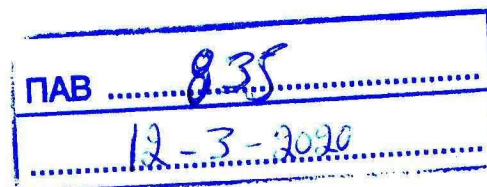


ΒΟΥΛΗ ΤΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ



Δρ. ΔΙΟΝΥΣΙΑ – ΘΕΟΔΩΡΑ ΑΥΓΕΡΙΝΟΠΟΥΛΟΥ

Βουλευτής Ηλείας – ΝΕΑ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

Πρόεδρος της Ειδικής Μόνιμης Επιτροπής Προστασίας Περιβάλλοντος της Βουλής

ΑΝΑΦΟΡΑ

Προς:

- τον Υπουργό Υγείας

κ. Βασίλη Κικίλια

Αθήνα, 9 Μαρτίου 2020

Σας καταθέτω την τελική έκθεση που υπέβαλε το Εργαστήριο Υγιεινής του Ιατρικού Τμήματος Πανεπιστημίου Πατρών, στα πλαίσια υπογραφείσας σύμβασης με την Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος / Περιφερειακή Ενότητα Ηλείας, σχετικά με την εκτίμηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος σε περιοχή εγκατάστασης μονάδας αδρανοποίησης υποπροϊόντων σφαγής και παρακαλώ για τις σχετικές ενέργειές σας.

Η αναφέρουσα Βουλευτής

Δρ. Διονυσία – Θεοδώρα Αυγερινοπούλου

Βουλευτής Ν. Ηλείας, Ν.Δ.

Πρόεδρος της Ειδικής Μόνιμης Επιτροπής Προστασίας Περιβάλλοντος

Μητροπόλεως 1, 10557, Αθήνα, τηλ.: 2103709632

email: d.avgerinopoulou@parliament.gr

✓



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS



ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΒΑΡΥΝΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΔΡΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΣΦΑΓΗΣ

**Εργαστήριο Υγιεινής
Ιατρικό Τμήμα
Πανεπιστήμιο Πατρών**

Επιστημονικός Υπεύθυνος
Μιχάλης Λεοτσινίδης
Καθηγητής Υγιεινής

Πάτρα, Ιανουάριος 2020

Το παρόν ερευνητικό έργο ανατέθηκε στο Εργαστήριο Υγιεινής του Ιατρικού Τμήματος του Πανεπιστημίου Πατρών από την Περιφερειακή Ενότητα Ηλείας της Περιφέρειας Δυτικής Ελλάδας μετά από υπογραφή σχετικής σύμβασης.

Στην ερευνητική ομάδα συμπεριλαμβάνονται οι:

Μιχάλης Λεοτσινίδης, Καθηγητής Υγιεινής, Επιστημονικός Υπεύθυνος του Έργου

Ελένη Σαζακλή, Χημικός, M.Sc., Ph.D., Επίκ. Καθηγήτρια Υγιεινής - Περιβαλλοντικής Επιδημιολογίας & Τοξικολογίας

Αθηνά Φειδάκη, Χημικός, M.Sc., Ερευνήτρια

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επεξεργασία ζωικών υποπροϊόντων είναι μια διαδικασία που μετατρέπει τους ιστούς των υπολειμμάτων των ζώων σε σταθερά, χρησιμοποιήσιμα υλικά. Η επεξεργασία μπορεί να αναφέρεται σε οποιαδήποτε μετατροπή ζωικών προϊόντων σε πιο χρήσιμα υλικά ή, πιο συγκεκριμένα, στην μετατροπή ολόκληρων ζωικών λιπαρών ιστών σε καθαρισμένα λίπη όπως το χοιρινό λίπος ή το ζωικό λίπος. Η πλειονότητα των επεξεργασμένων ιστών προέρχεται από τα σφαγεία, αλλά περιλαμβάνει επίσης τα λίπη εστιατορίων και τα κρέατα που έχουν λήξει από τα καταστήματα παντοπωλείων. Το υλικό αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τους λιπαρούς ιστούς, τα κόκαλα και τα εντόσθια, καθώς και ολόκληρα σφάγια ζώων, και εκείνα που έχουν πεθάνει στις εκμεταλλεύσεις, κατά τη διαμετακόμιση κλπ. Οι πιο συνηθισμένες ζωικές πηγές είναι το βόειο κρέας και τα πουλερικά. Η διαδικασία έγκειται στην ξήρανση του αρχικού υλικού και το διαχωρισμό του λίπους από τα οστά και την πρωτεΐνη. Η διαδικασία αποδίδει ένα λιπαρό αγαθό (κίτρινο λίπος, επιλεγμένο λευκό λίπος κ.λπ.) και ένα πρωτεϊνικό άλευρο (κρέας και οστεάλευρα, γεύμα υποπροϊόντων πουλερικών κ.λπ.).

Η επεξεργασία ζωικών υποπροϊόντων είναι μια διαδικασία στην οποία το λίπος και η πρωτεΐνη διαχωρίζονται από τα απόβλητα σφαγής ή το νεκρό ζώο. Στη μονάδα επεξεργασίας, παρατηρείται γρήγορη αλλοίωση των ζωικών προϊόντων με αποτέλεσμα την έκλυση οσμηρών ενώσεων. Οι οσμηρές ενώσεις στον αέρα αποτελούν αιτία όχλησης ενώ θεωρούνται και περιβαλλοντικοί ρύποι. Αυτές οι οσμηρές ενώσεις περιλαμβάνονται στην κατηγορία των Πτητικών Οργανικών Ενώσεων (VOC), ενώσεις που χαρακτηρίζονται από υψηλή τάση ατμών (εξατμίζονται εύκολα) και συνήθως χαμηλή υδατοδιαλυτότητα. Έχουν διεξαχθεί πολλές έρευνες για τον εντοπισμό των πτητικών οργανικών ενώσεων από μονάδες επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων.

Επιