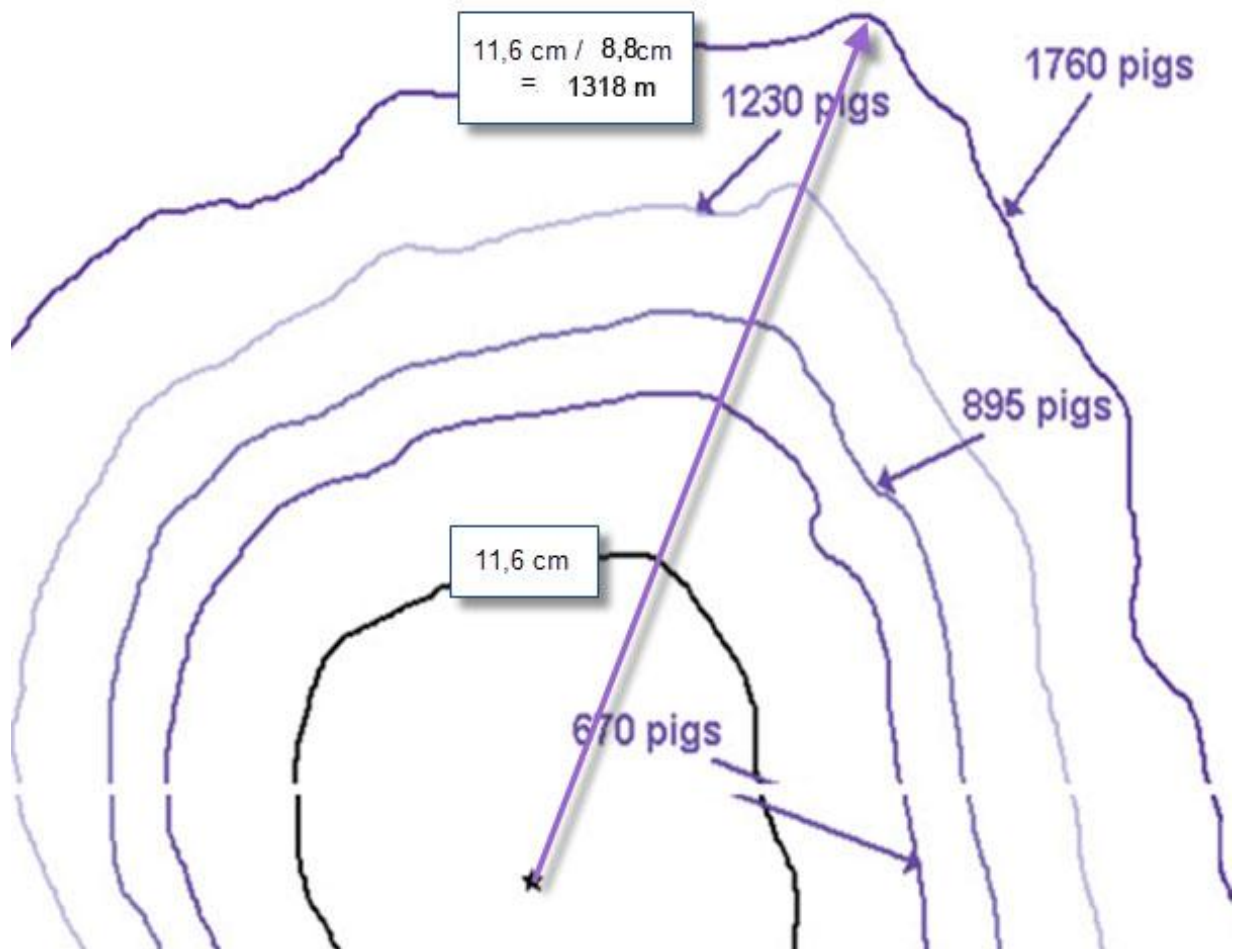
- Αντίστοιχα για βαθμό όχλησης με τιμή μικρότερη  $C_{98,1hour}=3 \text{ ου}_E/m^3$ , ισχύει :



**Σχήμα 4α** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης για νέες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμιכוτήτων που εξασφαλίζουν όχληση μικρότερη του  $C_{98,1hour}=1.5 \text{ ου}_E/m^3$

Δηλαδή για βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=1,5 \text{ ου}_E/m^3$  η προτεινόμενη απόσταση απομόνωσης χοιροτροφικής μονάδος δυναμικότητας 1760 χοιρομητέρων είναι 2957 m

- Τέλος, για βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=6 \text{ ου}_E/m^3$  έχουμε :



**Σχήμα 5** Πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης (*limit value*), για υπάρχουσες ολοκληρωμένες χοιροτροφικές μονάδες διαφόρων δυναμιכוτήτων που εξασφαλίζουν όχληση μικρότερη του  $C_{98,1hour}=6 \text{ ου}_E/m^3$ .

Δηλαδή για βαθμό όχλησης μικρότερο του  $C_{98,1hour}=6 \text{ ου}_E/m^3$  η προτεινόμενη απόσταση απομόνωσης χοιροτροφικής μονάδος δυναμικότητας 1760 χοιρομητέρων είναι  $2636/2 = 1318 \text{ m}$ .

Τα πρότυπα περιγράμματα απομόνωσης, όπως εύκολα φαίνεται με απλή παρατήρηση, κρίνονται ανεπαρκή για τον υπολογισμό των αποστάσεων μεταξύ χοιροτροφικών μονάδων και κατοικιών, καθώς στη συγκεκριμένη περίπτωση ο αριθμός των χοίρων είναι κατά πολύ μεγαλύτερος αυτών που αναγράφονται σε αυτά.



## 2.6 Μοντέλα διασποράς

### 2.6.1 Ολοκληρωμένη εκτίμηση επίδρασης χρησιμοποιώντας μοντέλα διασποράς

Για να γίνει πλήρης εκτίμηση της επίδρασης, απαιτείται η χρήση ενός κατάλληλου μοντέλου διασποράς για να καθοριστούν τα περιγράμματα. Αυτά προκύπτουν με βάση ένα επιλεγμένο κριτήριο έκθεσης (πχ.  $C_{98, 1-hour} = 3 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Τα αποτελέσματα του μοντέλου εξαρτώνται ολοκληρωτικά από τα δεδομένα εισόδου. Χρειάζεται να τηρηθεί μια ισορροπία σχετικά με τον αριθμό των δεδομένων εισόδου που χρησιμοποιούνται. Ελάχιστα δεδομένα εισόδου οδηγούν σε αναξίοπιστα αποτελέσματα. Από την άλλη πλευρά, τα πάρα πολλά δεδομένα εισόδου οδηγούν σε λανθασμένα αποτελέσματα ειδικότερα αν περιλαμβάνονται πολλές πηγές.

Τα τυπικά δεδομένα που χρειάζονται είναι τα εξής:

- Δεδομένα χαρακτηρισμού της πηγής, τα οποία περιγράφουν την περιοχή, τα χαρακτηριστικά της ροής και τους ρυθμούς εκπομπής της πηγής.
- Δεδομένα του εδάφους, τα οποία περιγράφουν την τοπογραφία της μελετώμενης περιοχής, και χαρακτηρίζουν την τραχύτητα του εδάφους ή το μέγεθος των εμποδίων καθώς αυτά επηρεάζουν την διαταραχή του οριακού στρώματος στην ατμόσφαιρα.
- Μετεωρολογικά δεδομένα, για μία ελάχιστη διάρκεια 3 ετών, τα οποία αποτελούνται από σύνολα ωριαίων παρατηρήσεων για την κατεύθυνση, την ταχύτητα και την τάξη σταθερότητας του ανέμου.

Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά η συλλογή αυτών των δεδομένων. Για να προχωρήσει η διαδικασία της μοντελοποίησης πρέπει πρώτα να αποφασιστεί ποιο κριτήριο έκθεσης οσμής θα εφαρμοστεί στην υπό εξέταση μονάδα. Έπειτα συλλέγονται τα παρακάτω δεδομένα.

#### 1) Χαρακτηρισμός της πηγής

α) *Προετοιμασία καταλόγου με στοιχεία για την μονάδα*, διαστάσεις και ύψος των επιμέρους μονάδων (εγκαταστάσεις, αποθηκευτικοί χώροι, σημεία εξαερισμού, μονάδες επεξεργασίας του αέρα κλπ). Γενικά όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση μεταξύ του ευαίσθητου υποδοχέα και της μονάδας τόσο λιγότερες πληροφορίες απαιτούνται από το μοντέλο. Για παράδειγμα στα 100 m, η θέση ενός εξαεριστήρα επηρεάζει τα αποτελέσματα του μοντέλου, ενώ σε απόσταση 800 m δεν λαμβάνεται υπόψη τέτοια πληροφορία. Μια απλοποιημένη μέθοδος, χωρίζει την περιοχή των εγκαταστάσεων σε περιοχές (ή rixels) όχι μεγαλύτερες από περίπου  $20 \text{ m} * 20 \text{ m}$ , κάθε μία εκ των οποίων αντιπροσωπεύει μια σημειακή πηγή. Αυτή η μέθοδος, λοιπόν, παρέχει επαρκείς πληροφορίες για την εκτίμηση της επίδρασης σε αποστάσεις 200 m ή και μεγαλύτερων.

β) *Καθορισμός της εκπομπής για κάθε εγκατάσταση*, στη βάση της χωρητικότητας των στάβλων, καθώς και του είδους των ζώων που συντηρούνται στους στάβλους. Με τη χρήση των συντελεστών του πίνακα 18, μπορούν να καθοριστούν οι συνολικές εκπομπές για τη συγκεκριμένη μονάδα, καθώς, επίσης και οι σημειακές πηγές εκπομπής. Ο ρυθμός εξαερισμού, το ύψος του σημείου εκπομπής, η ταχύτητα εξόδου και η διάμετρος του αγωγού εξόδου πρέπει να υπολογιστούν στην βάση των πραγματικών συνθηκών και του αριθμού των ζώων. Με δεδομένο ότι η ενόχληση λόγω οσμών συμβαίνει συχνότερα το καλοκαίρι, όπου οι κάτοικοι βρίσκονται περισσότερη ώρα έξω από τις κατοικίες τους ή επειδή έχουν τα παράθυρα τους ανοιχτά, η ταχύτητα εξόδου που ενσωματώνει τον καλοκαιρινό ρυθμό εξαερισμού είναι αναμφισβήτητη αυτή που θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στην προσομοίωση. **Για να μελετηθεί η χειρίστη περίπτωση, χρησιμοποιείται ως δεδομένο εισόδου ο ρυθμός εξαερισμού που εφαρμόζεται τον χειμώνα.** Μερικά μοντέλα περιλαμβάνουν διαφορετικά σύνολα πηγών εκπομπής για κάθε εποχή, ή για κάθε μήνα, για μεγαλύτερη ακρίβεια.

## 2) Χαρακτηρισμός του εδάφους στην γειτονιά

### α) Τοπογραφία.

Για να υπολογιστεί ένα περίγραμμα κριτήριο ποιότητας πχ  $C_{98,1-hour} = 3 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$ , απαιτείται ένα πλέγμα σημείων-υποδοχέων. Το μοντέλο θα υπολογίσει την έκθεση για κάθε σημείο στο πλέγμα, και στη συνέχεια με τη χρήση της κατάλληλης μεθόδου παρεμβολής σχεδιάζεται μια συνεχής γραμμή του περιγράμματος. Για να τεθεί ένα πλέγμα, λαμβάνονται υπόψη τα παρακάτω.

Για ένα «λεπτό» πλέγμα ο χρόνος για να «τρέξει» το λογισμικό είναι μεγάλος. Σε ένα πιο παχύ πλέγμα ο κίνδυνος λαθών αυξάνεται στο σημείο της παρεμβολής για τον σχεδιασμό των γραμμών. Σε αποστάσεις μέχρι 300 m το πλέγμα θα ήταν καλό να έχει βήμα 50 m. Μεταξύ 300 m και 1000 m το βήμα πλέγματος συνιστάται στα 100 m. Μεταξύ 1000 m και 2000 m απαιτείται βήμα 250 m. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις χρησιμοποιείται βήμα πλέγματος των 500 m. Μικρής σημασίας τοπογραφικά χαρακτηριστικά, όπως διαφορές στην ανύψωση του εδάφους στα 5 m ή λιγότερο, ανάμεσα στα πρώτα 300-400 m, ή ανυψώσεις 10 m (ή μικρότερες) για αποστάσεις μεγαλύτερες των πρώτων 400 m δεν επηρεάζουν τα αποτελέσματα του μοντέλου στις περισσότερες περιπτώσεις.

i) Εάν η τοπογραφία δεν λαμβάνεται υπόψη, τότε μπορεί να θεωρηθεί ότι όλοι οι υποδοχείς έχουν την ίδια ανύψωση και βρίσκονται στο ίδιο ύψος με την πηγή.

ii) Εάν η τοπογραφία αποτελεί σοβαρό ζήτημα, τότε θα πρέπει να προστεθεί η πραγματική ανύψωση σε κάθε σημείο του πλέγματος. Οι ανυψώσεις μπορούν να βρεθούν από τους χάρτες, είναι καλύτερα όμως, να αποκτώνται άμεσα, σε ψηφιακή μορφή.

β) *Τραχύτητα του εδάφους*. Η τραχύτητα του εδάφους είναι μια παράμετρος με μονάδα μέτρησης τα m, και χρησιμοποιείται για να χαρακτηριστεί η μηχανική διαταραχή στο κατώτατο μέρος του στρώματος, ακριβώς πάνω από την επιφάνεια

της γης. Η παράμετρος αυτή καθορίζεται με βάση το μέγεθος των εμποδίων, χρησιμοποιώντας την παρακάτω κλίμακα:

i) 0-0,03 m ii) 0,03-0,10 m iii) 0,10-0,25 m iv) 0,25-0,50 m v) 0,50-1 m vi) 1,0-3,0 m.

### 3)Μετεωρολογικά δεδομένα

Απαιτούνται το λιγότερο 3 χρόνια συνεχών μετεωρολογικών παρατηρήσεων, με ωριαίες παρατηρήσεις της ταχύτητας, της κατεύθυνσης και της τάξης σταθερότητας του ανέμου

#### 2.6.2 Χρησιμοποιούμενα μοντέλα διασποράς

Τα γνωστότερα και ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα διασποράς είναι το πρόγραμμα AERMOD, το CALPUFF/CALMET, το ISC και το ScreenView, το οποίο και θα αναλυθεί εκτενέστερα παρακάτω. Τα πρώτα λόγω ελλείψεως μετεωρολογικών δεδομένων, καθώς και μετρήσεων τόσο εδάφους, όσο και καθ' ύψος (upper air measurements), δεν κατέστη δυνατό να χρησιμοποιηθούν. Γι' αυτό και έγινε επιλογή του προγράμματος ScreenView, το οποίο είναι αποδεκτό για αναγνωριστικές μελέτες.

### 3<sup>ο</sup> Μέρος

#### 1. Εφαρμογή

##### 3.1 Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι να προσδιοριστεί η απόσταση στην οποία οι εκπομπές οσμών από τις χοιροτροφικές μονάδες αρχίζουν να ενοχλούν τους κατοίκους των γύρω περιοχών. Τα αποτελέσματα εξάγονται για δυσμενείς μετεωρολογικές συνθήκες (που ευνοούν δηλ. τη διάδοση των οσμών) για διάφορες τιμές υψομετρικών διαφορών.

Η πρώτη βασική παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη είναι η δυναμικότητα της μονάδας, καθώς και η κατανομή των διαφόρων ειδών χοίρων. Έτσι, σε μια τυπική ελληνική κτηνοτροφική μονάδα διατίθενται χοιρομητέρες, κάπροι, χοιρίδια α' ανάπτυξης, χοιρίδια προπάχυνσης, και χοιρίδια πάχυνσης σε αναλογία 12.2%, 0.2%, 23.1%, 31.4%, και 33.1% αντίστοιχα. Ο λόγος που μας ενδιαφέρει η κατανομή οφείλεται στους διαφορετικούς συντελεστές εκπομπής του κάθε είδους χοίρου. Πραγματοποιήθηκαν υπολογισμοί για το βιομηχανικό χοιροτροφείο δυναμικότητας 1800 χοιρομητέρων στη Β. Κρήτη.

**Πίνακας 27:** Κατανομή ζώων σε βιομηχανικό χοιροτροφείο στη Βόρεια Κρήτη [25]

Είδος	Αριθμός	Βάρος ανά ζώο kg
Χοιρομητέρες + Αντικατάστασης	2052	148-182
Κάπροι	26	182
Χοιρίδια α' ανάπτυξης	3872	5--34
Χοιρίδια προπάχυνσης	5258	34-68
Χοιρίδια πάχυνσης	5545	68-114
Σύνολο	16753	

Η δεύτερη βασική παράμετρος που πρέπει να ληφθεί υπόψη για τον προσδιορισμό απομόνωσης του χοιροτροφείου, είναι οι συντελεστές εκπομπής των διαφόρων ειδών των χοίρων, μετρημένες σε μονάδες οσμής ανά δευτερόλεπτο ου<sub>E</sub>/s. Στην βιβλιογραφία διατίθενται διάφορες τιμές αυτών των συντελεστών που έχουν προκύψει σε διάφορες χώρες. Από μελέτες λοιπόν που έγιναν στην Ιρλανδία, την Ολλανδία, το Βέλγιο προέκυψαν οι ακόλουθες τιμές.

**Πίνακας 28:** Συντελεστές εκπομπής

	<b>Ιρλανδία</b>	<b>Βέλγιο</b>	<b>Ολλανδία</b>	<b>EPA</b>
Dry sows (ου <sub>E</sub> /s)	10,9-24,1	44.6	19	19
Farrowers(ου <sub>E</sub> /s)	33,2-66,4	17.2	17.8	18
First stage weaners(ου <sub>E</sub> /s)	3,7-4,6	3,3	5-16,3	6
Second Stage weaners(ου <sub>E</sub> /s)	9,3-10,5	3,3	5-16,3	6
Finishers(ου <sub>E</sub> /s)	10,7-28,2	25,4	22,4	22,5

Οι τιμές των συντελεστών εκπομπής εξαρτώνται από αρκετούς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, ο ρυθμός εξαερισμού, τα είδη των στάβλων (μερικώς εσχαρωτοί ή πλήρως εσχαρωτοί κλπ). Στην παρούσα μελέτη θα χρησιμοποιηθούν οι μέγιστες τιμές της 1<sup>η</sup> στήλης, καθώς η σχετική έρευνα είναι η πιο πρόσφατη και επειδή οι μέγιστες τιμές αυτές έχουν προέλθει από μετρήσεις σε σχετικά υψηλές θερμοκρασίες που πλησιάζουν τις αντίστοιχες ελληνικές τους θερινούς μήνες. Βέβαια, προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση του προβλήματος θα γίνει χρήση και του μέσου όρου των συντελεστών εκπομπής (για την Ιρλανδία). Επιπλέον, θα χρησιμοποιηθούν και οι συντελεστές που προτείνει η EPA, καθώς αυτοί είναι αρκετά διαδεδομένοι στη βιβλιογραφία και αποτελούν δεδομένο για αρκετές μελέτες.

Τα αντίστοιχα βάρη των ειδών των χοίρων φαίνονται παρακάτω

**Πίνακας 29:** Βάρη των χοίρων

<b>Είδος ζώου</b>	<b>Βάρος (kg)</b>
Sows	100-180
Boars	100-180
First stage weaners	<20
Second stage weaners	20-35
Finishers	>35

Θα πρέπει τώρα προτού υπολογίσουμε τους συνολικούς ρυθμούς εκπομπής να κατανέμουμε τα ζώα της υπάρχουσας μονάδας στις κατηγορίες αυτές.

Έτσι λοιπόν με κριτήριο τα βάρη αντιστοιχίζουμε το σύνολο των χοιρομητέρων και κάπρων στα dry sows (farrowers είναι οι θηλάζουσες χοιρομητέρες και αντίστοιχα οι κάπροι boars). Όσον αφορά τα χοιρίδια α' ανάπτυξης τα μισά τα εντάσσουμε στα first stage weaners και τα άλλα μισά στα second stage weaners. Τέλος, τα χοιρίδια πάχυνσης και προπάχυνσης εντάσσονται στα finishers.

Έτσι για την **υπάρχουσα μονάδα**, ισχύει :

**Πίνακας 30:** Κατανομή χοίρων της μελετώμενης μονάδας με βάση την αγγλική ορολογία

Είδος ζώου	Αριθμός
Sows	2052
Boars	26
First stage weaners	1936
Second Stage weaners	1936
Finishers	10803
Σύνολο	16753

Χρησιμοποιώντας τώρα τους συντελεστές του πίνακα (και με βάση τις ιρλανδικές τιμές και με βάση τις τιμές της EPA) προκύπτουν οι ακόλουθοι ρυθμοί εκπομπής.

**Πίνακας 31:** Συνολικές εκπομπές υπάρχουσας μονάδας

Είδος ζώου	Συντ/στές Ιρλανδία(ουE/s)	Συντ/στές EPA(ουE/s)	Συνολικές εκπομπές με βάση στήλη 1(ουE/s)	Συνολικές εκπομπές με βάση στήλη 2(ουE/s)	Μέση Τιμή εκπομπών με βάση στήλη 1(ουE/s)
Sows	10,9-24,1	19	50.080	39.482	36.365
First stage weaners	3,7-4,6	6	8.906	11.616	8.034
Second Stage weaners	9,3-10,5	6	20.328	11.616	19.166
Finishers	10,7-28,2	22.5	304.645	243.068	210.118
			383.959	305.782	273.683

Ωστόσο, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται στην περιοχή των εγκαταστάσεων των ελληνικών κτηνοτροφικών μονάδων, σε σχέση με αυτές της Ιρλανδίας, (όπου βασίζονται οι προτεινόμενοι συντελεστές εκπομπής), και λόγω της επίδρασης της εξωτερικής θερμοκρασίας στην έκλυση αμμωνίας και των άλλων οσμηρών ουσιών θα πρέπει σύμφωνα με την βιβλιογραφία οι εκπομπές των οσμών να προσυζηθούν:

1. Κατά 10%
2. Κατά 30%

Συνεπώς οι συνολικές και μέσες εκπομπές τροποποιούνται ως εξής

**Πίνακας 32:** Τροποποιημένες συνολικές και μέσες εκπομπές οσμηρών ουσιών

	ουΕ/s (ιρλανδία 10%)	ουΕ/s (ιρλανδία 30%)	ουΕ/s (EPA 10%)	ουΕ/s (EPA 30%)
Συνολικές Προσαυξημένες εκπομπές	422.355	499.147	336.360	397.517
Μέσες Προσαυξημένες εκπομπές	301.051	355.788		

Γενικές πληροφορίες για την ένταση και τις επιπτώσεις του ανέμου σε μια περιοχή

Πριν ακολουθήσει η διεξοδική ανάλυση του προγράμματος Screen View και προκειμένου για μια καλύτερη αντίληψη της επίδρασης του ανέμου στα αποτελέσματά μας παρατίθενται οι κάτωθι πίνακες :

**Πίνακας 33:** Ταχύτητα του αέρα για μετατροπή Κόμβων, Μποφόρ, m/s και km/h.

Κόμβοι	Μποφόρ	m/s	km/h	Είδος	Επίπτωση στην θάλασσα	Επίπτωση στην γη
1	0	0 – 0,2	1	Ήρεμο	Θάλασσα σαν καθρέπτης	Ήρεμα. Ο καπνός ανεβαίνει κάθετα.
1-3	1	0,3-1,5	1-5	Ελαφρύς άνεμος	Μικρά κυματάκια με μορφή κλίμακας, χωρίς αφρισμένες κορυφές.	Η κίνηση του αέρα είναι αισθητή στον καπνό.
4-6	2	1,6-3,3	6-11	Ελαφριά αύρα	Μικρά χαμηλά κυματάκια, πιο τονισμένα. Οι κορυφές είναι υαλόδη μορφή και δεν σπάνε.	Ο άνεμος είναι αντιληπτός σε γυμνό δέρμα. Ακούγεται θρόισμα.
7-10	3	3,4-5,4	12-19	Ήπια αύρα	Μεγάλα κυματάκια. Οι κορυφές ξεκινούν να σπάνε και σχηματίζουν αφρό με υαλόδη εμφάνιση. Πιθανότατα αφρισμένα κύματα.	Τα φύλλα και τα κλαδιά βρίσκοντα σε συνεχή κίνηση.
11-15	4	5,5-7,9	20-28	Μέτρια αύρα	Μικρά κύματα που μεγαλώνουν, αρκετά συχνά αφρισμένα κύματα.	Η σκόνη και τα σκόρπια χαρτιά σηκώνονται. Μικρά κλαδιά αρχίζουν να κινούνται.
16-21	5	8,0-10,7	29-38	Νωπή αύρα	Μέτρια κύματα, αποκτούν πιο τονισμένη μακρά μορφή και σχηματίζονται πολλά αφρισμένα κύματα. Δημιουργείται αφρός νερού από κύματα.	Μέτρια κλαριά κινούνται. Τα μικρά δέντρα πάλλονται.
22-27	6	10,8-13,8	39-49	Ισχυρή αύρα	Δημιουργούνται μεγάλα κύματα, οι άσπρες αφρισμένες κορυφές και είναι εκτεταμένα παντού. Πιθανότατα αφρός νερού.	Μεγάλα κλαριά βρίσκονται σε κίνηση. Ακούγεται σφύριγμα από τα σύρματα. Δυσκολία στη χρήση ομπρέλας. Ανοίγει το καπάκι άδειων σκουπιδοτενεκέδων.
28-33	7	13,9-17,1	50-61	Ισχυρός άνεμος, μικρή καταιγίδα	Η θάλασσα συσσωρεύεται ψηλά και άσπρος αφρός από κύματα που σπάνε εκτοξεύεται σε μορφή λορίδων παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου.	Ολόκληρα δέντρα είναι σε κίνηση. Χρειάζεται προσπάθεια για να περπατήσεις στον άνεμο. Η κίνηση των ουρανοξυστών είναι αισθητή, ιδιαίτερα



						από ανθρώπους σε υψηλούς ορόφους.
34-40	8	17,2-20,7	62-74	Καταιγίδα	Μετρίως υψηλά κύματα μεγαλύτερου μήκους, οι άκρες των κορυφών αρχίζουν να σπάνε σε ράντισμα. Ο αφρός πετάγεται καλοσχηματισμένα προς την διεύθυνση του ανέμου.	Κλαράκια σπάνε από τα δέντρα. Τα αυτοκίνητα χάνουν την πορεία στον δρόμο.
41-47	9	20,8-24,4	75-88	Ισχυρά καταιγίδα	Υψηλά κύματα. Πυκνές λορίδες αφρού πετάγονται προς την διεύθυνση του ανέμου. Οι κορυφές των κυμάτων ανατρέπονται και στροβιλίζονται. Ο αφρός νερού επηρεάζει την ορατότητα.	Μεγαλύτερα κλαριά σπάνε από τα δέντρα και κάποια μικρά δέντρα ξεριζώνονται. Μικρές προσωρινές κατασκευές ανατρέπονται. Ζημιές στις τέντες.
48-55	10	24,5-28,4	89-102	Θύελλα	Πολύ ψηλά κύματα με μακριές κορυφές που εξέχουν. Ο αφρός που δημιουργείται, σε μεγάλα τμήματα πετάγεται σε πυκνές άσπρες λορίδες στην διεύθυνση του ανέμου. Γενικά, όλη η επιφάνεια της θάλασσας παίρνει μία άσπρη εμφάνιση. Η ανατροπή της θάλασσας γίνεται ισχυρή και μοιάζει με δόνηση. Επηρεάζεται η ορατότητα.	Δέντρα σπάνε ή ξεριζώνονται, δενδρύλλια λυγίζουν και παραμορφώνονται. Κακοσχηματισμένη άσφαλτος και κεραμιά ανατρέπονται.
56-63	11	28,5-32,6	103-117	Βίαιη θύελλα	Εξαιρετικά υψηλά κύματα (μικρά και μέτριου μεγέθους πλοία μπορούν να εξαφανιστούν πίσω από τα κύματα). Η θάλασσα είναι πλήρως καλυμμένη από μακρά άσπρα τμήματα αφρού που πετάνε στην διεύθυνση του ανέμου. Παντού οι άκρες των κυμάτων πετάγονται σε μορφή αφρών. Επηρεάζεται η ορατότητα.	Εκτεταμένες ζημιές στην βλάστηση. Περισσότερη ζημιά στις περισσότερες επιφάνειες των οροφών, της ασφάλτου, ενώ τμήματα της ασφάλτου που έχουν λυγίσει, και σπάνε εντελώς.
64-71	12	32,7-36,9	118-133	Τυφώνας	Ο αέρας είναι γεμάτος με αφρό. Η θάλασσα είναι πλήρως άσπρη με κατευθυνόμενο αφρό. Η ορατότητα επηρεάζεται πολύ σοβαρά.	Αξιοσημείωτη και εκτεταμένη καταστροφή στην βλάστηση, αρκετά παράθυρα σπάνε, δομική καταστροφή σε σπίτια και κακώς κατασκευασμένα υπόστεγα. Χαλάσματα εκτοξεύονται.

**Πίνακας 34:** Διευθύνσεις του ανέμου

<b>Συντόμευση</b>	<b>Διεύθυνση του ανέμου</b>	<b>Μοίρες</b>
N	Βόρεια	0°
NNE	Βόρεια - Βορειοανατολικά	22.5°
NE	Βορειοανατολικά	45°
ENE	Ανατολικά - Βορειοανατολικά	67.5°
E	Ανατολικά	90°
ESE	Ανατολικά - Νοτιοανατολικά	112.5°
SE	Νοτιοανατολικά	135°
SSE	Νότια - Νοτιοανατολικά	157.5°
S	Νότια	180°
SSW	Νότια - Νοτιοδυτικά	202.5°
SW	Νοτιοδυτικά	225°
WSW	Δυτικά - Νοτιοδυτικά	247.5°
W	Δυτικά	270°
WNW	Δυτικά – Βορειοδυτικά	292.5°
NW	Βορειοδυτικά	315°
NNW	Βόρεια - Βορειοδυτικά	337.5°

### 3.2 Εφαρμογή διεθνών κρατικών νομοθεσιών για το βιομηχανικό χοιροτροφείο της Β. Κρήτης

#### 3.2.1. Περιγράμματα ΕΡΑ

Από τα περιγράμματα που λαμβάνονται από το πρόγραμμα COMPLEX γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εξαγωγή συμπερασμάτων για το βιομηχανικό χοιροτροφείο της Κρήτης, καθώς οι χοιρομητέρες στο τελευταίο είναι κατά πολύ περισσότερες από αυτές των διαγραμμάτων

#### 3.2.2 Εφαρμογή εμπειρικών σχέσεων διαφόρων κρατών για το βιομηχανικό χοιροτροφείο της Β.Κρήτης

##### **Ολλανδικό πρότυπο :**

Με βάση το πρότυπο αυτό ισχύουν οι παρακάτω μετατροπές :

3872 απογαλακτισμένα χοιρίδια	→	352 mve
306 υγρές χοιρομητέρες	→	204 mve
1494 ξηρές χοιρομητέρες	→	498 mve
10803 χοίροι πάχυνσης	→	<u>10803 mve</u>
<b>Σύνολο</b>	<b>:</b>	<b>11857 mve</b>

Από το διάγραμμα 8 παρατηρούμε ότι δε μπορεί να γίνει εφαρμογή του συγκεκριμένου προτύπου στο μελετώμενο χοιροτροφείο της Κρήτης, καθώς η υπολογιζόμενη τιμή mve στο εν λόγω χοιροτροφείο είναι μακράν εκτός της κλίμακας των 500-2.500 mve.

##### **Γερμανικό πρότυπο :**

Από την αντιστοίχιση των διαφόρων ειδών χοίρων σε γερμανικές μονάδες GV λαμβάνονται τα κάτωθι :

Ξηρές χοιρομητέρες	:	1494	→	448 GV
Υγρές χοιρομητέρες με απογόνους < 4 εβδομάδων	:	306	→	122 GV
Χοιρομητέρες αντικατάστασης	:	252	→	38 GV
Weaners <= 15 kg	:	3872	→	38 GV
Fatteners	:	10803	→	1296 GV
<b>Σύνολο</b>	<b>:</b>		<b>→</b>	<b>1942 GV</b>

Πάλι, από το διάγραμμα 9 παρατηρούμε ότι το μελετώμενο χοιροτροφείο της Κρήτης είναι μακράν εκτός της κλίμακας των 0-700 GV, οπότε δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί το εν λόγω πρότυπο.

### Πρότυπο Αυστραλίας:

Βάσει του αριθμού των χοιρομητέρων της υπό εξέταση μονάδος στη Β. Κρήτη υπολογίζεται  $N=2052 \cdot 10=20520$  SPU

Οι επιμέρους παράγοντες από τους οποίους προκύπτει ο παράγοντας S είναι οι ακόλουθοι:

S1	1,0
S2	1,2 (Πόλη με περισσότερα από 100 άτομα)
S3	1,2 (Ανάγλυφο έδαφος)
S4	0,9 (Ελαφριά κάλυψη δέντρων)
S5	1,0 (Κανονικές συνθήκες ανέμων)

Με χρήση της εξίσωσης B,  $D = \sqrt{N} \cdot 50 \cdot S$ , η απαιτούμενη ελάχιστη απόσταση της χοιροτροφικής μονάδας από τον οικισμό είναι:

$$D=(20520)^{(1/2)} \cdot 50 \cdot 1.0 \cdot 1.2 \cdot 1.2 \cdot 0,9 \cdot 1.0 = \mathbf{9283 \text{ km}}$$

### 3.2 Πρόγραμμα: SCREEN VIEW

Το SCREEN model αναπτύχθηκε για να παράσχει μια εύχρηστη μέθοδο υπολογισμού της συγκέντρωσης των ρύπων. Οι υπολογισμοί αυτοί βασίζονται στο αρχείο "Screening Procedures for Estimating The Air Quality Impact of Stationary Sources" της EPA.

Η έκδοση SCREEN 3.0, μπορεί να παρουσιάσει βραχυπρόθεσμους υπολογισμούς για μονές πηγές. Αναφέρονται ενδεικτικά μερικές από τις δυνατότητες του:

- Εκτίμηση των μέγιστων συγκεντρώσεων στο επίπεδο του εδάφους και της απόστασης τους από την πηγή.
- Εκτίμηση των συγκεντρώσεων στη κοιλότητα της ζώνης ανακυκλοφορίας.
- Ενσωματώνουν τις επιδράσεις του απλού, υπερυψωμένου εδάφους για μέγιστες συγκεντρώσεις.
- 24-ωρη εκτίμηση μέσων συγκεντρώσεων λόγω της επίδρασης του πλουμίου με το σύνθετο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με το μοντέλο 'VALLEY 24-hour screening procedure'.
- Χρήση απλού μοντέλου για εκπομπές ρύπων από εκτάσεις (δηλ όχι από σημειακές πηγές) χρησιμοποιώντας μία προσέγγιση αριθμητικής ολοκλήρωσης.
- Μοντελοποίηση των επιπτώσεων απλών πηγών συγκεκριμένου όγκου χρησιμοποιώντας μια εικονική σημειακή πηγή.

- Υπολογισμός της μέγιστης συγκέντρωσης σε οποιοδήποτε καθορισμένη απόσταση σε επίπεδο ή υπερυψωμένο έδαφος, συμπεριλαμβανομένων αποστάσεων μεγαλύτερων των 100 χλμ. για μεγάλες μεταφορές.

- Λαμβάνεται υπόψη όλο το φάσμα των καιρικών συνθηκών, συμπεριλαμβανομένων όλων των κατηγοριών της σταθερότητας και της ταχύτητας του ανέμου ώστε να προσεγγιστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η μέγιστη συγκέντρωση.

- Λαμβάνεται υπόψη η άνωση που προκαλείται κατά την διασπορά (BID).

- Το μοντέλο της EPA SCREEN3 δεν είναι σε θέση να κάνει τα παρακάτω.

→ Να καθορίσει το ανώτατο όριο των επιπτώσεων από πολλαπλές πηγές, εκτός από τη διαδικασία κατά την οποία χειρίζεται πολλαπλές κοντινές μεταξύ τους καμινάδες, με τη συγχώνευση των εκπομπών σε μία ενιαία "αντιπροσωπευτική" καμινάδα.

**Σημείωση:** Το πρόγραμμα SCREEN VIEW μπορεί να διατεθεί προς χρήση ακολουθώντας τις οδηγίες του συνδέσμου

<http://www.weblakes.com/products/screen/index.html>

### 3.4 Εισαγωγή δεδομένων - Αποτελέσματα

#### 3.4.1 Εισαγωγή Δεδομένων

Αναλυτικά τα δεδομένα εισόδου για αστικής φύσεως περιοχή, όπως άλλωστε είναι και αυτή που εξετάζεται, φαίνονται παρακάτω.

<b>Terrain Options</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> Simple Terrain</li><li><input type="radio"/> Complex Terrain</li><li><input checked="" type="radio"/> Complex + Simple Terrain</li></ul>	<b>Simple Terrain</b> <ul style="list-style-type: none"><li><input type="radio"/> Flat Terrain</li><li><input checked="" type="radio"/> Elevated Terrain</li></ul>
---	--

<b>Meteorology for Complex Terrain Screening</b>	
For Complex Terrain, EPA's SCREEN3 Model automatically selects the following meteorological parameters:	
Stability Class:	<input type="text" value="E"/> (Urban Dispersion)
Wind Speed:	<input type="text" value="2.5 m/s"/> (at Stack Height)

**Meteorology for Simple Terrain Screening**

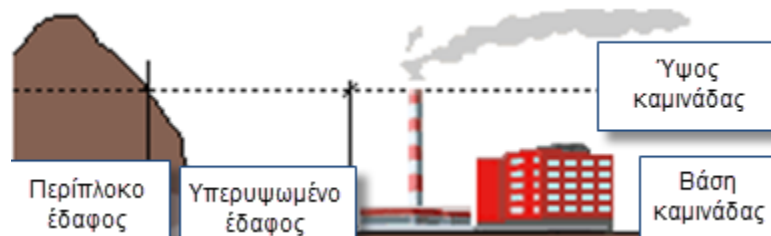
Full Meteorology (All Stability Classes and Wind Speeds)  
 Single Stability Class  
 Single Stability Class and Wind Speed

Stability Class:

10-Meters Wind Speed:  [m/s]

Wind Speed Range:  [m/s]

Όπως φαίνεται και στο σχήμα το elevated terrain αφορά στο έδαφος που βρίσκεται ίσα ή χαμηλότερα του σημείου έκλυσης της καμινάδας, ενώ το complex terrain αφορά στο έδαφος που βρίσκεται πάνω από το σημείο έκλυσης της καμινάδας.



**Σχήμα 6** Σχηματική παρουσίαση χρησιμοποιούμενης ορολογίας όσον αφορά στο έδαφος κοντά στο σημείο έκλυσης

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται επίσης το αντίστοιχο ύψος του εδάφους που έχει επιλεγεί για την περίπτωση Complex+simple terrain, αν θεωρήσουμε ότι ανά 100 μέτρα απόσταση από την πηγή έχουμε υψομετρική αύξηση του εδάφους κατά 1 m:

Complex Terrain (Discrete Receptor Distances)

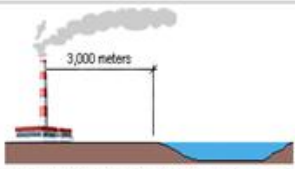
Units: [m]

Υψος εδάφους από τη βάση της καμινάδας

Απόσταση από την πηγή

#	Terrain Height Above Stack Base	Distance from Source
1	7	800
2	8	900
3	9	1000
4	10	1100
5	11	1200
6	14	1500
7	16	1700
8	18	1900
9	19	2000
10	20	2100
11	21	2200
12	23	2400
13	26	2700
14	29	3000
15	32	3300
16	33	3400
*	34	3500

Επίσης, σημειώνεται ότι για την πηγή έχει προστεθεί η επιλογή της ύπαρξης μεγάλου υδάτινου όγκου (θάλασσα) και σε απόσταση μικρότερη των 3.000 m, όπως φαίνεται ακολούθως :



The Shoreline Fumigation option should only be used if your source is within 3000 m of a large body of water.

Fumigation (if Rural and Stack Height >= 10 m)

Fumigation Calculation

Shoreline Fumigation

Shoreline Fumigation

Shortest Distance from Source to Shoreline:

[ ] [m]

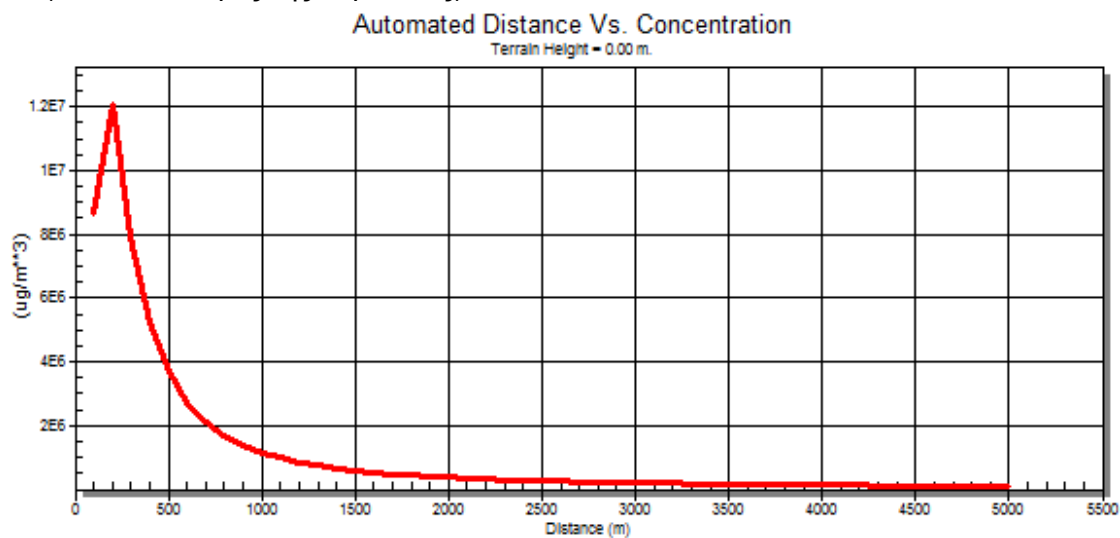
Υδάτινος όγκος

### 3.4.2.Αποτελέσματα

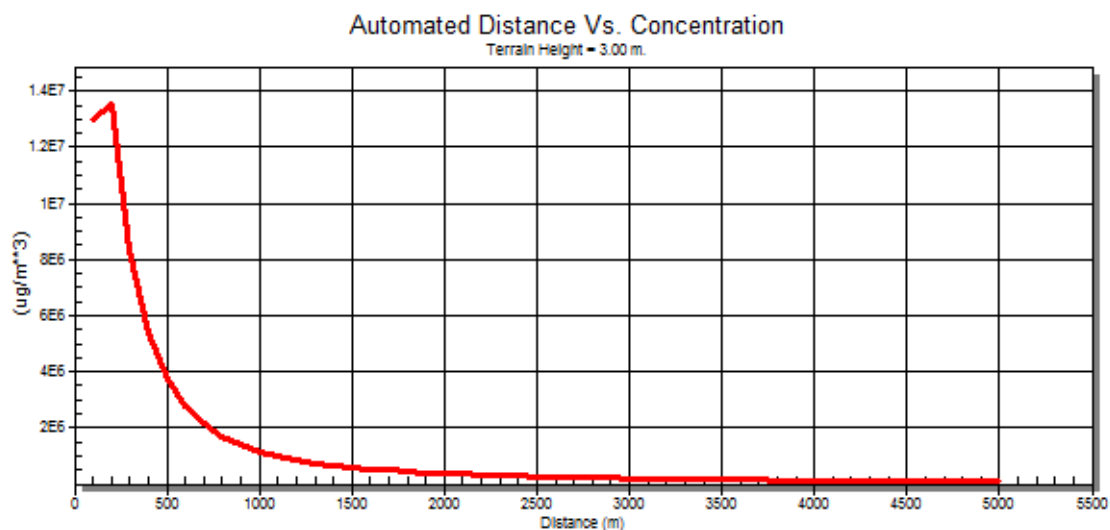
Α. Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέγιστους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης : 383.959  $ou_E/s$ .

#### 1) Simple - Elevated terrain

Μετά την εισαγωγή των δεδομένων εισόδου για την περίπτωση simple-elevated terrain προέκυψαν τα ακόλουθα γραφήματα για υψομετρικές διαφορές 0 m, 3 m και 6 m (όσο και το ύψος της καμινάδας).

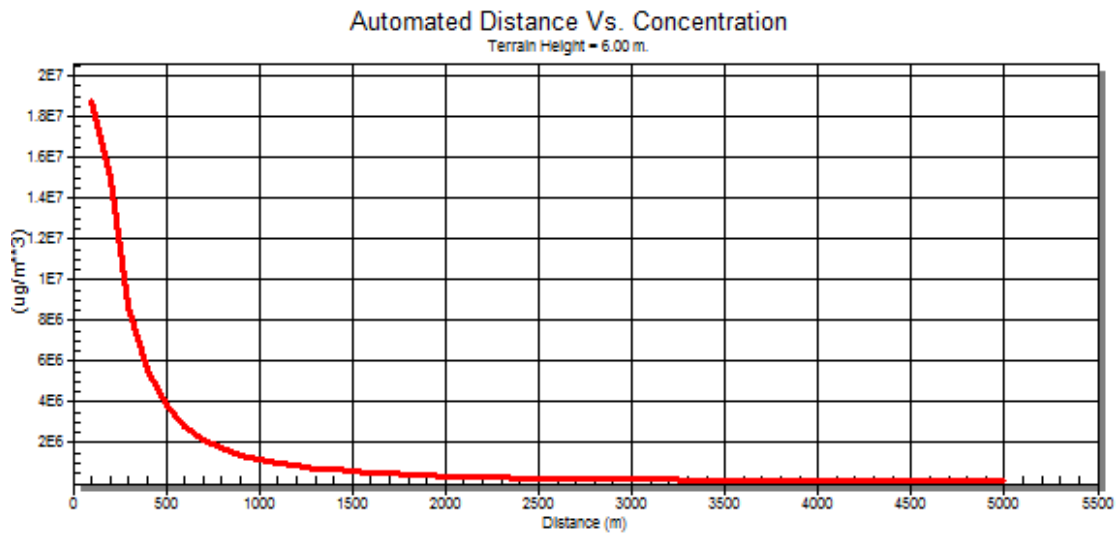


**Γράφημα 1**



**Γράφημα 2**



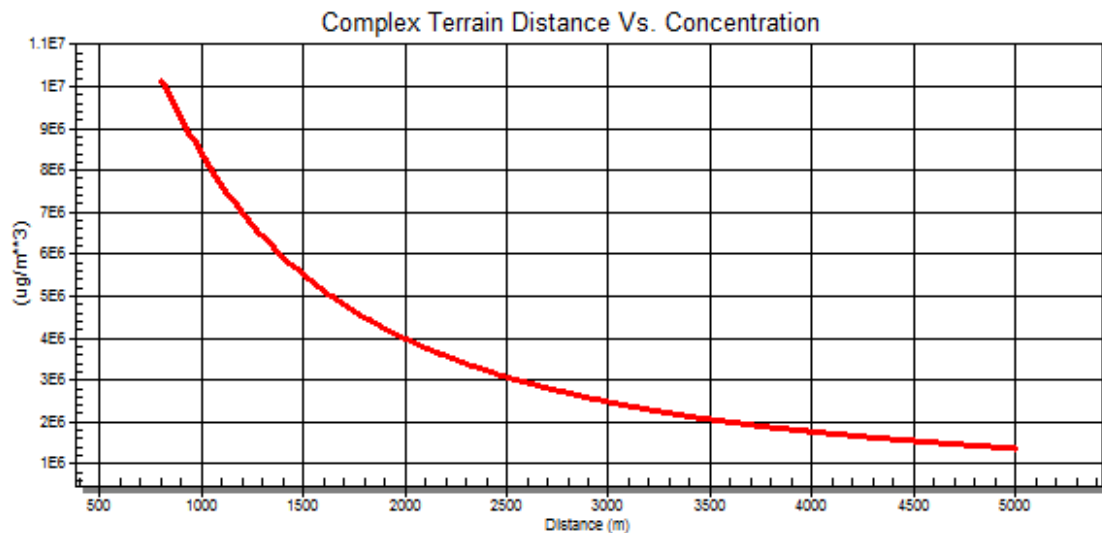


**Γράφημα 3**

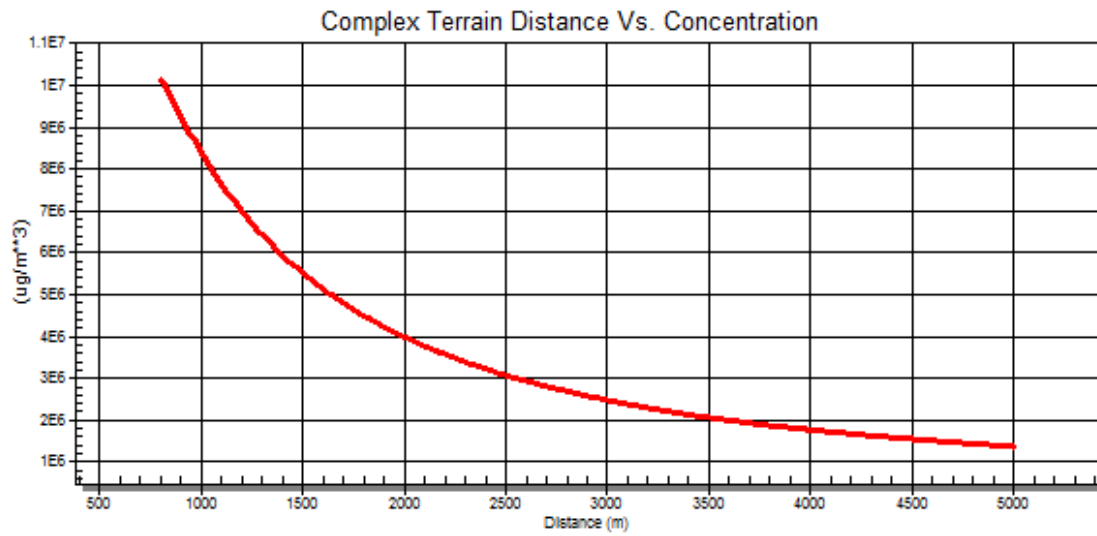
Παρατηρήσεις: Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος όταν ο υποδοχέας βρίσκεται χαμηλότερα ή στο ίδιο ύψος με το σημείο έκλυσης, οι οσμές προκαλούν ενόχληση μόνο σε πολύ κοντινές αποστάσεις από την πηγή (περίπου στα 200 m) .

**II) Complex terrain**

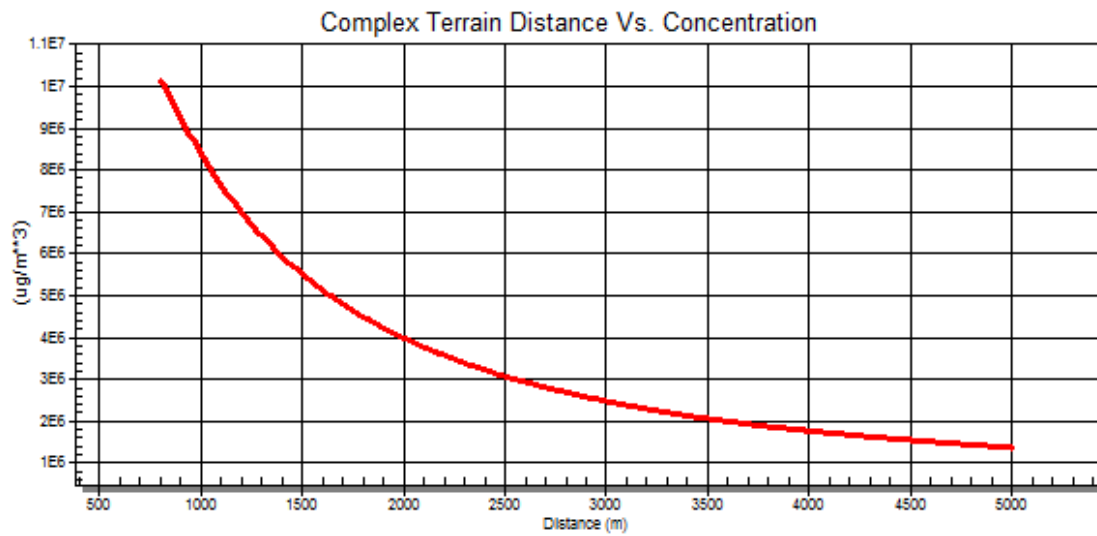
Με την εισαγωγή των προαναφερθέντων δεδομένων εισόδου προέκυψαν τα ακόλουθα γραφήματα για υψομετρικές διαφορές 7 m, 20 m, 30 m, 45 m.



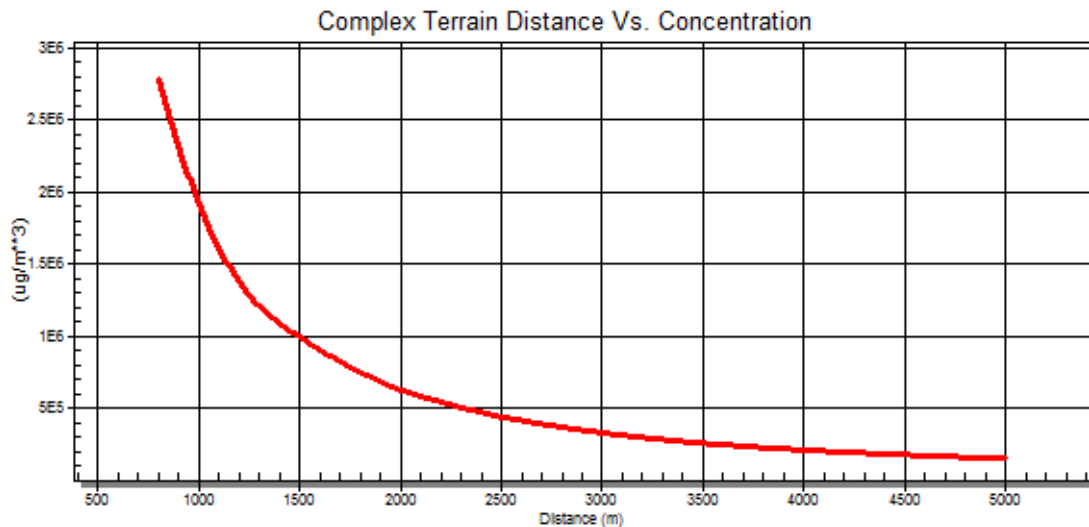
**Γράφημα 4 Υψομετρική διαφορά 7 m**



**Γράφημα 5 Υψομετρική διαφορά 20 m**



**Γράφημα 6 Υψομετρική διαφορά 30 m**



### **Γράφημα 7 Υψομετρική διαφορά 45 m**

#### **Παρατηρήσεις:**

Γραφήματα 4-5-6: Θεωρώντας ότι η μονάδα τηρεί την νομοθεσία, οι αποστάσεις της από τους οικισμούς είναι μεγαλύτερες των 1500 m. Παρατηρούμε όμως ότι για υψομετρικές διαφορές 7-45 m (και ύψος καμινάδας 6 m), στα 1500 m, οι οσμές μπορεί να ενοχλήσουν τους κατοίκους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=5,5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

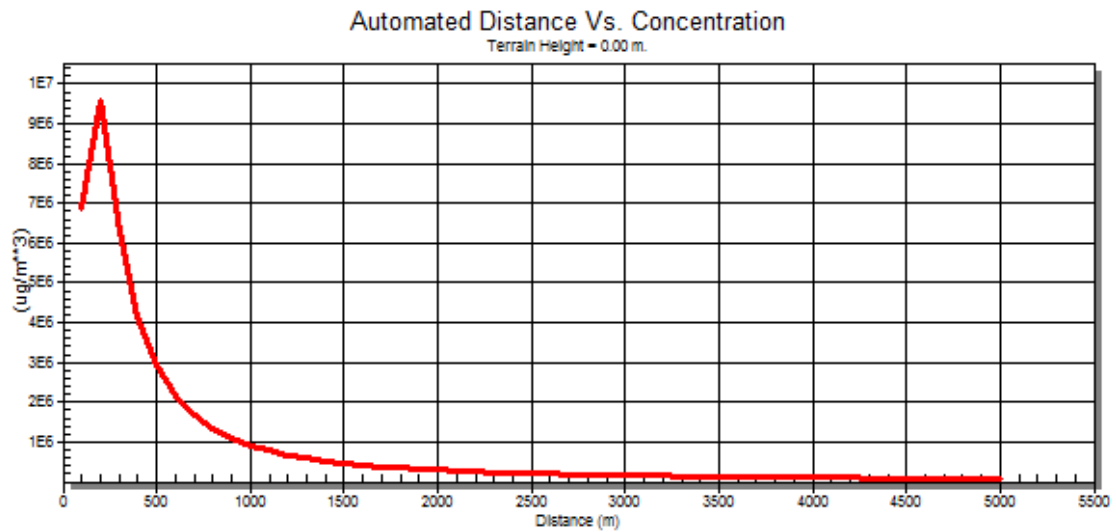
Αλλά και σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές μπορούν να ενοχλήσουν, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=4 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

**Η ΕΡΑ προτείνει ως περιοριστική τιμή για νέες μονάδες τη συγκέντρωση  $C=3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ . Αυτή η συγκέντρωση επιτυγχάνεται σε απόσταση 2500 m.**

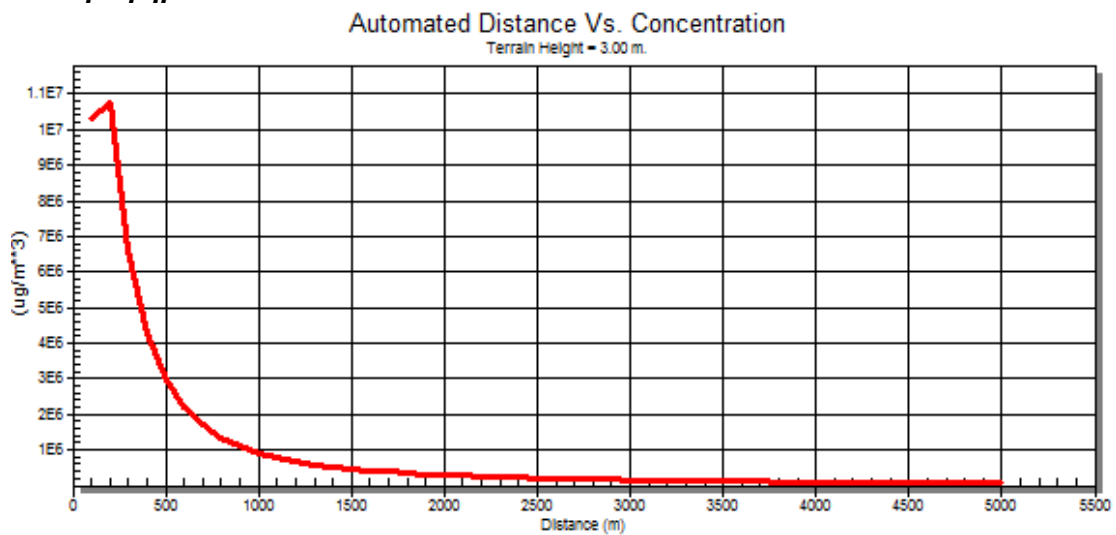
Γράφημα 7: Παρατηρούμε ότι για υψομετρική διαφορά μεγαλύτερη των 45 m (και ύψος καμινάδας 6 m) η επίδραση των οσμών μειώνεται δραματικά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στα 1500 m η συγκέντρωση των οσμών φτάνει το  $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$  και η τιμή αυτή ελαττώνεται συνεχώς όσο μεγαλώνει η απόσταση από την μονάδα.

B) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέσους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης : 305.782 ου<sub>E</sub>/s.

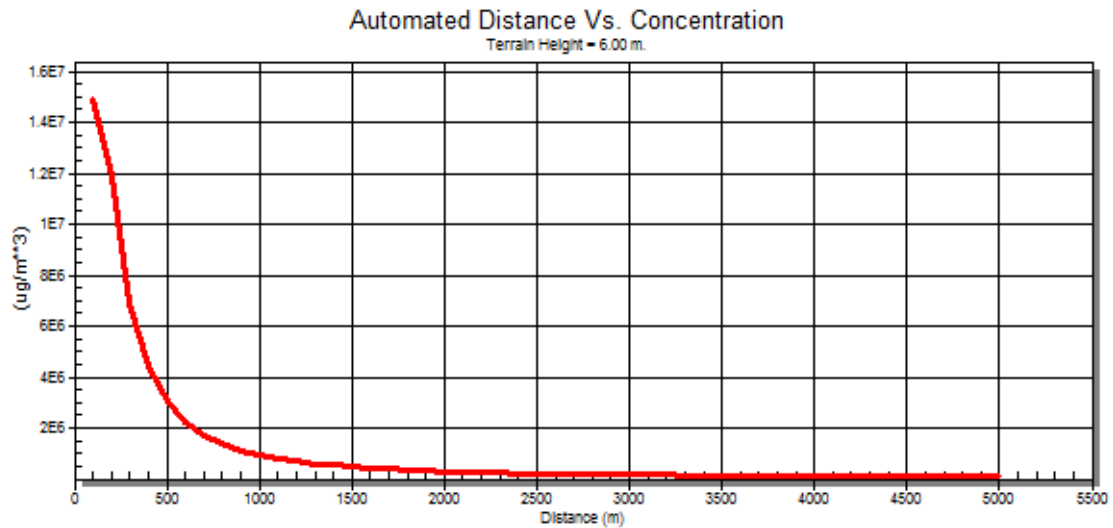
**I) Elevated terrain**



**Γραφημα 8**



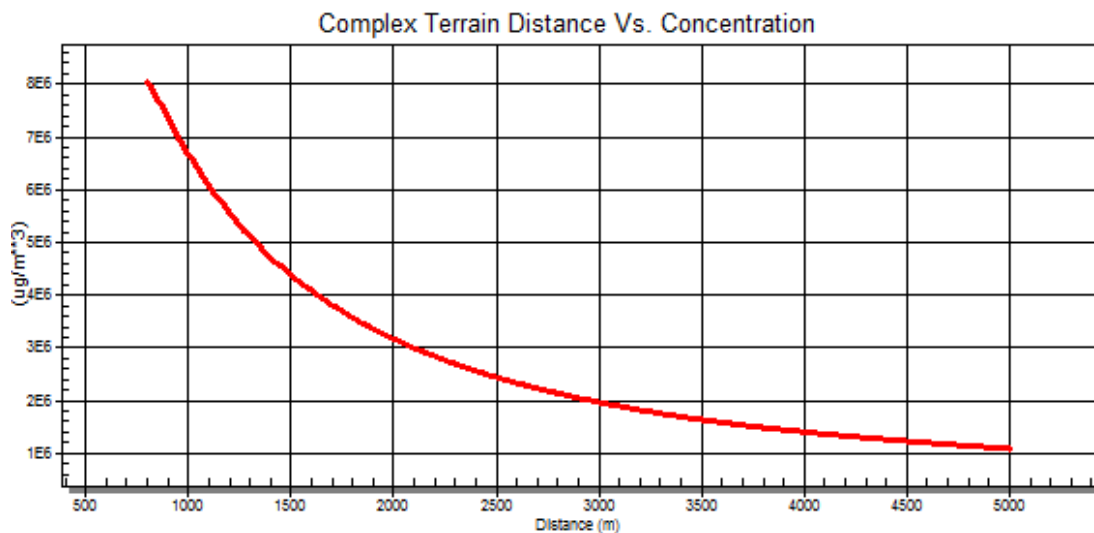
**Γράφημα 9**



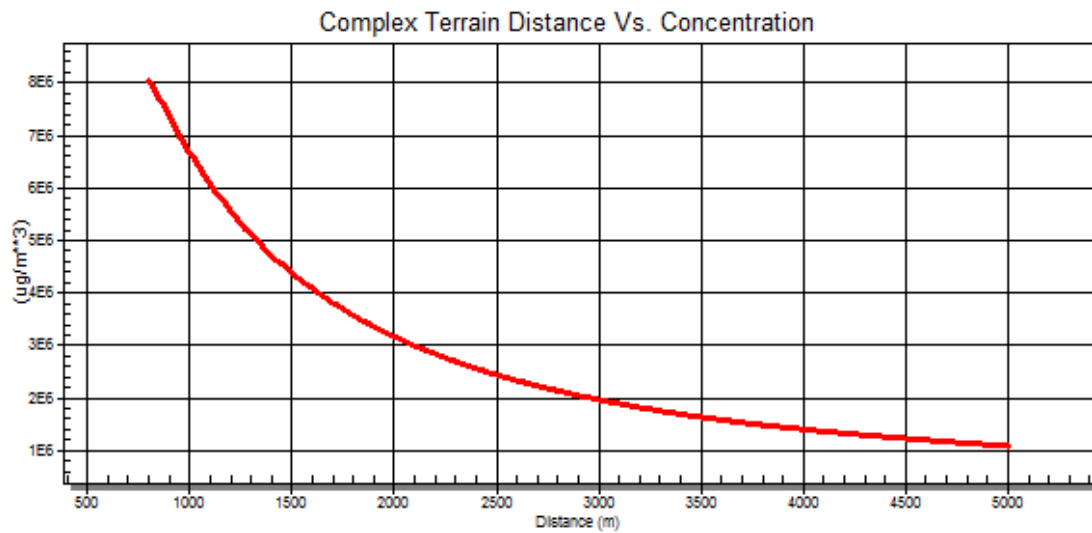
**Γράφημα 10**

Παρατηρήσεις: Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του προγράμματος, όταν ο υποδοχέας βρίσκεται χαμηλότερα ή στο ίδιο ύψος από το σημείο έκλυσης οι οσμές προκαλούν ενόχληση μόνο σε κοντινές αποστάσεις από την πηγή (περίπου στα 200 m).

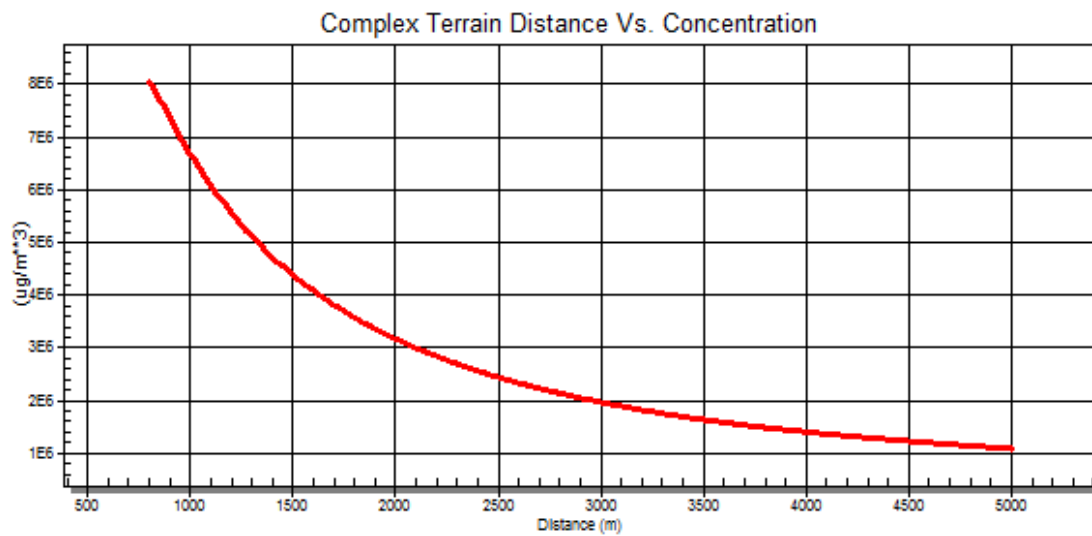
**II) Complex terrain**



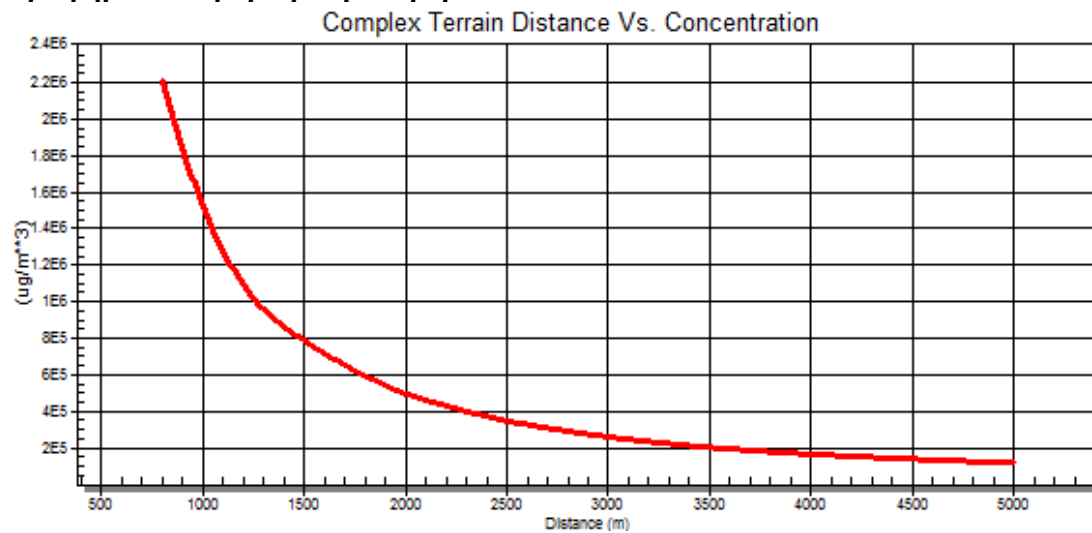
**Γράφημα 11 Υψομετρική διαφορά 7 m**



**Γράφημα 12 Υψομετρική διαφορά 20 m**



**Γραφημα 13 Υψομετρική διαφορά 30 m**



**Γράφημα 14 Υψομετρική διαφορά 45 m**

Γραφήματα 11-12-13-14: Θεωρώντας ότι η μονάδα τηρεί τη νομοθεσία, οι αποστάσεις της από τους οικισμούς είναι μεγαλύτερες των 1500 m. Παρατηρούμε όμως ότι για υψομετρικές διαφορές 7-45 m (και ύψος καμινάδας 6 m), στα 1500 μέτρα, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν έντονα τους κατοίκους καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=4,5 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .

Αλλά και σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές μπορούν να ενοχλήσουν έντονα, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=3,2 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .

**Η ΕΡΑ προτείνει ως περιοριστική τιμή για νέες μονάδες την συγκέντρωση  $C=3\text{ου}_E/\text{m}^3$ . Αυτή η συγκέντρωση επιτυγχάνεται σε απόσταση 2100 m.**

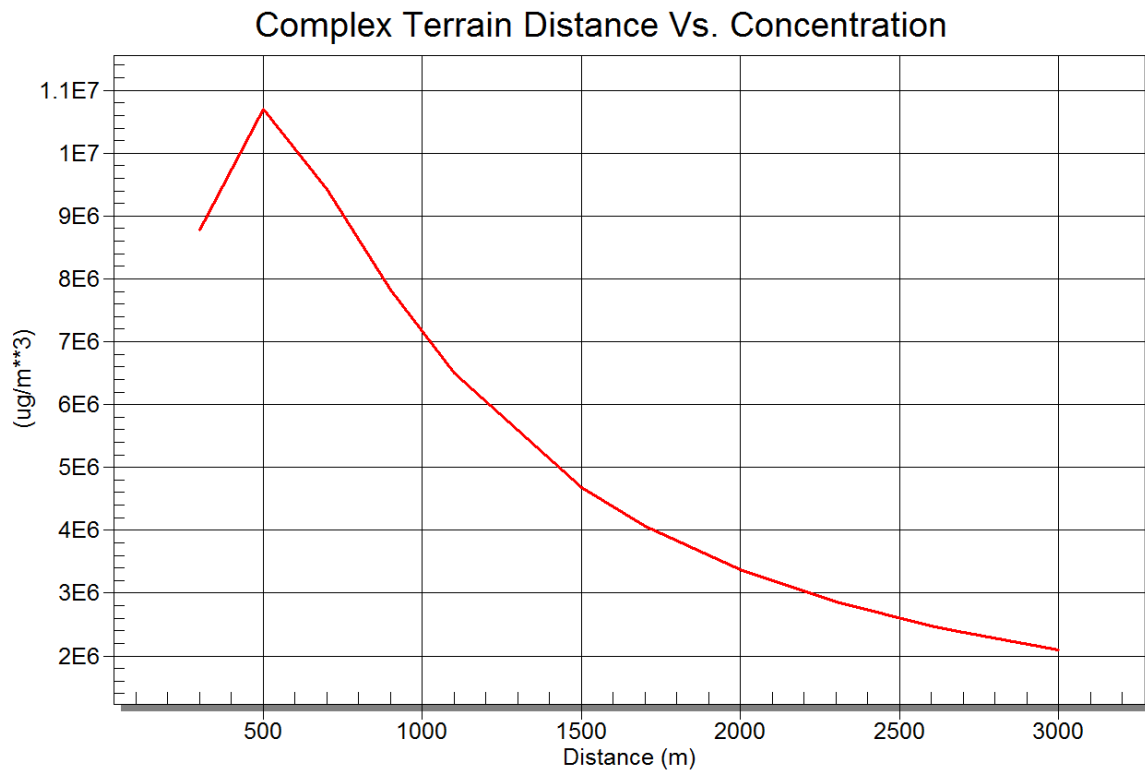
Επιπλέον, θα υπολογιστεί η επίδραση που έχει στα αποτελέσματα που λαμβάνονται από το ScreenView η αύξηση του ύψους της καμινάδας. Έτσι θα γίνει μια περαιτέρω ανάλυση προκειμένου να προταθεί, αν αυτό είναι δυνατόν, λύση ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις των αέριων ρύπων από την υπό εξέταση πηγή έκλυσης.

Γ) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους συνολικούς συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 10%: 422.355 ου<sub>E</sub>/s

Στη συγκεκριμένη περίπτωση θα ελεγχθεί η περίπτωση κατά την οποία οι συνολικές εκπομπές είναι αυξημένες κατά 10%, ως μια πρώτη προσέγγιση των ελληνικών δεδομένων. Εισάγουμε, επομένως, τον τροποποιημένο ρυθμό εκπομπής (Πιν.24), όπως φαίνεται ακολούθως :

<b>Source Type</b>		<b>Dispersion Coefficient</b>		<b>Flagpole Receptor</b>	
<input checked="" type="radio"/> Point	<input type="radio"/> Area	<input checked="" type="radio"/> Urban		Receptor Height	1.7 [m]
<input type="radio"/> Flare	<input type="radio"/> Volume	<input type="radio"/> Rural		Above Ground:	
<b>Point Source Parameters</b>					
Emission Rate:	423563.58	[g/s]			
Stack Height:	6	[m]			
Stack Inside Diameter:	5.34	[m]			
Stack Gas Exit	Flow Rate	284	[m <sup>3</sup> /s]		
Stack Gas Exit Temperature:	303	[K]			
Ambient Air Temperature (default 293 K):	303	[K]			

Οπότε και λαμβάνεται το ακόλουθο γράφημα :



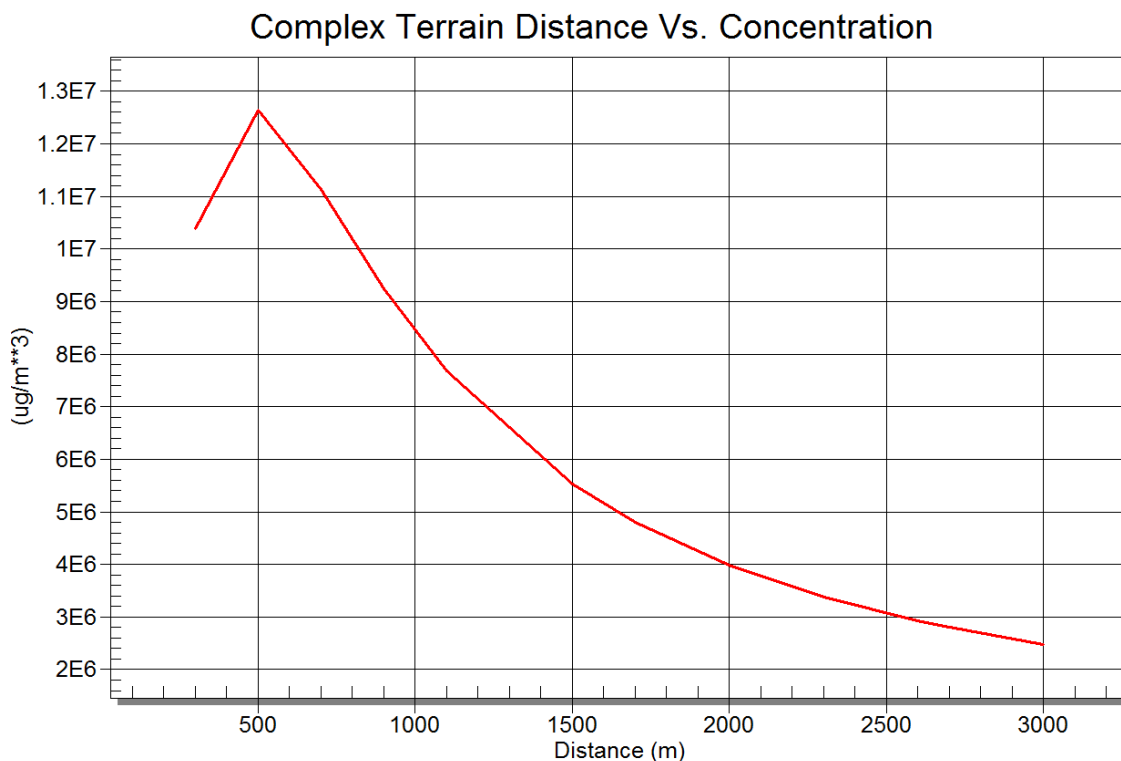
**Γράφημα 15 110% Συνολικών εκπομπών**

Ακολουθώντας την ίδια μεθοδολογία και μεταβάλλοντας μόνο το ρυθμό έκλυσης αερίων που εξέρχονται από την καμινάδα, σύμφωνα με τον Πιν.24, λαμβάνουμε τα κάτωθι γραφήματα για τις αντίστοιχες περιπτώσεις που σημειώνονται :



Δ) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους συνολικούς συντελεστές εκπομπής της Ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 30%: 499.147 ου<sub>E</sub>/s

Εδώ μελετάται η περίπτωση της Ιρλανδικής μελέτης αυξημένη, όμως κατά 30% καθώς το κλίμα της Ελλάδος διαφέρει κατά πολύ από το αντίστοιχο στην Ιρλανδία. Επομένως, οι συνολικές εκπομπές από την καμινάδα θα είναι : 499.147 ου<sub>E</sub>/s



#### **Γράφημα 16 130% Συνολικών εκπομπών**

Γραφήματα 15-16: Θεωρώντας ότι η μονάδα τηρεί την νομοθεσία, οι αποστάσεις της από τους οικισμούς είναι μεγαλύτερες των 1500 m. Παρατηρούμε και πάλι, όμως, ότι σε απόσταση 1500 μέτρων, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν έντονα τους κατοίκους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=5,5 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .

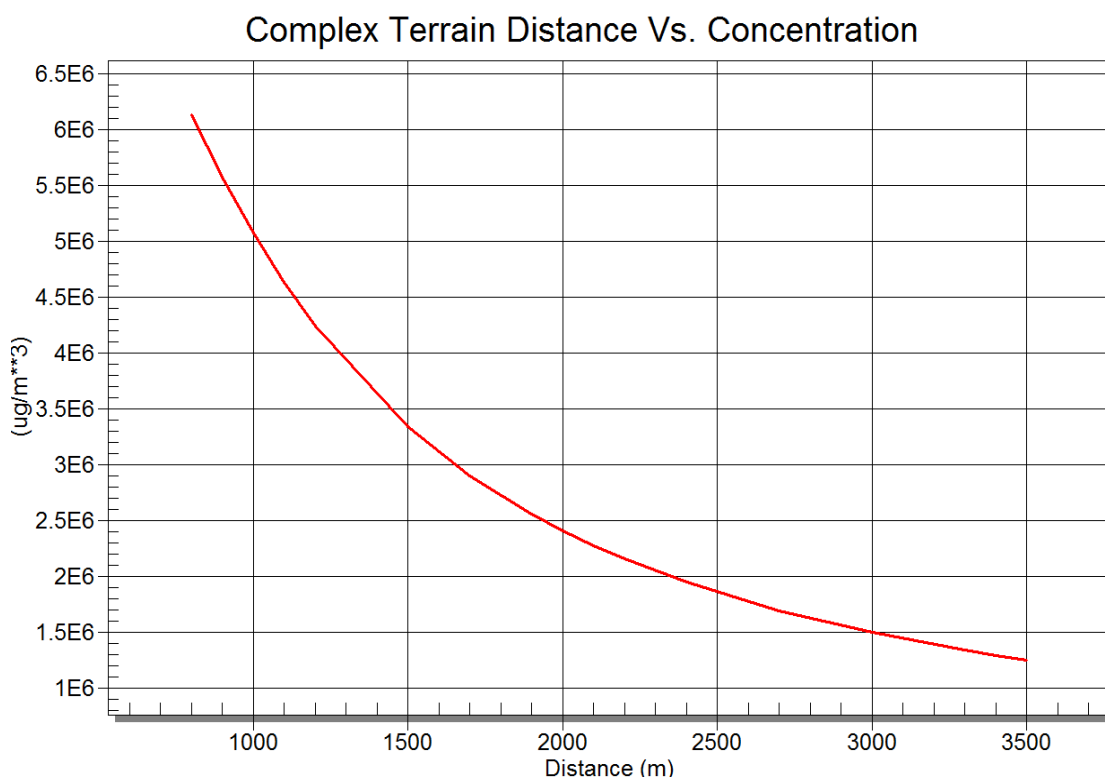
Αλλά και σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές μπορούν να ενοχλήσουν έντονα καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=4 \text{ ου}_E/\text{m}^3$ .

**Η ΕΡΑ προτείνει ως περιοριστική τιμή για νέες μονάδες την συγκέντρωση  $C=3\text{ου}_E/\text{m}^3$ . Αυτή η συγκέντρωση επιτυγχάνεται σε απόσταση περίπου 2500 m.**

Ε) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέσους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 10%: 301.051 ου<sub>E</sub>/s

Στην εν λόγω περίπτωση ακολουθήθηκε μια διαφορετική προσέγγιση, όσον αφορά στις εκπομπές αερίων από την καμινάδα προκειμένου να αποκτηθεί μια σφαιρική αντίληψη για τις εκπομπές αερίων καθ' όλη τη διάρκεια ενός έτους.

Έτσι, προσαυξήθηκε κατά 10% ο μέσος όρος των τιμών των συντελεστών εκπομπής με αποτέλεσμα το παρακάτω γράφημα :



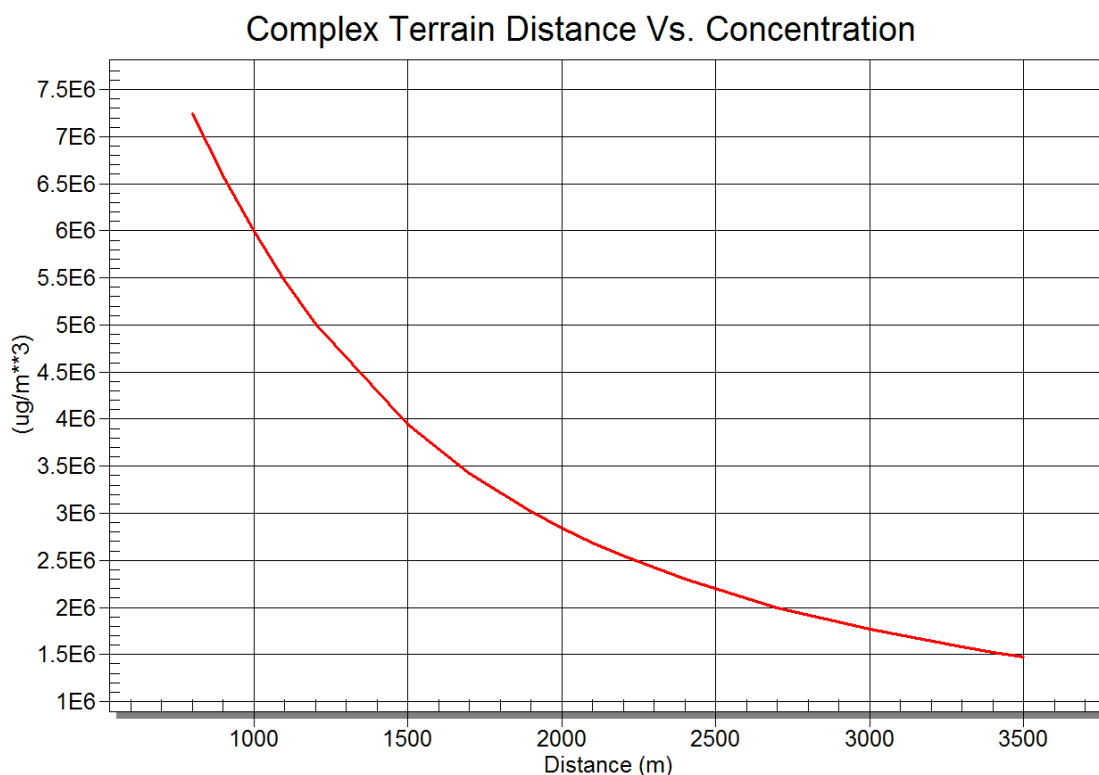
#### **Γράφημα 17 110% Μέσης τιμής εκπομπών**

Γράφημα 18: Για απόσταση 1500 m από τη μονάδα, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν αρκετά τους κατοίκους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=3,4\text{ου}_E/\text{m}^3$ .

Σε απόσταση 2000 m από τη μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές δεν ενοχλούν έντονα τους περίοικους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=2,4\text{ου}_E/\text{m}^3$ , **ενώ η επιθυμητή συγκέντρωση  $C=3\text{ου}_E/\text{m}^3$  επιτυγχάνεται σε απόσταση περίπου 1700 m**

ΣΤ) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέσους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 30%: 355.788 ου<sub>E</sub>/s

Όπως και προηγουμένως μελετήθηκε η περίπτωση της μέσης τιμής των συντελεστών εκπομπής, αλλά στη συγκεκριμένη περίπτωση η προσαύξηση θα είναι 30% :



### **Γράφημα 18 130% Μέσης τιμής εκπομπών**

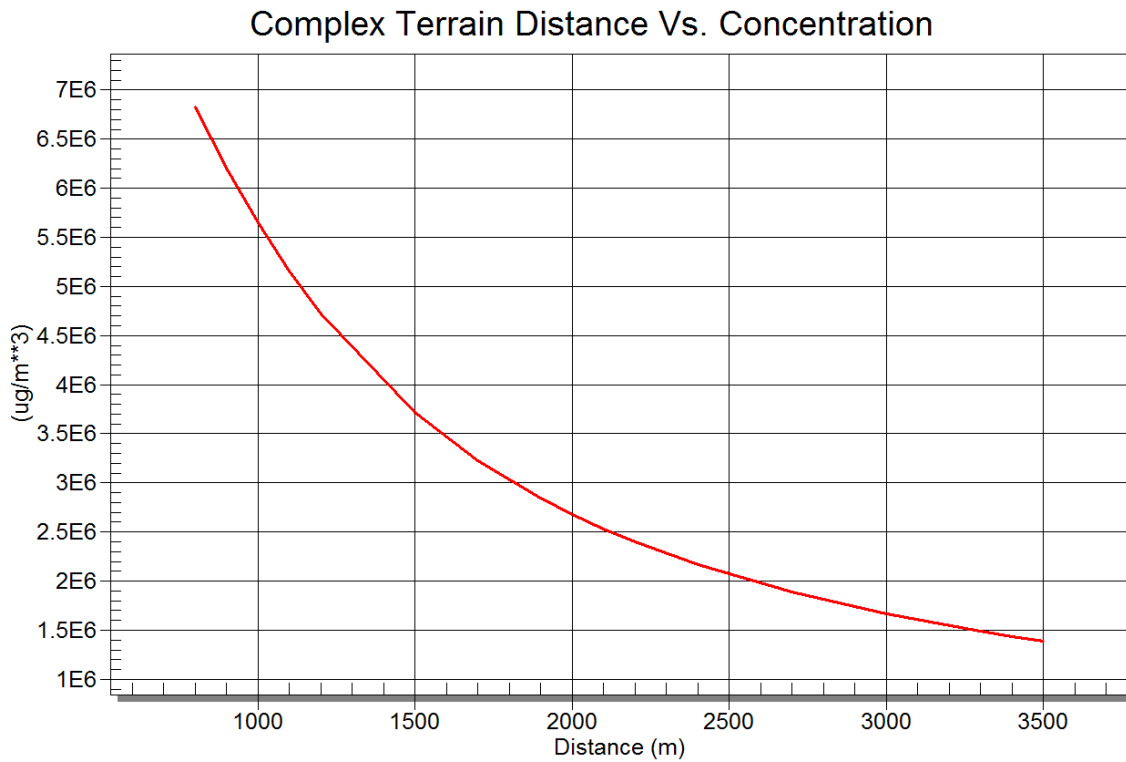
Γράφημα 18: Για απόσταση 1500 m από τη μονάδα, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν αισθητά τους κατοίκους καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=3,9\text{ου}_E/\text{m}^3$ .

Σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές δεν ενοχλούν έντονα τους περίοικους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=2,8\text{ου}_E/\text{m}^3$ .

**Και πάλι τονίζεται ότι η EPA προτείνει ως περιοριστική τιμή για νέες μονάδες την συγκέντρωση  $C=3\text{ου}_E/\text{m}^3$ , ενώ αυτή η συγκέντρωση επιτυγχάνεται σε απόσταση περίπου 1900 m.**

Z) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέσους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 10%: 336360 ου<sub>E</sub>/s

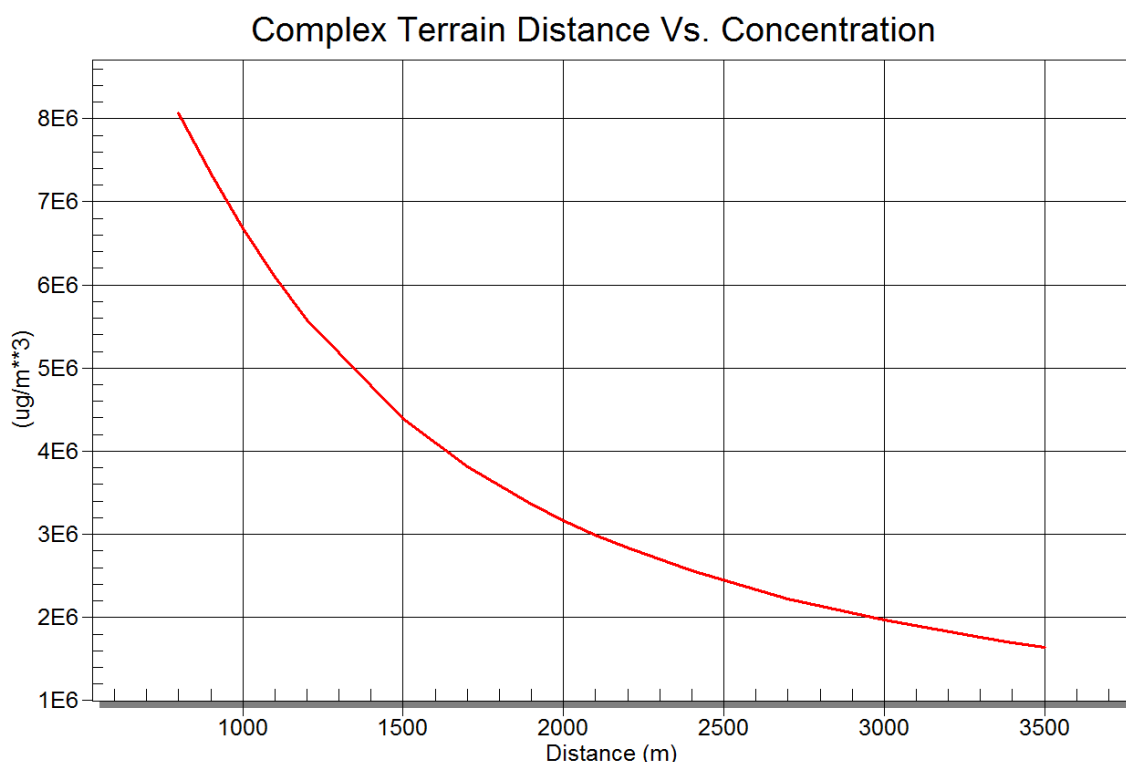
Εδώ έγινε χρήση των τιμών της EPA, αλλά αυξημένων κατά 10%, ώστε να προσεγγίζουν κατά κάποιο τρόπο τα ελληνικά δεδομένα :



**Γράφημα 18 110% Τιμής κατά EPA**

H) Υπολογισμοί με βάση τις εκπομπές που προκύπτουν από τους μέσους συντελεστές εκπομπής της ιρλανδικής μελέτης προσαυξημένους κατά 30%: 397.517 ου<sub>E</sub>/s

Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση έγινε χρήση του συντελεστή εκπομπής κατά EPA με μια αύξηση της τιμής αυτής κατά 30% :



#### **Γράφημα 19 130% Τιμής κατά EPA**

Γράφημα 18-19: Για απόσταση 1500 m από τη μονάδα, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν αισθητά τους κατοίκους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=3,9\text{ου}_E/\text{m}^3$ .

Σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές δεν ενοχλούν έντονα τους περίοικους, καθώς η συγκέντρωσή τους ανέρχεται σε  $C=2,8\text{ου}_E/\text{m}^3$ .

**Η προτεινόμενη κατά EPA συγκέντρωση επιτυγχάνεται σε απόσταση περίπου 1800m για την 1<sup>η</sup> περίπτωση και 2100 m στη 2<sup>η</sup>.**

### 3.5 Υπολογισμοί και επίδραση θερμοκρασίας περιβάλλοντος στη συγκέντρωση σε τυχαία απόσταση από την πηγή

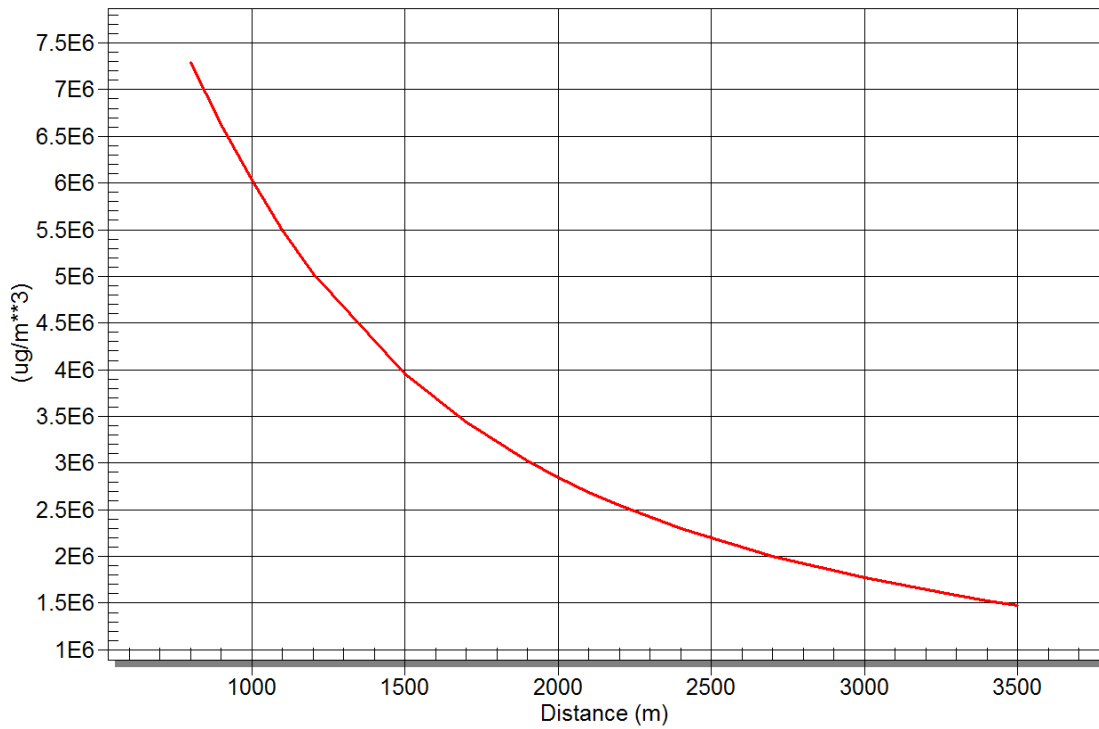
Προκειμένου να διαπιστώσουμε την επίδραση που έχει η θερμοκρασία περιβάλλοντος (και κατ' επέκταση η θερμοκρασία εξόδου του αερίου μίγματος) στα αποτελέσματα που λαμβάνονται κατά την εκτέλεση του προγράμματος, θα γίνει σύγκριση για θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 20-30°C για τη μέση τιμή εκπομπής για την Ιρλανδία προσαυξημένη κατά 30% (356881.135 ου<sub>E</sub>/s).

Τα δεδομένα εισαγωγής στο Screen View για θερμοκρασία 20 °C είναι τα ακόλουθα :

<b>Source Type</b>		<b>Dispersion Coefficient</b>		<b>Flagpole Receptor</b>	
<input checked="" type="radio"/> Point	<input type="radio"/> Area	<input checked="" type="radio"/> Urban		Receptor Height	
<input type="radio"/> Flare	<input type="radio"/> Volume	<input type="radio"/> Rural		Above Ground:	<input type="text" value="1.7"/> [m]
<b>Point Source Parameters</b>					
Emission Rate:	<input type="text" value="356881.135"/>				[g/s]
Stack Height:	<input type="text" value="6"/>				[m]
Stack Inside Diameter:	<input type="text" value="5.34"/>				[m]
Stack Gas Exit	<input type="text" value="Flow Rate"/>			<input type="text" value="284"/>	[m3/s]
Stack Gas Exit Temperature:	<input type="text" value="291"/>				[K]
Ambient Air Temperature (default 293 K):	<input type="text" value="291"/>				[K]

Και το γράφημα που εξάγεται :

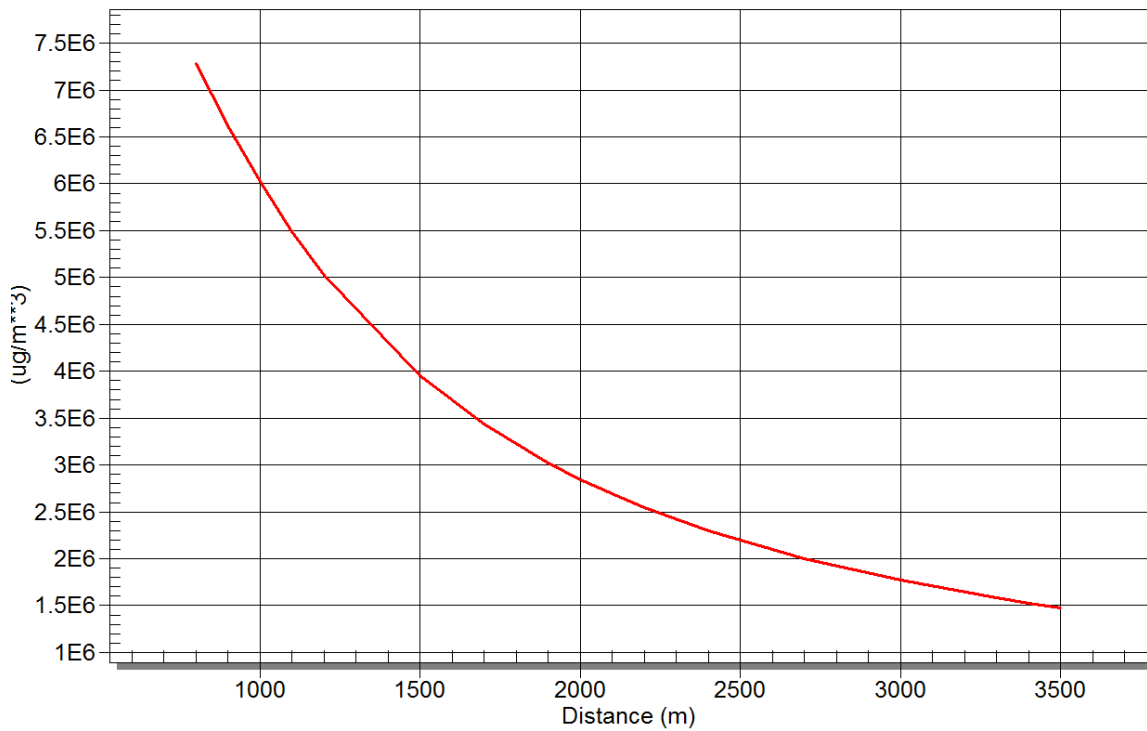
Complex Terrain Distance Vs. Concentration



Γράφημα 20 Θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C

Ανάλογα, για θερμοκρασία 22 °C

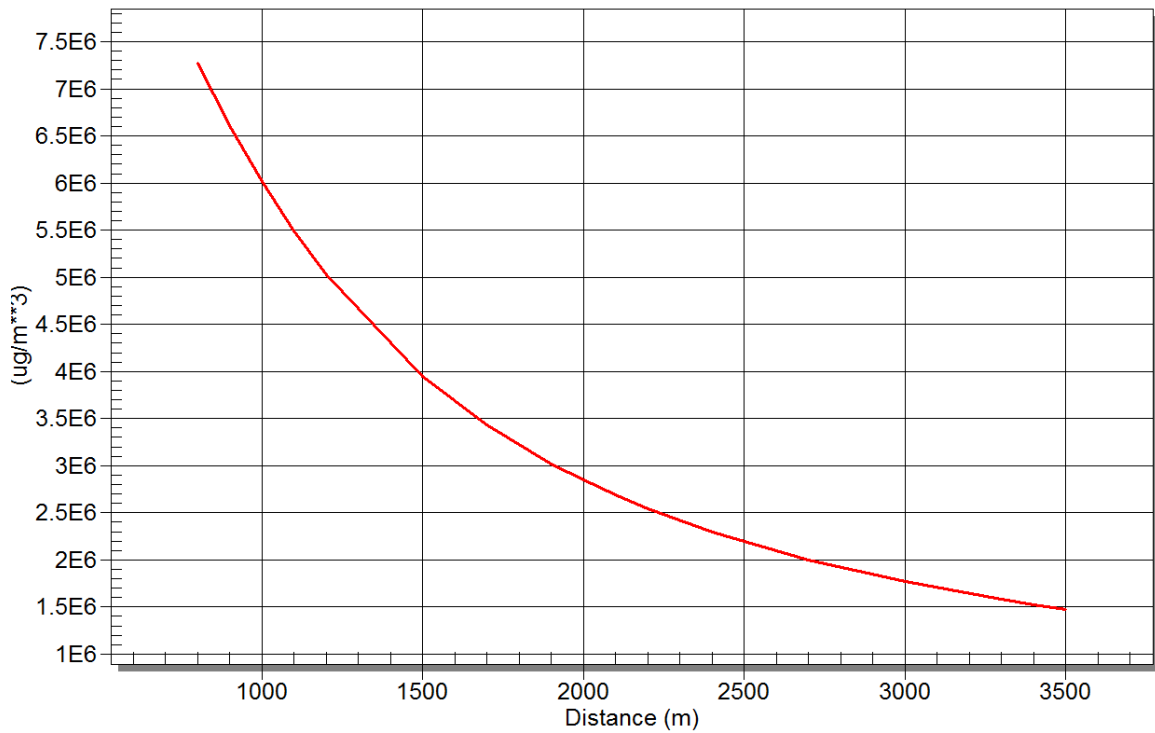
Complex Terrain Distance Vs. Concentration



Γράφημα 21 Θερμοκρασία περιβάλλοντος 22°C

Για θερμοκρασία 24 °C

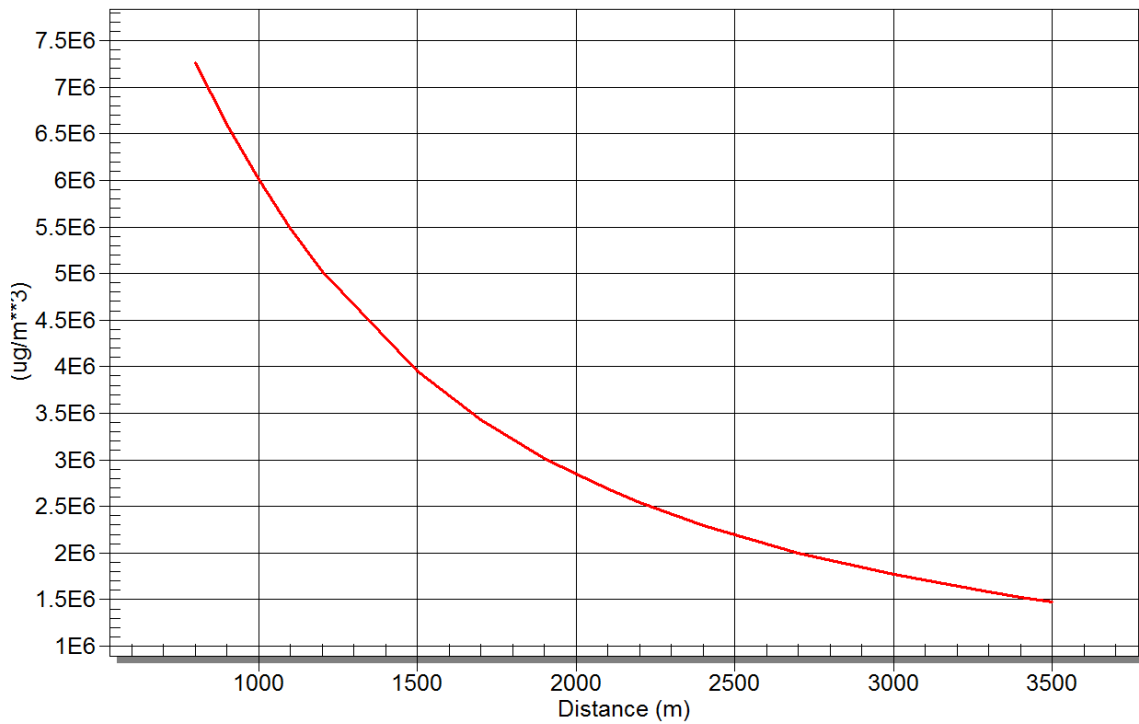
**Complex Terrain Distance Vs. Concentration**



**Γράφημα 22 Θερμοκρασία περιβάλλοντος 24°C**

Για θερμοκρασία 26°C

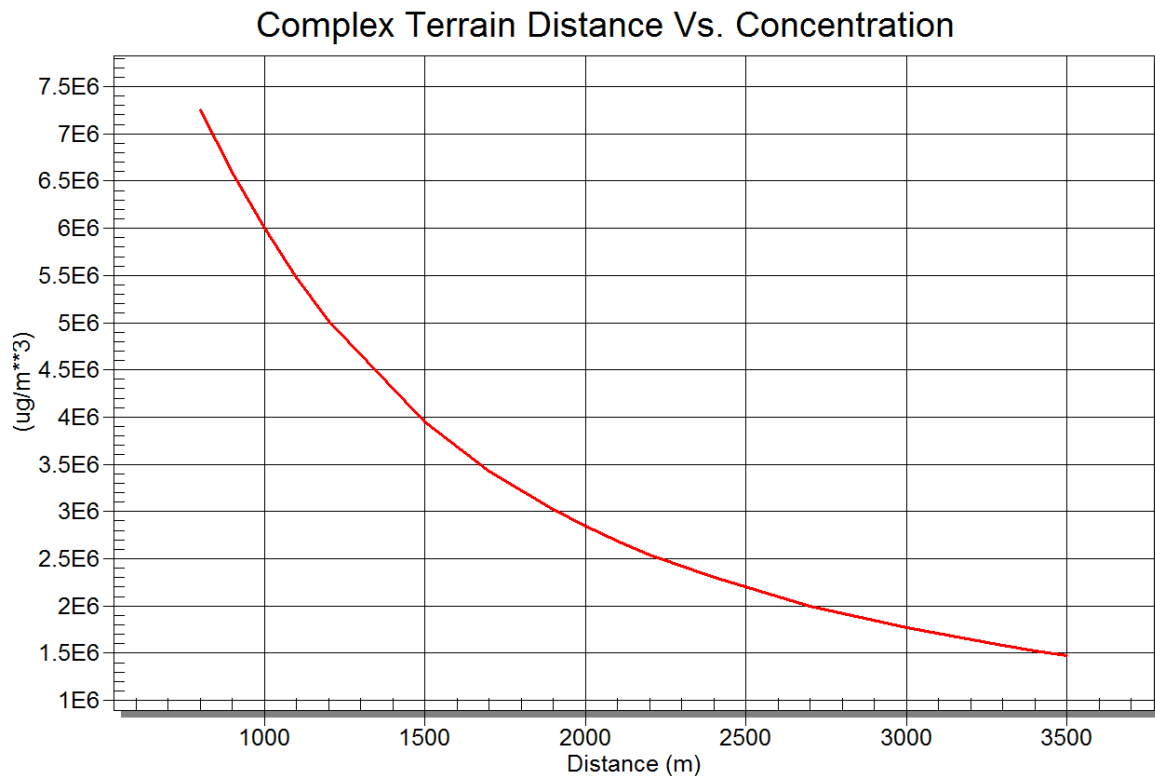
**Complex Terrain Distance Vs. Concentration**



**Γράφημα 23 Θερμοκρασία περιβάλλοντος 26°C**

Για θερμοκρασία 28°C





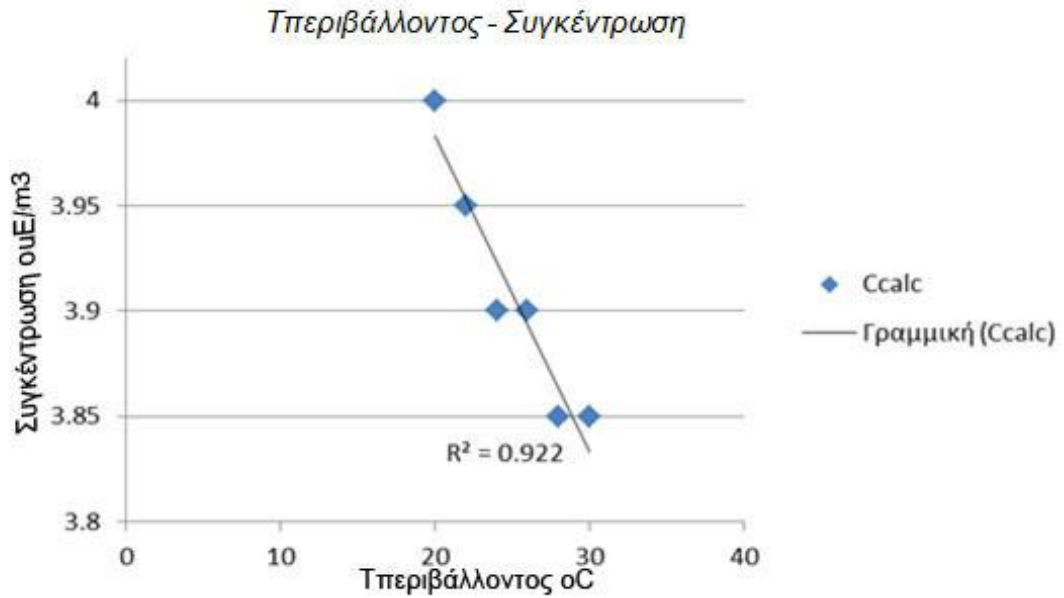
**Γράφημα 24 Θερμοκρασία περιβάλλοντος 28 °C**

Γράφημα 20-24: Για απόσταση 1500 m από τη μονάδα, οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν αρκετά τους κατοίκους, καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=3,9 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

Σε απόσταση 2000 m από την μονάδα οι εκπεμπόμενες οσμές δεν ενοχλούν έντονα τους περίοικους ,καθώς η συγκέντρωση τους ανέρχεται σε  $C=2,8 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ .

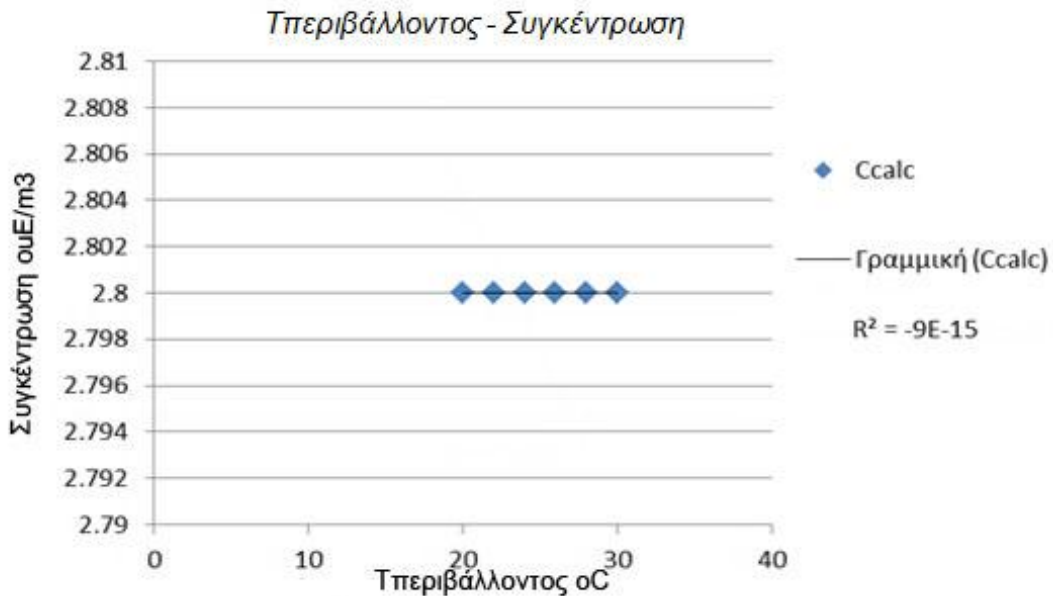
**Η συγκέντρωση των  $C=3\text{ou}_E/\text{m}^3$  επιτυγχάνεται σε απόσταση περίπου 1900 m .**

Εύκολα γίνεται αντιληπτό ότι η επίδραση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος για το θερμοκρασιακό εύρος 20-30 °C δεν επιφέρει καμία ουσιαστική αλλαγή στη συγκέντρωση που μετράται. Ενώ, αν παραστήσουμε γραφικά τη συγκέντρωση συναρτήσει της θερμοκρασίας περιβάλλοντος για απόσταση από την καμινάδα π.χ. για απόσταση 1500 m από την πηγή έκλυσης έχουμε :



**Γράφημα 25** Θερμοκρασία περιβάλλοντος και συγκέντρωση για απόσταση 1500 m από την πηγή

Ανάλογα είναι βέβαια και τα αποτελέσματα που λαμβάνονται για θερμοκρασίες από 20-30 °C και για απόσταση από την πηγή έκλυσης 2000 m, όπως φαίνεται άλλωστε και στο ακόλουθο γράφημα:



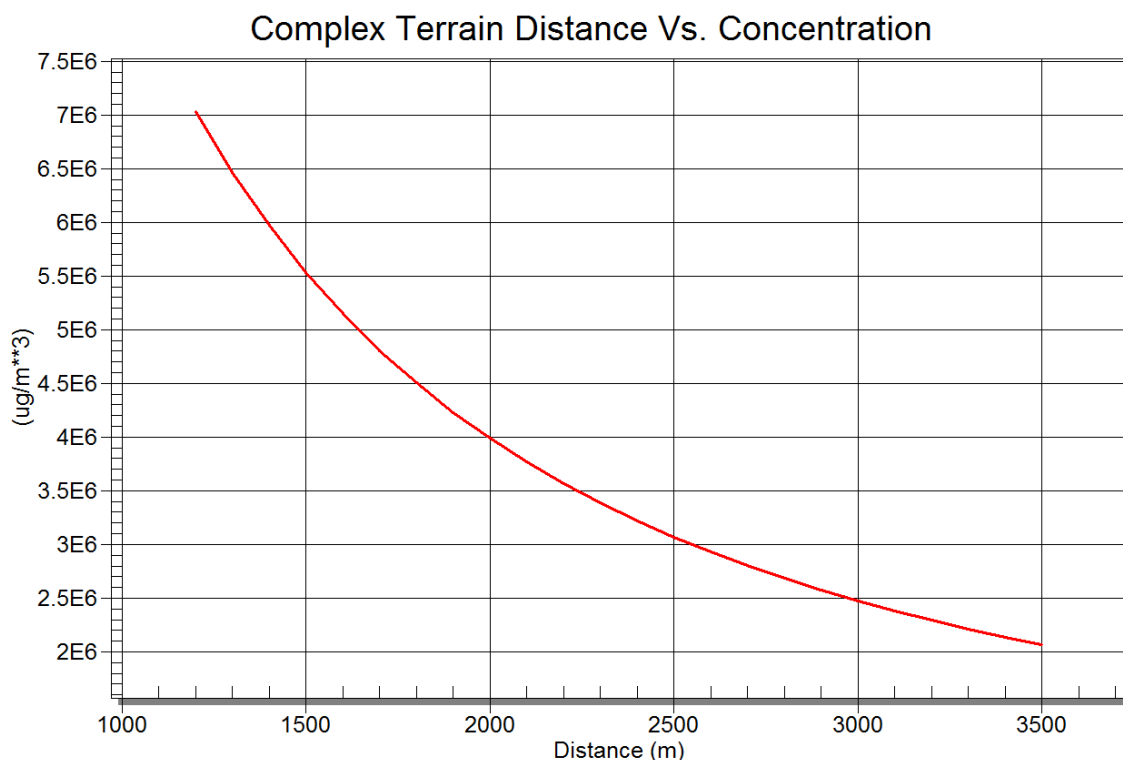
**Γράφημα 26** Θερμοκρασία περιβάλλοντος και Συγκέντρωση για απόσταση 2000 m από την πηγή

### 3.6 Υπολογισμοί για επίδραση θερμοκρασίας περιβάλλοντος στη συγκέντρωση σε τυχαία απόσταση από την πηγή

Για καμινάδα ύψους 10 m (stack height = 10 m) και για τις χειρίστες συνθήκες εκπομπής (Ιρλανδία-προσαύξηση 30%) στο μοντέλο εισάγουμε:

<b>Source Type</b> <input checked="" type="radio"/> Point <input type="radio"/> Area <input type="radio"/> Flare <input type="radio"/> Volume	<b>Dispersion Coefficient</b> <input checked="" type="radio"/> Urban <input type="radio"/> Rural	<b>Flagpole Receptor</b> Receptor Height Above Ground: <input type="text" value="1.7"/> [m]
<b>Point Source Parameters</b>		
Emission Rate:	<input type="text" value="500575.14"/>	[g/s]
Stack Height:	<input type="text" value="10"/>	[m]
Stack Inside Diameter:	<input type="text" value="5.34"/>	[m]
Stack Gas Exit: <input type="text" value="Flow Rate"/>	<input type="text" value="284"/>	[m3/s]
Stack Gas Exit Temperature:	<input type="text" value="303"/>	[K]
Ambient Air Temperature (default 293 K):	<input type="text" value="303"/>	[K]

Οπότε και παίρνουμε το ακόλουθο γράφημα:

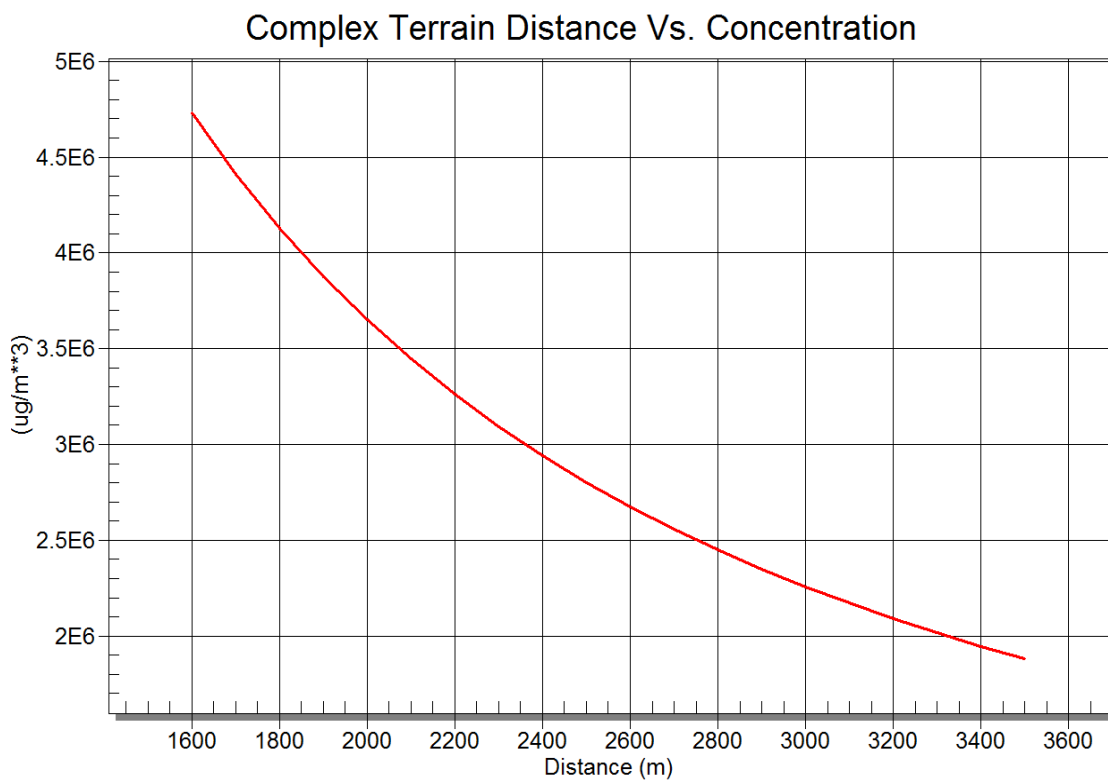


**Γράφημα 27 Stack Height = 10 m**

Από την άλλη αν stack height = 14 m και για τα ίδια δεδομένα

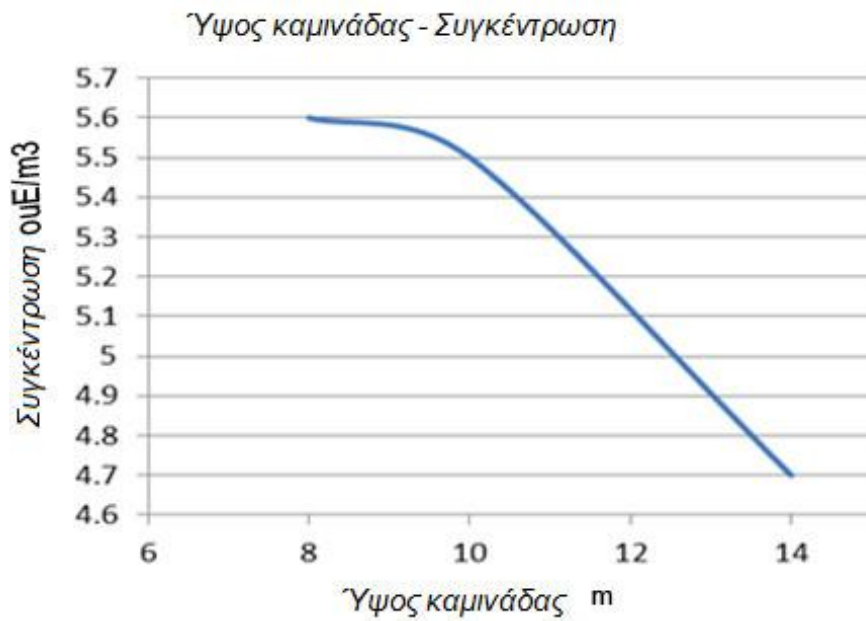
<b>Source Type</b> <input checked="" type="radio"/> Point <input type="radio"/> Area <input type="radio"/> Flare <input type="radio"/> Volume	<b>Dispersion Coefficient</b> <input checked="" type="radio"/> Urban <input type="radio"/> Rural	<b>Flagpole Receptor</b> Receptor Height Above Ground: <input type="text" value="1.7"/> [m]
<b>Point Source Parameters</b>		
Emission Rate:	<input type="text" value="500575.14"/>	[g/s]
Stack Height:	<input type="text" value="14"/>	[m]
Stack Inside Diameter:	<input type="text" value="5.34"/>	[m]
Stack Gas Exit: <input type="text" value="Flow Rate"/>	<input type="text" value="284"/>	[m <sup>3</sup> /s]
Stack Gas Exit Temperature:	<input type="text" value="303"/>	[K]
Ambient Air Temperature (default 293 K):	<input type="text" value="303"/>	[K]

Έχουμε το κάτωθι γράφημα :



**Γράφημα 28 Stack Height = 14 m**

Παριστάνοντας τα παραπάνω σε ένα συγκεντρωτικό γράφημα Excel για απόσταση, έστω, 1500 m έχουμε :



**Γράφημα 29** Μεταβολή της Συγκέντρωσης συναρτήσει του ύψους της καμινάδας

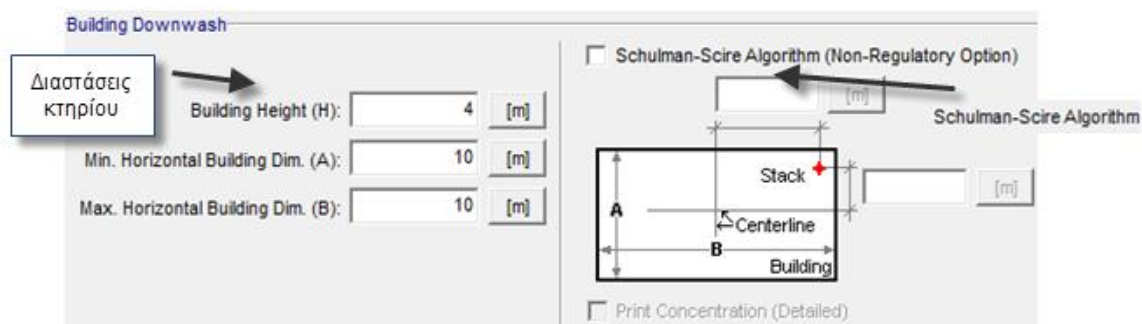
Γράφημα 27-29: Εύκολα διαπιστώνεται ότι όσο αυξάνεται το ύψος της καμινάδας η συγκέντρωση που μετράται μειώνεται σημαντικά από τα 11 m και πάνω, ενώ σημειώνεται ότι λόγω της μορφολογίας του εδάφους (όπως άλλωστε φαίνεται και στα δεδομένα εισαγωγής στο πρόγραμμα) το ύψος της θα πρέπει τουλάχιστον να υπερδιπλασιασθεί προκειμένου να παρατηρηθεί σημαντική μείωση στη συγκέντρωση.

### 3.7 Υπολογισμοί για επίδραση ύπαρξης κατοικίας στη συγκέντρωση και σε απόσταση 1500 m από την πηγή

Ένας τελευταίος παράγοντας που μένει να ελεγχθεί είναι η ύπαρξη κατοικιών και κατά πόσο αυτές επηρεάζουν στη συγκέντρωση που μετράται. Για κατοικία, επομένως ενός ορόφου, όπως άλλωστε συνηθίζεται στην περιφέρεια της Ελλάδος, με διαστάσεις :

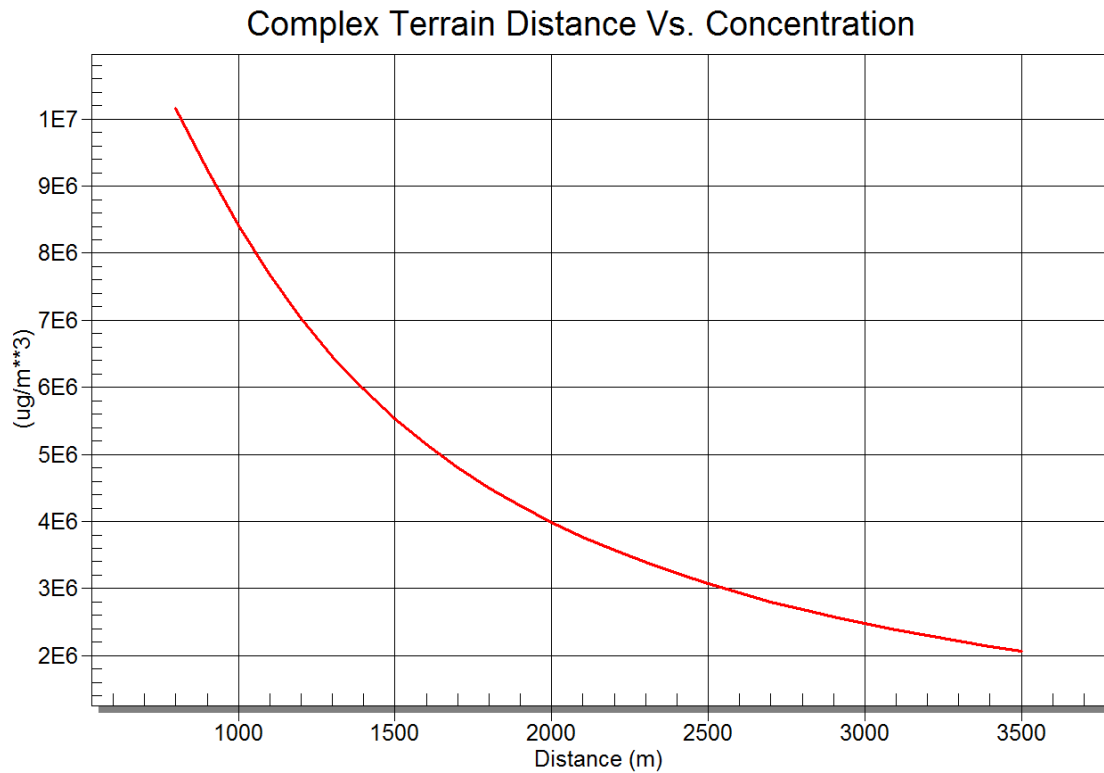
- Ύψος : 4 m
- Μήκος : 10 m
- Πλάτος : 10 m

Τα δεδομένα που θα εισάγουμε στο μοντέλο, για τις χειρίστες και πάλι συνθήκες, τροποποιούνται περαιτέρω ως εξής :



Παρατηρούμε ότι δίνεται η δυνατότητα, εάν είναι γνωστή η ακριβής θέση της οικίας από την πηγή (συγκεκριμένα η κατακόρυφη και η οριζόντια απόστασή της από αυτή), να γίνει χρήση του αλγορίθμου Schulman-Scire.

Το γράφημα που λαμβάνεται επομένως είναι το κάτωθι :



**Γράφημα 30 Μελέτη επίδρασης στη Συγκέντρωση λόγω ύπαρξης κατοικίας σε απόσταση 1500 m από την πηγή**

Γράφημα 30: Παρατηρούμε ότι η συγκέντρωση που μετράται δε μεταβάλλεται καθόλου από την ύπαρξη κατοικίας (building downwash). Με το συγκεκριμένο μοντέλο δεν είναι δυνατή η εισαγωγή πολλαπλών δεδομένων, λόγω ύπαρξης πολλών κατοικιών (οικισμός), ώστε να ελεγχθεί, αν μεταβάλλεται τότε, ουσιαστικά, η συγκέντρωση.

### 3.8 Παραδοχές- Μειονεκτήματα εφαρμογής

Παραδοχές: Για να μπορέσουμε να προσομοιάσουμε την διασπορά των οσμών που προέρχονται από την βιομηχανική χοιροτροφική μονάδα θεωρήσαμε:

1) Μία σημειακή πηγή εκπομπής στην οποία συγχωνεύτηκαν οι εκπομπές των διάφορων τμημάτων της μονάδας

2) Αστική περιοχή

3) Ύψος υποδοχέα 1,70 m

4) Ύψος του σημείου έκλυσης 6 m

5) Θερμοκρασία εξόδου του αερίου μίγματος από την καμινάδα τους 30°C

6) Θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C

7) Ρυθμός ροής του αερίου 284 m<sup>3</sup>/s. Η τιμή αυτή προέκυψε από την μέση τιμή των απαιτήσεων εξαερισμού για την συγκεκριμένη μονάδα τους θερινούς μήνες. Συγκεκριμένα η ελάχιστη απαιτούμενη τιμή εξαερισμού τους θερινούς μήνες υπολογίζεται στα 763.552 m<sup>3</sup>/h ενώ η μέγιστη στα 1.283.572 m<sup>3</sup>/h. Η μέση τιμή τους είναι 1.023.562 m<sup>3</sup>/h δηλ 284 m<sup>3</sup>/s.

8) Αντιπροσωπευτική διάμετρος της σημειακής πηγής 5,34 m. Από την βιβλιογραφία δίνεται ότι σε θερμοκρασία 30°C η θερμοκρασία εξόδου του αερίου μίγματος είναι περίπου 12,7 m/s. Αν τώρα διαιρεθεί η ροή του αέρα με την ταχύτητα θα υπολογιστεί το αντιπροσωπευτικό εμβαδόν της καμινάδας ίσο με 22,36 m<sup>2</sup>. Οπότε από τον τύπο εμβαδού του κύκλου  $S=\pi(d^2/4)$  υπολογίζεται η αντιπροσωπευτική διάμετρος d=5,34 m.

9) Η σταθερότητα του αέρα θεωρήθηκε ουδέτερη με ταχύτητα ανέμου στα 8 m/s, καθώς βάσει της σχετικής βιβλιογραφία (αριθμ.8) οι άνεμοι που πνέουν στο νησί της Κρήτης δεν ξεπερνούν τα 6 B (δηλαδή 12,3 m/s , καθώς ισχύει beaufort = 0,836 B<sup>(3/2)</sup>), μάλιστα στον πίνακα που ακολουθεί παρατηρούμε ότι μόλις για 3 ημέρες περίπου το μήνα η ταχύτητα του ανέμου ξεπερνά τα 12 m/s, όπως υπολογίζεται από τον παραπάνω τύπο.

	beaufort
Ιαν	4,9
Φεβ	5,2
Μαρ	5,4
Απρ	3,5
Μια	2,1
Ιουν	1,8
Ιουλ	2,2
Αυγ	1,8
Σεπ	1,7
Οκτ	2,8
Νοε	4,7
Δεκ	4,9
	3.416667



Από τον παραπάνω πίνακα εύλογα, επομένως, μπορεί να γίνει αποδεκτό ότι οι συνθήκες, όσον αφορά στον άνεμο που επικρατεί στην περιοχή είναι αρκετά ήπιες.

10) Στην περίπτωση του complex terrain το πρόγραμμα προεπιλέγει τάξη σταθερότητας E (ελαφρώς σταθερή) και ταχύτητα ανέμου 2,5 m/s. Το ίδιο, όμως, δε γίνεται για simple ή simple + complex terrain, όπου μπορεί να γίνει εισαγωγή οποιωνδήποτε συνθηκών.

**11) Το πρόγραμμα δέχεται g/s και βγάζει ως αποτέλεσμα  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Κάνουμε την παραδοχή ότι δέχεται  $\text{ou}_E/\text{s}$  (συνολικές εκπομπές) και βγάζει ως αποτέλεσμα  $\text{μου}_E/\text{m}^3$  (συγκεντρώσεις οσμής) οι οποίες στην συνέχεια μετατράπηκαν σε  $\text{ou}_E/\text{m}^3$ .**

### Μειονεκτήματα:

- Το πρόγραμμα δεν επιτρέπει την χρήση πολλαπλών πηγών, οπότε η μελέτη περιορίστηκε στη «συγχώνευση» των επιμέρους πηγών σε μία αντιπροσωπευτική.
- Οι συνολικές εκπομπές των οσμών θεωρήθηκε ότι προέρχονται αποκλειστικά από τις εγκαταστάσεις των χοίρων (στάβλους), γεγονός που μπορεί να διαφέρει αρκετά από την πραγματικότητα.
- Κατά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων δεν λήφθηκε υπόψη η παράμετρος της υγρασίας που επηρεάζει τη διασπορά των οσμών
- Άλλη μια παράμετρος που δεν λαμβάνεται υπόψη στην εφαρμογή του προγράμματος είναι και η συχνότητα κατεύθυνσης των ανέμων.
- Ακόμα με το παρόν πρόγραμμα δεν ήταν εφικτός ο σχεδιασμός περιγραμμάτων.
- Επίσης, δε γίνεται χρήση μετεωρολογικών δεδομένων από το συγκεκριμένο μοντέλο, τα οποία πιθανό να έδιναν μια άλλη διάσταση στο όλο θέμα.
- Δεν μπορεί να γίνει εισαγωγή διαστάσεων για περισσότερες από μια κατοικίες προκειμένου να ελεγχθεί κατά πόσο επηρεάζει η ύπαρξή τους
- Επιπροσθέτως, δεν είναι δυνατόν να εκτιμηθεί με χρήση του προγράμματος η κατάσταση σε περιοχές, όπου το έδαφος απομακρυνόμενοι από την πηγή ποικίλλει, καθώς μπορούμε να εισάγουμε μία τιμή για το ύψος του εδάφους για συγκεκριμένη απόσταση. Με απλά λόγια, σημεία που έχουν την ίδια απόσταση από την πηγή έχουν πάντα το ίδιο ύψος.
- Τέλος, οι τιμές που εισήχθησαν στο πρόγραμμα είναι μέσες και όχι ανά μικρά χρονικά διαστήματα

### **3.9 Συμπεράσματα**

➤ Με όλους τους δυνατούς τρόπους προσέγγισης των συνολικών εκπομπών προκύπτει ότι οι οσμές μπορούν να ενοχλήσουν τους κατοίκους σε αποστάσεις μεγαλύτερες των 1500 m. Σε κάθε περίπτωση η απόσταση των 1500 m ως ελάχιστη απόσταση της βιομηχανικής κτηνοτροφικής μονάδας από την πλησιέστερη κατοικήσιμη περιοχή κρίνεται ανεπαρκής με τη χρήση του συγκεκριμένου μοντέλου. Έτσι λαμβάνοντας υπόψη όλα τα προηγούμενα γραφήματα, για το βιομηχανικό χοιροτροφείο της Κρήτης δυναμικότητας 17000 χοίρων η ελάχιστη απόσταση διαχωρισμού προσδιορίζεται στα **2500 m**.

➤ *Να σημειωθεί ότι αν γινόταν αναφορά σε νέα μονάδα, το κριτήριο της EPA διαφοροποιείται θέτοντας ως τιμή στόχο το 1,5 ου<sub>E</sub>/s. Για τις παραπάνω περιπτώσεις αυτή η απαίτηση πραγματοποιείται για απόσταση 4km - 4,5km.*

➤ Επιπλέον διαπιστώνουμε ότι το ύψος εξόδου των οσμών έχει κυρίαρχο ρόλο στον τρόπο επίδρασης του στους οικισμούς. Σε σημεία κάτω από το ύψος εξόδου οι οσμές στην γενική περίπτωση δεν δημιουργούν προβλήματα. Σε σημεία πάνω από το ύψος εξόδου των οσμών η κατάσταση διαφοροποιείται και οι εκπεμπόμενες οσμές μπορούν να ενοχλήσουν έντονα τους κοντινούς οικισμούς. Τέλος όταν το υψόμετρο ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή η επίδραση των οσμών γίνεται σχεδόν μηδενική.

➤ Το χρησιμοποιούμενο πρόγραμμα δεν είναι πρόσφατο συγκριτικά με τα νέα εξελίξιμα προγράμματα που κυκλοφορούν (ISC, Calpuff, Aermol κλπ). Παρόλα αυτά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δοθεί μια *πρώτη προσέγγιση* στο πρόβλημα. Σίγουρα, όμως πέραν τούτου πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι το Screen View δε λαμβάνει υπόψη μετεωρολογικά δεδομένα, τα οποία πιθανόν να διαφοροποιήσουν τα λαμβανόμενα αποτελέσματα.

➤ Επιπλέον, προτείνεται η λήψη πειραματικών μετρήσεων με όργανα μέτρησης των οσμών (ολφακτόμετρα), ώστε να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα των μοντέλων, ενώ για την καλύτερη δυνατή αξιολόγηση του μεγέθους των οσμών που προκαλούνται προτείνεται η έγκαιρη επί τόπου μέτρηση τους σε διάφορες χρονικές στιγμές. Και με την έκφραση “έγκαιρη επί τόπου μέτρηση” εννοείται η άμεση κινητοποίηση των αρμοδίων φορέων προκειμένου για λήψη μετρήσεων, όταν οι κάτοικοι μιας περιοχής διαμαρτύρονται έντονα. Αυτή η κίνηση αποτελεί, σίγουρα, την καλύτερη δυνατή αντιμετώπιση του προβλήματος, καθώς οι ληφθείσες τιμές θα είναι μέγιστες.

➤ Ακόμη, βάσει παρατήρησης των αποτελεσμάτων που λαμβάνονται από το μοντέλο μια λύση που πιθανόν να μειώσει την ενοχληση των κατοίκων είναι τουλάχιστον ο διπλασιασμός του ύψους του σημείου έκλυσης των αερίων ρύπων, καθώς κάτι τέτοιο εκτιμάται ότι θα μειώσει τη μετρούμενη συγκέντρωση.

➤ Επιπρόσθετα, προκειμένου να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων που ελήφθησαν με τη χρήση του συγκεκριμένου προγράμματος, όσον αφορά στις αποστάσεις στις οποίες ο πληθυσμός δε θα ενοχλείται από τις εκλυόμενες οσμές, και των αποστάσεων των οποίων προτείνουν διάφορες χώρες-περιοχές ανά τον κόσμο παρατίθεται ο ακόλουθος πίνακας :

Περιοχή	Έτος	Αποστάσεις-Περιορισμοί
Ολλανδία	1999	100-400 μ
Χονγκ Κονγκ	2000	200 μ
Αγγλία	1980	400 μ
Αυστραλία (Νέα Ουαλία)		5 χλμ για μεμονωμένες κατοικίες, 8 χλμ για αστική περιοχή
Ιλλινόις	1998	3,2 χλμ >7000 ζωικές μονάδες
Άιοβα		257 to 756 μ
Κάνσας	1994	1219 μ >1000 ζωικές μονάδες
Μισούρι	1996	914 μ >7000 ζωικές μονάδες
Οκλαχόμα	1997	0,8 χλμ -1,2 χλμ >5000 ζωικές μονάδες
Δυτική Ντακότα		0,8-1,6 χλμ for 2500 finishing pigs
Γουαϊόμινγκ	1997	1,6 χλμ >1000 ζωικές μονάδες
Οντάριο	1976	406-810 μ for 1000 finishing hogs

Παρατηρούμε ότι οι αποστάσεις ποικίλλουν. Αυτό φυσικά οφείλεται σε διάφορες αιτίες, ανάλογα με τις εκτάσεις που περιβάλλουν τα χοιροτροφεία, καθώς η ύπαρξη δασικής έκτασης π.χ. επηρεάζει κατά πολύ τις μετρούμενες τιμές.

Χαρακτηριστικό δε, είναι το παράδειγμα της Αυστραλίας, όπου προφανώς λόγω των αχανών εκτάσεων τις ηπείρου αυτής, οι νομοθετικές ρυθμίσεις εκεί επιβάλλουν μεγάλες αποστάσεις μεταξύ κατοικημένων περιοχών και χοιροτροφικών μονάδων. Αυτό φαίνεται χαρακτηριστικά από την παράγραφο 3.2 του παρόντος μέρους, όπου η υπολογιζόμενη απόσταση φθάνει τα 9.8 km. Με σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων του προγράμματος ScreenView και των εξισώσεων για τον υπολογισμό των ελαχίστων αποστάσεων χοιροτροφικών μονάδων από κατοικημένες περιοχές βλέπουμε ότι η αυστραλιανή μεθοδολογία προτείνει σημαντικά μεγαλύτερες αποστάσεις, γεγονός που κρίνεται αναμενόμενο δεδομένου του πόσο αραιοκατοικημένη είναι ως ήπειρος.

Ως βασικότερο συνεπώς εξαγόμενο συμπέρασμα της μελέτης αυτής είναι η απόσταση μεταξύ χοιροτροφικής μονάδος και κατοικημένης περιοχής να είναι κατ' ελάχιστον 2.5 km, ώστε επιχειρήσεις και περίοικοι να συμβιώνουν αρμονικά. Σημαντικά δε, θα ωφελήσει η αύξηση του ύψους του σημείου έκλυσης των οσμών (καμινάδας), καθώς καθιστά την ενόχληση χαμηλότερη.

Τέλος, εφόσον προέκυψε ότι οι εκπεμπόμενες οσμές μπορούν να ενοχλήσουν τους κατοίκους, θεωρήθηκε αναγκαίο να προταθούν χρήσιμοι τρόποι περιορισμού των οσμών. Απώτερος σκοπός είναι να βοηθηθούν οι βιομηχανίες, ώστε να βρίσκονται σε καλές σχέσεις με τους περίοικους.

## 4<sup>ο</sup> ΜΕΡΟΣ

### 1. Μέθοδοι για την μείωση της επίδρασης των οσμών

#### 1.1 Τι προκαλεί την παραγωγή των οσμών;

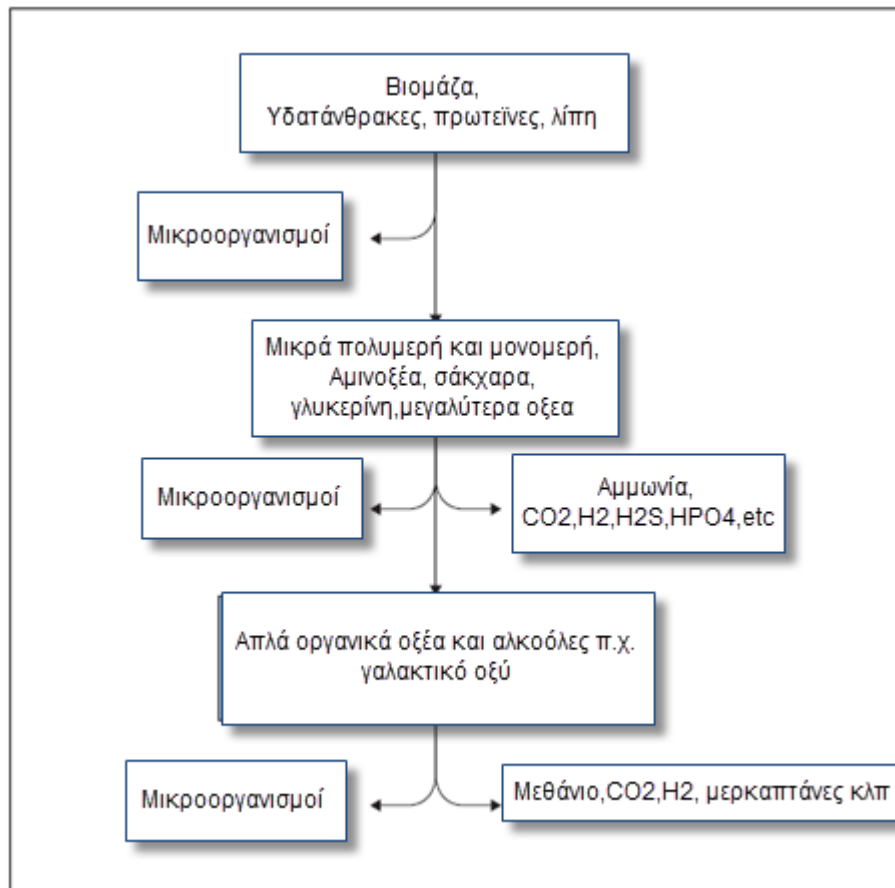
Οι οσμές που παράγονται σε μια χοιροτροφική μονάδα προκαλούνται από

- Ζωοτροφές
- Απόβλητα υγρών ζωοτροφών
- Γεννητικά όργανα των ζώων
- Ούρα και περιττώματα

Η πιο σημαντική πηγή οσμών από την μονάδα είναι τα περιττώματα. Καθώς η τροφή διέρχεται από το πεπτικό σύστημα, μετατρέπεται σε μικρότερες μοριακές δομές που μπορούν να απορροφηθούν στο αίμα και να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη και την ενέργεια που χρειάζεται το ζώο. Το περίσσειμα των θρεπτικών συστατικών και εκείνων των συστατικών που δεν υφίστανται πέψη, απεκκρίνονται ως ούρα και περιττώματα. Αυτά μπορούν να συλλεχθούν είτε χωριστά, είτε αναμεμιγμένα με την μορφή κοπριάς. Η βιολογική διεργασία υποβάθμισης που αρχίζει από την πεπτική οδό, συνεχίζεται και μετά την αποβολή, κάτω από αναερόβιες συνθήκες. Υπάρχουν δύο βασικοί δρόμοι για την βιοαποικοδόμηση:

αναερόβιες ή  
αερόβιες διεργασίες.

Η αερόβια διεργασία είναι πιο γρήγορη, και παράγει λιγότερες οσμές σε σχέση με την αναερόβια. Ωστόσο, τα ούρα και τα περιττώματα συλλέγονται σε μικτή μορφή, και η προκύπτουσα κοπριά αποδομείται σε αναερόβιες συνθήκες.



Σχήμα 6 Αναερόβιος μετασχηματισμός

Εύρος ορίου ανίχνευσης	Συστατικό
[ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	
$C_{\text{od}} \leq 0.01$	Methanethiol
	2-propanethiol
	2-propene-1-thiol
	2,3-butanedione
$0.01 \leq C_{\text{od}} \leq 0.05$	Phenylacetic acid
	Ethanethiol
	4-methylphenol (p-cresol)
$0.05 \leq C_{\text{od}} \leq 0.1$	Hydrogen sulphide
	1-octene-3-one
$0.1 \leq C_{\text{od}} \leq 0.25$	Benzenethiol
	2,4-decadienal
	3-methylbutanoic acid
	2,6 dimethylphenol
	3-methylphenol
	2,4-nonadienal
$0.25 \leq C_{\text{od}} \leq 0.5$	Dacanal
	Trimethylamine
	Octanoic acid
	Nonanal
	Methylthiomethane
	Ethylthioethane
	2-phenylethanol
	3-methylindole (skatole)
	Butanoic acid
	2-methylphenol
	2-butene-1-thiol
	2-nonenal
	$0.5 \leq C_{\text{od}} \leq 1.0$
Pentanoic acid	
Butanal	

*Πίνακας 25: Συστατικά με χαμηλές τιμές κατωφλιών οσμής σε απόβλητα χοίρων*

Οι οσμές παράγονται ως αποτέλεσμα του αναερόβιου μετασχηματισμού της οργανικής ουσίας και των διαφόρων συστατικών, κυρίως από την βακτηριακή βιομάζα. Η ανθρωπίνη αίσθηση της όσφρησης έχει εξελιχθεί σε ιδιαίτερως ευαίσθητη σε οσμές αυτού του είδους. Αυτό το γεγονός σχετίζεται με την επιβίωση, καθώς η ικανότητα ανίχνευσης αυτών των οσμών είναι η κύρια μέθοδος για την εκτίμηση της χημείας του περιβάλλοντος και της τροφής μας. Η συνηθισμένη λέξη για την αναερόβια βιοαποικοδόμηση είναι το σάπισμα, και το σαπισμένο φαγητό είναι απειλή για την υγεία. Η αίσθηση της όσφρησης έχει εξελιχθεί σημαντικά για να ανιχνεύει παραπροϊόντα από το σάπισμα, σαν μία άμεση απειλή για την υγεία. Συγκεκριμένα τα παραπροϊόντα των σαπισμένων πρωτεϊνών, που είναι αρκετά επικίνδυνα για την υγεία, ανιχνεύονται εύκολα: ουσίες που περιέχουν θείο (πχ  $H_2S$  και μερκαπτάνες, είναι ενδεικτικά για τα σαπισμένα αυγά) και άζωτο ( αμίνες, ενδεικτικές για το σάπιο ψάρι).

Οι οσμές σε κοπριές χοίρων σχηματίζονται, κυρίως, ως προϊόν του αναερόβιου μεταβολισμού που συμβαίνει, όταν όλο το διαλυμένο οξυγόνο εξαντληθεί από την αναπνοή των βακτηρίων. Ο υποκείμενος μεταβολισμός είναι σύνθετη διαδικασία και παράγει ευρεία ποικιλία χημικών συστατικών (σχήμα 6) . Μερικά από αυτά αποτελούν έντονες οσμές όπως :

- οι μερκαπτάνες,
- τα οργανικά σουλφίδια,
- οι αμίνες,
- τα οργανικά οξέα,
- οι αλδεύδες και
- οι κετόνες.

Μια δευτερεύουσα επίδραση του αναερόβιου μεταβολισμού είναι η μείωση του pH ως αποτέλεσμα του σχηματισμού οργανικών οξέων. Ο ρυθμός σχηματισμού των οσμών, εφόσον είναι βιολογική διεργασία, εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες, όπως το περιεχόμενο υγρασίας στα στερεά, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών, η διαθεσιμότητα οξυγόνου και κυρίως η θερμοκρασία.

Η ποικιλία των οσμών στα χοιροτροφεία είναι μεγάλη και μερικές από αυτές είναι ιδιαίτερα έντονες, ακόμη και σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Έχουν αναγνωριστεί 100 με 200 διαφορετικές οσμές στις χοιροτροφικές μονάδες. Τα κατώφλια ανίχνευσης μπορεί να είναι πολύ χαμηλά, της τάξης των ppb ή ακόμα και σε επίπεδα ppt ( $10^{-9}$ - $10^{-12}$ ). Τουλάχιστον τριάντα από τις αναγνωρισμένες ουσίες προκαλούν έντονες οσμές, έχοντας κατώφλι ανίχνευσης οσμής μικρότερο από  $1\mu\text{g m}^{-3}$  (πίνακας 25).

Το πιο πρόσφατο κατώφλι οσμής για το  $H_2S$ , που μετρήθηκε με δυναμική ολφακτομετρία, προσδιορίστηκε σύμφωνα με το πρότυπο EN13725:1999 σε 0.5 ppb, το οποίο είναι ισοδύναμο με  $0,7\mu\text{g/m}^3$ .



## 1.2 Θεωρητικές επιλογές για την μείωση των εκπομπών οσμών από χοιροτροφική μονάδα

Οι οσμές που εκλύονται από τις διαδικασίες της χοιροτροφικής μονάδας είναι αποτέλεσμα του αναερόβιου μεταβολισμού των μικροοργανισμών. Αυτή η μετατροπή αρχίζει στο πεπτικό σύστημα των χοίρων, αλλά επιταχύνεται μέσα σε μερικές ώρες μετά τις απεκκρίσεις.

Οι βασικές αρχές μείωσης των εκπομπών των οσμών είναι:

### 1. Μείωση του σχηματισμού των οσμών στην κοπριά

α. *Διαχωρισμός των ούρων και των περιττωμάτων, ακολουθούμενος από καθαρισμό.*

- Όταν τα στερεά διαχωρίζονται, το υγρό κλάσμα μπορεί να καθαριστεί με αερισμό, μειώνοντας την παραγωγή των πτητικών συστατικών. Το αερισμένο πλέον υγρό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υγρό έκπλυσης για να μαζέψει την κοπριά πιο αποτελεσματικά από τους στάβλους. Ακόμη, ο αερισμός και ο διαχωρισμός του στερεού κλάσματος παρέχει την δυνατότητα μείωσης της επίδρασης των οσμών εμποδίζοντας την διασπορά.

β. *Μείωση της θερμοκρασίας της αποθηκευμένης κοπριάς*

- Η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και του ρυθμού αναερόβιου μεταβολισμού είναι εκθετική. Ελάττωση της θερμοκρασίας της κοπριάς από 20 °C σε 10 °C, προκαλεί μείωση της τάξης του 50% στο ρυθμό εκπομπής.

γ. *Ελάττωση του περιεχομένου της πρωτεΐνης στις ζωοτροφές*

δ. *Συλλογή της κοπριάς σε κλειστές δεξαμενές, που έχει προέλθει από αναερόβια πέψη.*

- Σε αυτήν την διεργασία οι οσμές που παράγονται μπορούν να εξαλειφθούν από την ελεγχόμενη αποτέφρωση του βιοαερίου. Η κοπριά που προέρχεται από αναερόβια πέψη προκαλεί πολύ λιγότερες οσμές, το οποίο είναι πολύ σημαντικό για την διασπορά.

### 2. Μείωση του ρυθμού μεταφοράς των οσμών από την επιφάνεια της κοπριάς

α. *Έλεγχος pH*

Το pH της κοπριάς μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χειριστούμε την ισορροπία μεταξύ της διαλυμένων, ιονισμένων μορφών των οσμωτικών συστατικών και των λιγότερο διαλυμένων, πτητικών μορφών. Ρυθμίζοντας το pH της κοπριάς σε χαμηλές τιμές,  $\text{pH} \leq 7$ , μπορεί να γίνει αποτελεσματικότερος έλεγχος της εκπομπής αμμωνίας. Η επίδραση, όμως, στον ρυθμό μεταφοράς των άλλων οσμών είναι διφορούμενη. Πχ. Σε χαμηλές τιμές pH τα οργανικά λιπαρά οξέα θα εκλυθούν πιο εύκολα στην

ατμόσφαιρα. Έτσι ο δραστικός χημικός έλεγχος του pH δεν είναι πρακτικό εργαλείο για τον έλεγχο της οσμής.

*β. Κάλυψη της επιφάνειας*

- I. Φυσική αποξήρανση
- II. Βιολογικά επιπλέοντα καλύμματα (άχυρο, ίνες)
- III. Επιπλέοντα καλύμματα (πλαστικές μεμβράνες, τοιχώματα από πολυστυρόλιο ή πωρόλιθοι)
- IV. Υγρά πρόσθετα (φυτικά έλαια)
- V. Πλαστικά 'καπάκια' γεμισμένα με αέρα (Air-filled plastic domes)

3. Μείωση της εκτιθέμενης επιφάνειας της κοπριάς, συμπεριλαμβανομένου του χώρου αποθήκευσης, των λερωμένων επιφανειών, των δικτύων κλπ

α. Διαφορετικά είδη στάβλων, που περιλαμβάνουν συστήματα όπως:

- I. Στάβλοι τύπου Green Label, σχεδιασμένοι για χαμηλές εκπομπές αμμωνίας

β. Τακτική απομάκρυνση της κοπριάς και αποθήκευσή της σε κλειστές δεξαμενές.

4. Άντληση αέρα από σύστημα αερισμού με καθαρισμό για την μείωση της συγκέντρωσης της οσμής. Η επεξεργασία (καθαρισμός) μπορεί να περιλαμβάνει

- i. βιολογικό καθαρισμό με πλυντρίδες
- ii. χημικό καθαρισμό με πλυντρίδες
- iii. χρήση βιολογικών φίλτρων

5. Διάφορα πρόσθετα

- i. Πρόσθετα στις ζωοτροφές
- ii. Πρόσθετα στην κοπριά.

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι η εγκατάσταση της τεχνολογίας για την καταπολέμηση των εκπομπών των οσμών προϋποθέτει την σωστή εκτίμηση του οικονομικού κόστους.

### 1.3 Συνιστώμενες πρακτικές για την καλή λειτουργία της μονάδας

Γενικά μια καλή αρχή είναι να διατηρούνται οι χοίροι καθώς και οι επιφάνειες γύρω από την εγκατάσταση καθαρές.

Χοίροι λερωμένοι, με κοπριά στο δέρμα τους, θα παρουσιάζουν σημαντικά αυξημένες εκπομπές, καθώς η θερμότητα του σώματος επιταχύνει σε μεγάλο βαθμό την έκλυση των οσμών.

Κάθε επιφάνεια που είναι καλυμμένη με κοπριά αποτελεί πηγή οσμών. Ελαττώνοντας την εκτιθέμενη περιοχή της κοπριάς, προκαλείται άμεση μείωση των εκπομπών των οσμών.

Η διατήρηση καθαρών διεργασιών είναι ζήτημα τόσο καλού σχεδιασμού όσο και καλής διαχείρισης.

Οι πηγές των οσμών μέσα και έξω από τις εγκαταστάσεις περιλαμβάνουν:

- Πατώματα καλυμμένα από κοπριά
- Λερωμένους χοίρους
- Ζωοτροφές που έχουν περιχυθεί
- Ακατάλληλη αποθήκευση, και ακατάλληλη διαχείριση των νεκρών χοίρων
- Βαθείς λάκκους αποθήκευσης κοπριάς, με μεγάλους χρόνους παραμονής
- Σκονισμένες επιφάνειες που μπορούν να συλλέξουν και να απελευθερώσουν

οσμές

- Αυξημένες θερμοκρασίες σε λάκκους αποθήκευσης κοπριάς και στους στάβλους.

#### 1.3.1 Απομάκρυνση κοπριάς

Μεγάλοι χρόνοι αποθήκευσης και μεγάλοι αποθηκευτικοί χώροι αυξάνουν τις εκπομπές των οσμών. Ως γενική αρχή, η κοπριά των χοίρων πρέπει να απομακρύνεται σε κατάλληλες αποθηκευτικές τάφρους ή να υποβάλλονται σε κατάλληλη επεξεργασία, συμπεριλαμβανομένης της διασποράς στο έδαφος. Η τρέχουσα και ευρέως διαδεδομένη χρήση δεξαμενών μεγάλου βάθους, κάτω από πλήρως εσχαρωτούς στάβλους δεν είναι ιδανική από θέμα αντιμετώπισης της οσμής.

#### 1.3.2 Καθαριότητα

- Βεβαίωση ότι οι χοίροι παραμένουν καθαροί
- Τακτικός καθαρισμός επιφανειών και ράγων
- Τακτικός καθαρισμός των μονάδων αποθήκευσης, των πατωμάτων και ολόκληρου του κτηρίου, με την χρήση κατάλληλων μέσων όπως νερό υψηλής πίεσης
- Απομάκρυνση παραμένου νερού από τις επιφάνειες.

## 1.4 Σχεδιασμός στάβλων

### 1.4.1 Πρότυπα συστήματα στάβλων

Η πλειοψηφία των υπαρχόντων συστημάτων στέγασης στις περισσότερες χώρες, είναι τα παραδοσιακά πλήρως εσχарωτά συστήματα. Η κύρια πηγή οσμών αυτών των συστημάτων είναι οι επιφάνειες των δαπέδων των αποθηκευτικών χώρων.

### 1.4.2 Συστήματα στάβλων χαμηλών εκπομπών

Αναπτύσσονται συστήματα στέγασης χαμηλών εκπομπών, με σκοπό κυρίως την μείωση των εκπομπών αμμωνίας. Τα περισσότερα συστήματα μειώνουν όλες τις οσμές, όπως και τις εκπομπές αμμωνίας, περίπου κατά το ίδιο μέτρο. Οι βασικές αρχές για την μείωση των εκπομπών στον αέρα από τους στάβλους είναι:

1. Περιορισμός της εκτιθέμενης περιοχής της αποθηκευμένης κοπριάς
2. Συχνή απομάκρυνση της κοπριάς από το σύστημα αποχέτευσης
3. Ψύξη κοπριάς, ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία της αποθηκευμένης κοπριάς
4. Ταχύτερη απόρριψη κοπριάς από τις ράγες, με την χρήση τριγωνικών ράβδων σιδήρου, οι οποίοι καθαρίζονται εύκολα.
5. Τακτική απομάκρυνση της κοπριάς με πλύσιμο ή με ξύσιμο.

Αρκετά συστήματα αναπτύσσονται, τα οποία χρησιμοποιούν αυτές τις αρχές. Στην Ολλανδία υπάρχουν ισχυρά κίνητρα για την εγκατάσταση συστημάτων στέγασης χαμηλών εκπομπών αμμωνίας. Αυτό οδήγησε στη διάδοση της εφαρμογής τέτοιων συστημάτων. Αυτά τα συστήματα περιγράφονται με λεπτομέρειες σε ένα αρχείο που είναι διαθέσιμο στο κοινό στην ιστοσελίδα <http://www.infomil.nl/lucht/index.html> :

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά, που περιλαμβάνουν το επιπλέον κόστος επένδυσης σε σχέση με την κατασκευή ενός πλήρως εσχарωτού συστήματος, και την καταλληλότητα μετασκευής των υπαρχόντων εγκαταστάσεων, συνοψίζονται στον πίνακα 26.

Ξεχωριστές λεπτομερείς μελέτες για κάθε σύστημα στέγασης είναι διαθέσιμες ή θα γίνουν διαθέσιμες κάτω από το λεγόμενο Green Label σύστημα πιστοποίησης. Οι λεπτομερείς εκθέσεις περιλαμβάνουν μετρήσεις των ρυθμών εκπομπής των οσμών για κάθε σύστημα στέγασης.

## 1.5 Βελτιστοποίηση αερισμού και διάλυσης οσμών στην ατμόσφαιρα

### 1.5.1 Αερισμός σε κτηνοτροφική μονάδα

Ο ρυθμός αερισμού σε μια χοιροτροφική μονάδα καθορίζεται από τις ανάγκες των ζώων. Ο επαρκής αερισμός είναι ζωτικής σημασίας, για να επιτελεστούν οι ακόλουθες λειτουργίες:

- *Ρύθμιση θερμοκρασίας*

Οι χοίροι παράγουν μεγάλο ποσό ενέργειας υπό μορφή θερμότητας. Το πλεόνασμα αυτής, απομακρύνεται από τους στάβλους των χοίρων με τον ανανεώσιμο αέρα, έτσι ώστε η θερμοκρασία να παραμένει στην βέλτιστη περιοχή θερμοκρασιών, η οποία ποικίλει για κάθε στάδιο του κύκλου ζωής των χοίρων. Αρκετά υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν επιβράδυνση του ρυθμού ανάπτυξης, ενώ αρκετά χαμηλές θερμοκρασίες αυξάνουν τον κίνδυνο των ασθενειών και προκαλούν χαμηλότερη απόδοση στην μετατροπή των ζωοτροφών.

- *Απομάκρυνση πλεονάζοντος διοξειδίου του άνθρακα (ή/και αμμωνίας κλπ)*

Λόγω της υψηλής πυκνότητας της βιομάζας στους στάβλους, το σύστημα αερισμού χρειάζεται να ρυθμίζεται προσεκτικά ώστε να απομακρύνεται το CO<sub>2</sub> που παράγεται από την αναπνοή των ζώων. Τα επίπεδα του CO<sub>2</sub> πρέπει να κρατούνται κάτω από 3%.

Εξαιτίας της επίδρασης των ρυθμών αερισμού στην ευζωία και στην παραγωγικότητα των χοίρων, οι ρυθμοί αερισμού δεν μπορούν να τροποποιηθούν εύκολα.

Οι ρυθμοί αερισμού ποικίλουν, αναλόγως την εποχή. Το καλοκαίρι, ο βασικός καθοριστικός παράγοντας είναι ο έλεγχος θερμοκρασίας, ενώ τον χειμώνα η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> ίσως είναι η κύρια παράμετρος για τον ρυθμό αερισμού.

**Οι ρυθμοί αερισμού την άνοιξη, το καλοκαίρι και το φθινόπωρο είναι οι πιο σημαντικοί στην επίδραση των οσμών, καθώς αυτές είναι οι εποχές στις οποίες η έκθεση στην γειτονιά πέριξ της εγκαταστάσεως είναι πιθανότερο να προκαλέσει ενόχληση. Καθώς το καλοκαίρι είναι η πιο πιθανή περίοδος για να προκληθεί ενόχληση, όπου οι κάτοικοι βρίσκονται εκτός των σπιτιών τους, ή έχουν τα παράθυρα τους ανοιχτά, η ταχύτητα εξόδου βασιζόμενη στους ρυθμούς αερισμού είναι αναμφισβήτητα η πιο σημαντική παράμετρος στην προσομοίωση. Για να τεθεί η χείριστη περίπτωση, ο ρυθμός αερισμού τον χειμώνα θα πρέπει να εισαχθεί ως δεδομένο στο μοντέλο διασποράς.**

## 1.5.2 Βελτιστοποίηση της διάλυσης των οσμών στην ατμόσφαιρα

### 1.5.2.1 Αύξηση του ύψους εκπομπής

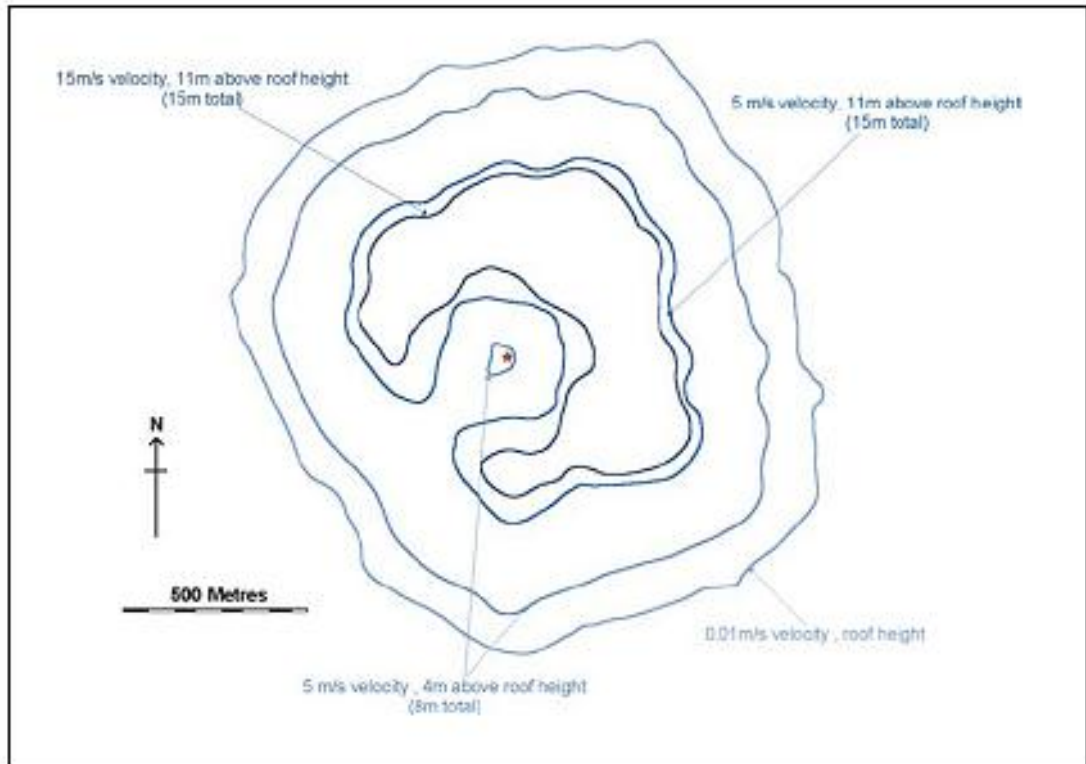
Η αύξηση του ύψους στο οποίο εκλύονται οι οσμές στην ατμόσφαιρα, μπορεί να οδηγήσει σε μια οικονομική και αποτελεσματική μέθοδο μείωσης της επίδρασης των οσμών.

Για ένα μηχανικώς αεριζόμενο χοιροτροφείο με αρκετούς ανεμιστήρες, αυξάνοντας το σημείο εκπομπής σε 4 ή 5 μέτρα πάνω από την στέγη θα περιορίσει το λεγόμενο '*building wake effect*' και έτσι θα ενισχυθεί η αραίωση κατάντη. Αυτό είναι εύκολα παρατηρήσιμο σε σχετικά μικρές αποστάσεις από την πηγή (μέχρι τα 300 m). Για να βελτιστοποιηθεί η διασπορά των οσμών στην ατμόσφαιρα, χρησιμοποιούνται ανεμιστήρες κορυφής, και κατά προτίμηση ανεμιστήρες που 'ανασηκώνουν' το σημείο εκπομπής πάνω από την στέγη.

Πιο σημαντικά οφέλη μπορούν να αποκτηθούν, όταν η παροχή του αέρα οδηγείται σε κεντρική καμινάδα. Αυξάνοντας το ύψος της καμινάδα μεταξύ των τιμών 10 m και 25 m, επιτυγχάνεται πλεονέκτημα σε όρους κατάντης διάλυσης. Η έκταση αυτού του ωφέλιμου αποτελέσματος πρέπει να καθοριστεί για κάθε κατάσταση στην βάση του μοντέλου διασποράς. Το σημείο της μέγιστης συγκέντρωσης στο επίπεδο του εδάφους θα απομακρυνθεί μακριά από την πηγή με την αύξηση του ύψους εκπομπής, το οποίο γενικά είναι θετικό. Όμως σε μερικές περιπτώσεις ίσως προκληθεί μια αύξηση της έκθεσης σε συγκεκριμένους υποδοχείς.

Στο σχήμα 7, απεικονίζεται η επίδραση της αύξησης του ύψους εκπομπής, για μια τυπική εκπομπή μιας ολοκληρωμένης μονάδας 670 χοιρομητέρων, με :

- Φυσικό αερισμό ή αερισμό στο ύψος της στέγης (4 m)
- Μηχανικό αερισμό, ταχύτητα εξόδου 5 m/s, στα 4 m πάνω από την στέγη (8 m)
- Μηχανικός αερισμός, με εκπομπή διαμέσου καμινάδας στα 15 m, και ταχύτητα εξόδου 15 m/s.



Σχήμα 7 Περιγράμματα για εικονική μονάδα χοίρων ,με

- a) φυσικό αερισμό στο ύψος της στέγης
- b) μηχανικό αερισμό 4m πάνω από την στέγη, ταχύτητα εξόδου 5m/s
- c) όλες οι εκπομπές μέσω καμινάδας ύψους 15m, ταχύτητα εξόδου 5m/s
- d) όπως το c, αλλά με ταχύτητα εξόδου 15m/s

#### 1.5.2.2 Αύξηση ταχύτητας εκπομπής

Βελτιστοποιώντας την κάθετη ταχύτητα της εκπομπής, διευκολύνεται η 'αύξηση του πλουμίου' λόγω της δυναμικής της ροής του αέρα. Αυτό αυξάνει το πραγματικό ύψος εκπομπής, το οποίο ωφελεί την κατάντη διάλυση. Οι βέλτιστες ταχύτητες εξόδου κυμαίνονται στην περιοχή 10-15 m/s.

Το αποτέλεσμα της βελτιστοποίησης του τρόπου με τον οποίο οι εκπομπές εκλύονται στην ατμόσφαιρα απεικονίζονται στο σχήμα 7.

#### 1.5.2.3 Βλάστηση και τοπίο

Η χρήση εμποδίων και οθονών απεικόνισης του τοπίου δεν αποτελεί τεχνολογία καταπολέμησης των οσμών. Η προσρόφηση των αερομεταφερόμενων ρύπων στο φύλλωμα είναι γενικά αρκετά χαμηλή έως ασήμαντη, με εξαίρεση την αμμωνία.

Η επίδραση στην διασπορά μπορεί να είναι είτε επιθυμητή είτε ανεπιθύμητη. Στο σημείο που τελειώνουν τα εμπόδια της ροής, σχηματίζεται μια περιοχή ομοιόμορφης

ανάμιξης η οποία μπορεί είτε να μειώσει είτε να αυξήσει τις συγκεντρώσεις στο επίπεδο του υποδοχέα, και εξαρτάται από την πραγματική διαμόρφωση χώρου. Κατά κανόνα τα οφέλη δεν είναι ευδιάκριτα. Το προηγούμενο φαινόμενο δεν θα πρέπει να εκλαμβάνεται σαν μέθοδος καταπολέμησης των οσμών.

Καθώς, η ενόχληση από τις οσμές είναι τελικά μια ψυχολογική διαδικασία, το τοπίο και η οπτική επίδραση, θα επηρεάζουν την εκτίμηση των οσμών. Όταν η πηγή δεν είναι ορατή, ή κρύβεται από ευχάριστη βλάστηση, τότε οι οσμές μπορούν να εκτιμηθούν ως λιγότερο επιθετικές από τις ίδιες οσμές που προέρχονται από μια 'κρυφή' παραγωγική μονάδα πίσω από έναν αποκρουστικό φράχτη με πινακίδες να αναγράφουν 'ΚΙΝΔΥΝΟΣ-ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΘΕΙΤΕ ΜΑΚΡΙΑ'.

### 1.6 Ζωοτροφές

Μια διατροφή που περιλαμβάνει υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη, αυξάνει την διαθεσιμότητα του αζώτου και του θείου στην κοπριά. Αυτά τα στοιχεία είναι οι προάγγελοι των συστατικών που προκαλούν έντονη οσμή, όταν συμβαίνει αναερόβια αποσύνθεση της κοπριάς. Από την σκοπιά της μείωσης των οσμών, είναι συνεπώς σκόπιμο να μειωθούν τα επίπεδα ακατέργαστης πρωτεΐνης, παρέχοντας ταυτόχρονα τα κατάλληλα αμινοξέα σε επαρκείς ποσότητες για να εξασφαλιστεί η βέλτιστη ανάπτυξη των χοίρων.

Τα οφέλη στις εκπομπές των οσμών ανά ζώο είναι σχετικά ελλιπώς τεκμηριωμένα μέχρι σήμερα, αλλά οι ενδείξεις δείχνουν ότι η μείωση στις εκπομπές δεν είναι πιθανό να ξεπερνά το 50% και ότι πιθανές τιμές (μείωσης) είναι 25-30%.



## 1.7 Προσθετικά

### 1.7.1 Προσθετικά ζωοτροφών

Αρκετά προσθετικά έχουν εισαχθεί στην αγορά τα τελευταία χρόνια, και αρκετοί παραγωγοί υποστηρίζουν ότι τα αποτελέσματα στην μείωση των εκπομπών των οσμών είναι ενθαρρυντικά.

Τα προσθετικά περιλαμβάνουν:

1. *Λίπη και έλαια.* Με την μείωση των ζωοτροφών σκόνης, η έκλυση δεσμευμένων οσμών από σκόνη μειώνεται .
2. *Προσοροφητικά πρόσθετα,* πχ μπετονίτης ασβεστίου, ζεόλιθος και ενεργός άνθρακας. Αυτές οι ουσίες προστίθενται με σκοπό να απορροφήσουν οσμές και να εξουδετερώσουν την έκλυση τους από την κοπριά.
3. *Εκχυλίσματα φυτών.* Ένα φυσικό εκχύλισμα από το φυτό yucca (sarsaponin), έχει αναφερθεί για την μείωση της εκπομπής της αμμωνίας. Ωστόσο δεν έχει επιβεβαιωθεί κάποια σημαντική επίδραση στην έκλυση τους.
4. *Ένζυμα.*
5. *Διάφορα είδη μικροβίων.*

### 1.7.2 Προσθετικά στην κοπριά

Προσθετικά στην κοπριά είναι διαθέσιμα σε μια μεγάλη ποικιλία των προϊόντων. Οι βασικοί τύποι εξετάζονται στις επόμενες ενότητες.

### 1.7.3 Παράγοντες εξουδετέρωσης και παράγοντες συγκάλυψης

Οι παράγοντες συγκάλυψης και οι παράγοντες εξουδετέρωσης είναι μέθοδοι καθαρισμού αέριας φάσης, στις οποίες μία ευχάριστη-‘καθαρή’ οσμή αναμιγνύεται άμεσα με τον ρυπαρό αέρα, αφού πρώτα ψεκαστεί ένα υγρό με την χρήση σπρέι. Αυτό μπορεί να συμβεί σε αγωγούς, αλλά και μετά την έκλυση των οσμηρών συστατικών στην ατμόσφαιρα, με την χρήση ανοιχτών σπρέι.

- *Οι παράγοντες συγκάλυψης* είναι οσμηρές ουσίες με σχετικά ευχάριστη οσμή που αναμιγνύονται με τον βρώμικο αέρα για να παραχθεί μια πιο αποδεκτή οσμή ή ακόμα να υπερκαλυφθεί η οσμή του βρώμικου αέρα από τον παράγοντα συγκάλυψης. Η προκύπτουσα οσμή είναι εγγενώς πιο έντονη από την αυθεντική, αλλά αναμφισβήτητα ο χαρακτήρας της γίνεται λιγότερο επιθετικός.
- *Οι παράγοντες εξουδετέρωσης* είναι παράγοντες που ‘συγκρούονται’ με τα οσμηρά μόρια, ώστε να μειωθεί η ένταση του μίγματος καθώς και για να κάνουν τον χαρακτήρα της οσμής πιο αποδεκτό. Η ακριβής διεργασία δεν έχει εξηγηθεί αλλά πραγματοποιείται μια μορφή ενθυλάκωσης σε μοριακό επίπεδο.

Οι παράγοντες συγκάλυψης έχουν ένα βραχυπρόθεσμο όφελος. Μακροπρόθεσμα, όμως μπορεί να είναι αντιπαραγωγικοί καθώς η οσμή συγκάλυψης συσχετίζεται με την οσμή της ενόχλησης. Συγκεκριμένα εάν η ένταση της οσμής συγκάλυψης είναι υψηλότερη από την κύρια οσμή, το πρόβλημα θα γίνει χειρότερο.

Οι παράγοντες συγκάλυψης και οι παράγοντες εξουδετέρωσης χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά για να παρέχουν άμεση ανακούφιση.

Υπάρχει έλλειψη ποσοτικών δεδομένων ώστε να εκτιμηθούν τα οφέλη αυτών των τεχνικών. Πάντως μια έρευνα που διενεργήθηκε το 1993 για την καταπολέμηση οσμών σε λύματα από την Water Research Centre στην Αγγλία, δεν έδειξε καλά αποτελέσματα στην απόδοση ενός παράγοντα εξουδετέρωσης στην αλληλεπίδραση του με το νερό. Δηλ. Οι οσμές δεν μειώθηκαν σημαντικά. Άλλες πάλι εκτιμήσεις σχετικά με την απόδοση αυτών των τεχνικών θεωρούνται ανεπίσημες

## 1.8 Εξαγωγή και διαχείριση του συστήματος αερισμού

Μόλις ο αέρας οδηγηθεί μέσω αγωγών σε κεντρικό σημείο για καθαρισμό, προκύπτουν αρκετές επιλογές για να μειωθεί η συγκέντρωση των οσμών του εξερχόμενου αέρα. Μερικές από αυτές είναι

- Χημικές πλυντρίδες
- Βιολογικές πλυντρίδες
- Βιολογικά φίλτρα, συνδυαζόμενα αν χρειαστεί με στάδιο προεπεξεργασίας H<sub>2</sub>S με την χρήση καταλυτικού φίλτρου σιδήρου.
- Βιολογικά φίλτρα με σταθερά υποστρώματα που είναι καλυμμένα με βιοφιλμ, (biofilm).

Αυτές οι τεχνικές έχουν την δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά την συγκέντρωση των οσμών στον αέρα (που προέρχεται από το σύστημα εξαερισμού) με αποτελεσματικότητα που φτάνει μέχρι και 90-95%. Ακόμα είναι γνωστές, αποδεδειγμένες σε εφαρμογές άλλων διαδικασιών, όπως είναι η επεξεργασία λυμάτων. Ο καθαρισμένος αέρας μπορεί να εκλυθεί από μια ανυψωμένη καμινάδα για περαιτέρω μείωση της επίδρασης της οσμής, επιτυγχάνοντας την διάλυση της στην ατμόσφαιρα.

Το μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι το κόστος. Οι ποσότητες του εξαερισμένου αέρα είναι μεγάλες, και καθορίζονται από τις ανάγκες αερισμού των ζώων. Ένας τυπικός ρυθμός αερισμού είναι τα 50-100 m<sup>3</sup>/h για κάθε χοίρο πάχυνσης.

Το κόστος και οι αποδόσεις καταπολέμησης των οσμών για τα διάφορα συστήματα συνοψίζονται στον πίνακα 18. Κατά την επανεξέταση του κόστους των διαφόρων συστημάτων, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος των σωληνώσεων για την συλλογή του αέρα και την μεταφορά του στη μονάδα επεξεργασίας. Κατά προσέγγιση, τα ποσά που χρειάζονται για τις σωληνώσεις αυτές κυμαίνονται μεταξύ € 0.80 και € 1.60 για εξαερισμό παροχής 1 m<sup>3</sup>/h.

### 1.8.1 Χημικές πλυντρίδες

Οι χημικές πλυντρίδες (chemical scrubbers) χρησιμοποιούνται στο τελικό στάδιο καθαρισμού, προτού ο εξαερισμένος αέρας εκλυθεί στην ατμόσφαιρα. Ο χημικός καθαρισμός αέρα στις πλυντρίδες είναι δοκιμασμένη τεχνολογία, και μπορεί να επιτύχει καταπολέμηση των οσμών της τάξης 70-90%.

Σε μια υγρή πλυντρίδα, ο ρυπαρός αέρας αναμιγνύεται ζωηρά με υγρό καθαριστικό. Συνήθως, η ροή του αέρα είναι αντίθετη (ανοδική).

Τα περισσότερα συστήματα είναι συσκευασμένα με πλαστικά μέσα. Οι ασυσκευαστες πλυντρίδες βασίζονται σε λεπτές σταγόνες (πλυντρίδες ομίχλης) και συνήθως απαιτούν αποθάμβωση. Οι πλυντρίδες είναι ουσιαστικά ένα χημικό σύστημα διεργασιών και απαιτούνται γνώσεις χημικής μηχανικής για να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς.

Η αρχή λειτουργίας των υγρών πλυντρίδων βασίζεται στην μεταφορά μάζας των οσμηρών συστατικών από την αέρια στην υγρή φάση. Συνήθως προστίθενται χημικά στο καθαριστικό υγρό τα οποία αντιδρούν, ώστε να μετατρέψουν τις οσμηρές ουσίες σε ιονισμένες μορφές ή να τις αποσυνθέσουν σε λιγότερο οσμηρά συστατικά με οξείδωση. Τα βασικά ή τα όξινα καθαριστικά βασίζονται στον σχηματισμό αλάτων. Τα οξειδωτικά καθαριστικά (πχ χλωριώδη, υπεροξείδια, υπερμαγγανικό κάλιο) οξειδώνουν δυσδιάλυτους ρύπους. Το όζον μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντιδράσει με ρύπους τόσο στην αέρια όσο και στην υγρή φάση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και καταλύτες ώστε η χημική αντίδραση στο καθαριστικό υγρό να είναι πιο αποτελεσματική και να μειώσει τις απαιτήσεις σε άλλα χημικά.

Οι όξινες πλυντρίδες ενός σταδίου έχουν επανεξεταστεί σαν μέθοδος μείωσης των εκπομπών αμμωνίας στην παραγωγή χοίρων στην Ολλανδία, με αρκετά καλά αποτελέσματα (απόδοση έως 90%). Η απόδοση για την απομάκρυνση της οσμής προσδιορίστηκε χαμηλότερη, περίπου στο 29%.

Το αραιωμένο θειικό οξύ είναι το πιο σύνηθες υγρό στην χρήση τέτοιου συστήματος, ενώ χρησιμοποιείται ακόμη και υδροχλωρικό οξύ.

Μια συνολική παραγωγή 2000 θαλάμων με εγκύους χοιρομητέρες, 40000 θάλαμοι με χοιρίδια και 100.000 θάλαμοι με χοίρους πάχυνσης έχει εξοπλιστεί με το προαναφερθέν σύστημα στην Ολλανδία.

Το κόστος του ενός σταδίου για τις χημικές πλυντρίδες συνοψίζεται στον πίνακα 28. Να επισημανθεί ότι οι ενός σταδίου πλυντρίδες σκοπεύουν στην απομάκρυνση μόνο της αμμωνίας. Το κόστος των πολλαπλών σταδίων το οποίο είναι αποτελεσματικό για την απομάκρυνση όλων των οσμών είναι πολύ μεγαλύτερο .

### 1.8.2 Βιολογικές πλυντρίδες

Ο βιολογικός καθαρισμός του αέρα σε πλυντρίδες είναι μια αποδεδειγμένη τεχνολογία η οποία μπορεί να επιτύχει καταπολέμηση των οσμών με αποτελεσματικότητα 70-80%. Οι βιολογικές πλυντρίδες έχουν εφαρμοστεί στην Ολλανδία για την μείωση των εκπομπών αμμωνίας και επέτυχαν να μειώσουν τις εκπομπές NH<sub>3</sub> από 3 σε 0.8 kg/ζώο τον χρόνο για χοίρους πάχυνσης.

Η τεχνολογία είναι απλή και κατάλληλη για εφαρμογή σε αγροτικό περιβάλλον. Δεν απαιτούνται χημικά αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο επιπρόσθετους κίνδυνους για την υγεία και την ασφάλεια των κατοίκων.

Το κόστος των βιολογικών πλυντρίδων, ειδικά αυτών που σχεδιάζονται για χοιροτροφική παραγωγή είναι σχετικά χαμηλό, συγκρινόμενο με άλλα συστήματα καταπολέμησης των οσμών που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Πρακτική εφαρμογή έχει εντοπιστεί στην Ολλανδία για δυναμικότητα περίπου 1000 εγκύων χοιρομητέρων, 20.000 χοιριδίων και 100.000 θαλάμων με χοίρους πάχυνσης.

### 1.8.3 Βιολογικά φίλτρα

Τα βιολογικά φίλτρα χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση των οσμών επιτυγχάνοντας αποδόσεις από 70% μέχρι και πάνω από 95%.

Σε ένα βιολογικό φίλτρο, ένα στερεό πορώδες μέσο δρα ως φορέας για την βιομάζα των μικροοργανισμών (πχ βακτήρια, μύκητες και ακτινομύκητες). Το βιολογικά ενεργό στρώμα είναι υγρό και το φίλτρο διατηρείται σε υψηλή υγρασία. Όταν οσμηρός αέρας περνάει μέσω του φίλτρου, τα συστατικά που μυρίζουν και που είναι διαλυτά στο νερό θα μεταφερθούν στο νερό στο βιολογικά ενεργό στρώμα. Η βιομάζα θα χρησιμοποιήσει αυτά τα συστατικά για αερόβιο μεταβολισμό οδηγώντας σε βιολογική οξειδωση των οσμηρών συστατικών σε λιγότερο οσμηρά συστατικά.

Τα βιολογικά φίλτρα μπορεί να είναι ανοιχτά ή κλειστά, η ροή ως προς αυτά μπορεί να είναι ανοδική ή καθοδική και τα μέσα που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι λίπασμα από φύλλα, τύρφη/ερείκη, κοχύλια, φύκια, φλοιός δέντρων, ροκανίδια κλπ. Το σύννηθες στρώμα έχει πάχος 1m, για να αποφευχθεί μια μη αποδεκτή πτώση πίεσης. Σε ροές αέρα 50-150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/hour τα βιολογικά φίλτρα καταλαμβάνουν μεγάλο όγκο.

Τα βιολογικά φίλτρα συνήθως χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία μέσων έως και μεγάλων όγκων οσμηρού αέρα, από 5000 m<sup>3</sup>/h, έως και μερικές εκατοντάδες χιλιάδες m<sup>3</sup>/h για μεγάλες ροές, και για χαμηλές έως και μέσες συγκεντρώσεις οσμών (5000-100.000 ουε/m<sup>3</sup>).

Τα βιολογικά φίλτρα είναι πιο αποτελεσματικά για θερμοκρασίες μεταξύ 15 °C και 50 °C. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες ο αέρας δεν μπορεί να καθαριστεί. Είναι συνεπώς πιθανό να απαιτηθεί ψύξη των θερμών εκπομπών. Η βέλτιστη θερμοκρασία λειτουργίας των φίλτρων κυμαίνεται μεταξύ 25 °C και 35 °C. Καθώς ο ρυθμός καθαρισμού εξαρτάται από τον βιολογικό μεταβολισμό, ο ρυθμός καθαρισμού διπλασιάζεται για κάθε μεταβολή 10 βαθμών °C, μεταξύ 0 °C και 40 °C.

Ο βρώμικος αέρας χρειάζεται να κατέχει υψηλή σχετική υγρασία για να αποφευχθεί το στέγνωμα του βιολογικού φίλτρου. Η ύγρανση της εισερχόμενης ροής μπορεί να καταστεί αναγκαία. Σε υψηλές ροές ακόμα και μικρό έλλειμμα σε υγρασία μπορεί να προκαλέσει σημαντική απώλεια νερού στο βιολογικό φίλτρο. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία ροής στο φίλτρο το οποίο είναι ενεργό και θα παράγει πλεονάζουσα θερμότητα, η επίδραση της ξήρανσης του καθαρισμένου αέρα μπορεί να οξυνθεί.

Ο βρώμικος αέρας χρειάζεται να είναι αποδεδειγμένος από σωματίδια, καθώς αυτά μπορούν να φράξουν το μέσο. Ακόμα δεν πρέπει να περιέχει ουσίες σε συγκεντρώσεις που μπορούν να έχουν τοξική επίδραση στην βιομάζα.

*Ένα στάδιο πριν τον καθαρισμό του ρυπαρού αέρα μπορεί να συνδυάσει την απομάκρυνση των σωματιδίων, καθώς και την ψύξη και την ύγρανση της ροής προτού εισέλθει στον βιολογικό καθαρισμό, με την χρήση κατάλληλων σπρέι.*

Ο σχεδιασμός συστήματος ύγρανσης ενός φίλτρου είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική χρήση του. Η ύγρανση μπορεί να έχει πολλαπλές λειτουργίες:

- *Έλεγχος υγρασίας*

Η πρωταρχική λειτουργία της ύγρανσης είναι να διατηρηθεί το περιεχόμενο της υγρασίας του φίλτρου στο απαιτούμενο επίπεδο. Το βέλτιστο περιεχόμενο υγρασίας ποικίλλει από μέσο σε μέσο.

- *Απομάκρυνση των μεταβολικών προϊόντων και έλεγχος pH*

Σε φίλτρα με H<sub>2</sub>S για παράδειγμα, το pH τείνει να πάρει πολύ χαμηλές τιμές. Έτσι μειώνεται η αποτελεσματικότητα του φίλτρου. Το βέλτιστο pH κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 6 και 8. Η ύγρανση μπορεί να συνεισφέρει στην εξουδετέρωση των οξέων. Μερικά υλικά είναι πιο κατάλληλα για να υγρανθούν (πχ ο φλοιός δέντρων είναι κατάλληλος, ενώ η τύρφη υγραίνεται τόσο που καταστρέφεται η δομή της).

- *Παροχή θρεπτικών συστατικών*

Εάν η πλήρωση του φίλτρου είναι πολύ χαμηλή, μπορεί να απαιτηθεί η προσθήκη θρεπτικών συστατικών για την διατήρηση επαρκούς ποσότητας βιομάζας. Γι αυτό το σκοπό μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό για την κάλυψη της επιφάνειας.

Η ύγρανση παρέχεται καλύτερα από μια συστοιχία ακροφυσίων, τα οποία κατανέμονται ομαλά πάνω από την επιφάνεια του φίλτρου. Η χρήση ξηρών έμπλαστρων πρέπει να αποφεύγεται, καθώς μπορεί να προκαλέσει τοπικά αναντίστρεπτες επιπτώσεις στην αποτελεσματικότητα του φίλτρου.

Τα βιολογικά φίλτρα έχουν συνήθως μια διακριτική παραμένουσα οσμή η οποία κυμαίνεται στα 100-300 ου<sub>E</sub>/m<sup>3</sup>. Παρόλα αυτά αυτή η παραμένουσα οσμή μπορεί στις περισσότερες περιπτώσεις να μοιάζει με την οσμή του εδάφους, η οποία γενικά δεν αναγνωρίζεται ως ενοχλητική.

#### 1.8.4 Καθαρισμός του συστήματος αερισμού με όζον

Ο καθαρισμός του αέρα με την χρήση του όζοντος εφαρμόζεται στην παραγωγή ζωοτροφών στο τελικό στάδιο της διαδικασίας καθαρισμού από τις οσμές. Η πρακτική του εφαρμογή σε χοιροτροφική μονάδα είναι σπάνια.

Το όζον είναι αντιδραστικό οξειδωτικό αέριο που μπορεί να διασπάσει οσμηρά συστατικά σε λιγότερο έντονες (ως προς την οσμή) οξειδωμένες μορφές.

Η αρχή λειτουργίας είναι ότι τα συστατικά που μυρίζουν στον ρυπαρό αέρα αναμιγνύονται με τον αέρα που περιέχεται στο μέσο καθαρισμού. Στην περίπτωση επεξεργασίας με UV ακτινοβολία, υπεριώδης ακτινοβολία χρησιμοποιείται για να ιονίσει το οξυγόνο στον ρυπαρό αέρα. Οι ρίζες που σχηματίζονται, συμπεριλαμβανομένου και του όζοντος ( $O_3$ ) θα αντιδράσουν με τα συστατικά που μυρίζουν, οξειδώνοντάς τα σε λιγότερο οσμηρά συστατικά. Η διαδικασία εξαρτάται κυρίως από την διαταραχή (ανάμιξη), τη συγκέντρωση οξειδωτικού και το χρόνο παραμονής. Ο χρόνος παραμονής στον χώρο ανάμιξης πρέπει να είναι τουλάχιστον μεγαλύτερος από 1 δευτερόλεπτο, και κατά προτίμηση όσο το δυνατόν περισσότερα δευτερόλεπτα γίνεται.

Τα συστήματα UV φαίνονται να είναι πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιούνται για να διασπάσουν οσμηρές ουσίες με μικρό μοριακό βάρος, όπως το  $H_2S$  αλλά είναι λιγότερο αποτελεσματικά για ουσίες μεγαλύτερου μοριακού βάρους. Παρόλο που οι κατασκευαστές υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία είναι κατάλληλη για μεγάλους όγκους ροής, ο χρόνος παραμονής στον χώρο ανάμιξης είναι δύσκολο να συντηρηθεί στο απαιτούμενο διάστημα του ενός ή περισσότερων δευτερολέπτων.

Για το  $H_2S$  η απόδοση υποστηρίζεται ότι είναι μεγαλύτερη από 90%, όμως η αποδοτικότητα ελαττώνεται με την αύξηση του μοριακού βάρους. Λίγες πληροφορίες είναι διαθέσιμες για τέτοιου τύπου οσμηρές ουσίες, αλλά τα δεδομένα επιδεικνύουν αποδόσεις καταπολέμησης γύρω στο 50%.

- Πλεονεκτήματα
  - Χαμηλό κόστος κεφαλαίου
  - Κατάλληλο για λειτουργία on/off
- Μειονεκτήματα
  - Κακή απόδοση για οσμηρές ουσίες μεγάλου μοριακού βάρους

## 1.9 Αποθήκευση κοπριάς

Οι αποθηκευτικοί χώροι κοπριάς μπορεί να αποτελέσουν σημαντική πηγή πρόκλησης ενόχλησης. Κάτω από αναερόβιες συνθήκες, υψηλές συγκεντρώσεις οσμών μπορούν να σχηματιστούν στην κοπριά, οι οποίες μπορεί να εισχωρήσουν κατά την διάρκεια εισπνοών κατά τον χειρισμό της κοπριάς. Η διαταραχή που προκύπτει από το ανακάτεμα και την άντληση, μπορεί να αυξήσει τις εκπομπές από μια επιφάνεια κατά μία τάξη μεγέθους σε σύγκριση με μία ακίνητη επιφάνεια.

Από την άλλη πλευρά, η φυσική κρούστα μπορεί να ελαττώσει τις εκπομπές από την επιφάνεια σημαντικά. Εκτιμώντας τη σχέση του αποθηκευτικού χώρου της κοπριάς με την εν δυνάμει ενόχληση, συνειδητοποιούμε ότι η συγκέντρωση των οσμών πάνω από την κοπριά, ή σε 'καπάκια' (headscapes), μπορεί να φτάσει δεκάδες ή ακόμα και εκατοντάδες χιλιάδες  $\text{ou}_E/\text{m}^3$ . Πάντως σε χοιροτροφεία με συστήματα αερισμού, η συγκέντρωση των οσμών σπανίως υπερβαίνει τα 5000  $\text{ou}_E/\text{m}^3$ . Μικροί όγκοι πολύ έντονων οσμών μπορούν κάτω από ανεπιθύμητες συνθήκες, να καλύψουν μεγάλη απόσταση και να γίνουν αντιληπτές από άτομα που βρίσκονται κατάντη. Καθώς η αντίληψη αυτή μπορεί να είναι αρκετά έντονη, ίσως οδηγήσει και σε ενόχληση.

Είναι συνεπώς σημαντικό πεδίο ενδιαφέροντος, να εκτιμηθεί ο αποθηκευτικός χώρος της κοπριάς και ο χειρισμός της μεταφοράς της ώστε να ελαττωθούν οι επιδράσεις των οσμών.

### 1.9.1 Μείωση εκπομπών οσμών σε ανοιχτό αποθηκευτικό χώρο κοπριάς

Σε πολλές περιπτώσεις, η κοπριά αποθηκεύεται σε ανοιχτές δεξαμενές. Στην Ιρλανδία, η πιο συχνή διαμόρφωση περιλαμβάνει αποθηκευτικούς χώρους κάτω από πλήρως εσχαρωτά επίπεδα. Πρόσθετοι αποθηκευτικοί χώροι στην ύπαιθρο τοποθετούνται τον τελευταίο καιρό. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται σε ανοιχτές δεξαμενές κατασκευασμένες από γυαλί μέταλλο ή τσιμέντο σε λιμνοθάλασσες.

Για να μειωθούν οι εκπομπές από ανοιχτές δεξαμενές πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ακόλουθοι παράγοντες:

- Μείωση της επιφάνειας ως ποσοστό του όγκου (βαθιές δεξαμενές σε συνδυασμό με μικρή επιφάνεια)
- Ελαχιστοποίηση των αναταράξεων με προσεχτικό σχεδιασμό των σωλήνων. Όλες οι πληρώσεις πρέπει να συμβαίνουν κάτω από υγρή επιφάνεια για να αποφευχθεί η αναταραχή.
  - Εάν είναι εφικτό, πρέπει να ενισχύεται ο φυσικός σχηματισμός κρούστας.
  - Επεξεργασία της λυματολάσπης με μηχανικό διαχωρισμό ή αερισμό, μπορεί να μειώσει δραστικά το περιεχόμενο των οσμών, και έτσι των εκπομπών τους.
- Συνιστάται προσωρινή κάλυψη π.χ. με άχυρο, σε στρώμα 10-20cm, σαν αποτελεσματική μέθοδος για την μείωση εκπομπών από την επιφάνεια.
- Μείωση των περιοχών του υγρού που εκτίθεται στον αέρα με την χρήση προσωρινών ή επιπλεγμένων καλυμμάτων (πχ επιπλέοντες πίνακες από



πολυστερολίο). Αυτά τα καλύμματα μπορούν να μειώσουν κατά πολύ τις εκπομπές. Με την μέθοδο αυτή έχουν αναφερθεί μειώσεις εκπομπών αμμωνίας 70-80%.

### 1.9.2 Κλειστός αποθηκευτικός χώρος

Υπάρχουν αρκετές επιλογές για τους κλειστούς αποθηκευτικούς χώρους κοπριάς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα σχεδόν την πλήρη παρεμπόδιση των εκπομπών στην ατμόσφαιρα. Σε άκαμπτες δεξαμενές ωστόσο χρειάζεται μεγάλη προσοχή, ώστε οι έντονες οσμές από το καπάκι (headspace) να μην εισέρχονται με μία 'εισπνοή' κατά την φόρτωση ή την εκφόρτωση. Οι κλειστές δεξαμενές από την φύση τους αποτελούν εν δυνάμει κίνδυνο για την ασφάλεια και την υγεία, καθώς είναι πιθανόν να περιέχουν θανατηφόρες συγκεντρώσεις αερίων όπως  $H_2S$ .

Ευέλικτες λύσεις γίνονται όλο και πιο δημοφιλείς, με την χρήση μεθόδων επικάλυψης που αποτρέπουν την ύπαρξη headspace.

### 1.9.3 Επιχειρησιακές προοπτικές αποθήκευσης της κοπριάς

Οι επόμενες επιχειρησιακές πρακτικές μπορούν να εφαρμοστούν για να ελαττωθούν οι εκπομπές οσμών από χώρους αποθήκευσης κοπριάς:

- Όταν ο αποθηκευτικός χώρος δεν χρησιμοποιείται, χρειάζεται προσεχτικός καθαρισμός των επιφανειών. Ακόμα και μερικά εκατοστά αναερόβιας λάσπης στο κάτω μέρος μπορεί να αποτελέσει σημαντική πηγή εκπομπής οσμών.

- Πρέπει να αποφεύγονται η τυρβώδης ροή και τα πιτσιλίσματα, καθώς αυτά μπορούν να προκαλέσουν αυξημένες εκπομπές από την επιφάνεια κατά μία τάξη μεγέθους

- Καλό είναι να χρησιμοποιούνται πάντα σωλήνες που εκτείνονται κάτω από την υγρή επιφάνεια κατά την διάρκεια της πλήρωσης.

- Προώθηση και διαφύλαξη των σχηματιζόμενων φυσικών κρούστων.

- Η διάρκεια αποθήκευσης πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη.

- Ο χειρισμός για οποιαδήποτε επεξεργασία της κοπριάς πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε η κατεύθυνση του ανέμου να είναι ευνοϊκή, η ατμόσφαιρα ταραγμένη και η ένταση των ανέμων μέτρια έως ισχυρή.

## Βιβλιογραφία

1. Odour Impacts and Odour Emission Control Measures for Intensive Agriculture  
FINAL REPORT, Environmental Protection Agency 2001
2. Περιοδικό Γεωργία-Κτηνοτροφία, τεύχος 1/2008 σελ. 62-69
3. Global NEST Journal, Vol 12, No 1, pp 46-53, 2010 Copyright© 2010  
Global NEST **DISPERSION MODELING OF ODOURS EMITTED FROM PIG FARMS: WINTER-SPRING MEASUREMENTS**, *Technical University of Crete Department of Environmental Engineering*
4. Protection Distances for Sufficient Dispersion and Dilution of Odor from Swine Buildings A. Heber, Department of Agricultural and Biological Engineering PURDUE UNIVERSITY SWINE DAY AUGUST 28, 1997
6. PIG RESEARCH & DEVELOPMENT CORPORATION Development of a Pig Effluent Emissions Database and Analysis of Promising Control Strategies Final Report - Part B - Summary of Preferred Emission Reduction Strategies December 1999 Project No FSE 1/1503
7. Μελέτη Εκτίμησης Επιπτώσεων Στο Περιβάλλον Από την Αναβάθμιση και Λειτουργία Χοιροστασίου της Εταιρείας ΠΑΡΕΚΚΛΗΣΙΑ ΦΑΡΜ ΛΤΔ, Εις Παρεκκλησιά.
8. Φ.977/1351/15 Ιουν 2009/Υπουργείο Εθνικής Άμυνας/Εθνική μετεωρολογική Υπηρεσία/Θέμα : Διαβίβαση Στοιχείων
9. <http://www.minenv.gr/1/13/131/13108/g13108193.html>
10. <http://i115srv2.vu-wien.ac.at/bm/sym/richteng.htm>
11. Comparison of a Gaussian diffusion model with guidelines for calculating the separation distance between livestock farming and residential areas to avoid odour annoyance Martin Piringger, Gunther Schaubberger
12. Influence of Temperature, Humidity and Ventilation Rate on the Release of Odour and Ammonia in a Floor Housing System for Laying Hens
13. Bioresource Technology 97 (2006) 940-948, Odour and ammonia emissions from intensive pig units in Ireland, E.T Hayes, T.P. Curran, V.A. Dodd

14. <http://www.weblakes.com/products/screen/index.html>
15. Swine Housing and Equipment Handbook, MWPS-8, 4<sup>th</sup> Edition, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa, 1983, page 3.
16. . K.W. Van Der Hoek, "Estimating ammonia emission factors in Europe: Summary of the work of the UNECE ammonia expert panel", *Atmospheric Environment*, 1998, **32(3)**, 315-316.
17. <http://eper.ec.europa.eu/eper/>
18. P.W.G. Groot Koerkamp et al, "Concentrations and Emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe", *J. agric. Engng Res.* (1998) **70**, 79-75.
19. Ji-Qin Ni, A.J. Heber, T.T. Lim, C.A. Diehl, R.K. Duggirala, B.L. Haymore and A.L. Sutton, "Ammonia emission from large mechanically- ventilated swine building during warm weather", *J. Environ. Qual.* (2000) **29(3)**, 751-758.
20. . L.A. Harper, R.R. Sharpe and J.D. Simmons, "Ammonia emissions from swine houses in the southeastern united states", *J. Environ. Qual.* (2004) **33(3)**, 449-457.
21. M.R.J. Doorn, D.F. Natschke, S.A. Thorneloe, J. Southerland, "Development of an emission factor for ammonia emissions from US swine farms based on field tests and application of mass balance method", *Atmospheric Environment* (2002) **36**, 5619-5625.
22. J. Seedorf et al, "A survey of ventilation rates in livestock buildings in Northern Europe", *J.agric. Engng Res.* (1998) **70**, 39-47
23. Draft prEN 13725 : Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry
24. [http://hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full\\_story\\_html?dr\\_url=/docrep/docs/misc/ClimateOfGreece](http://hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full_story_html?dr_url=/docrep/docs/misc/ClimateOfGreece)
25. ΜΠΕ της χοιροτροφικής μονάδας στη Β. Κρήτη, έτος.....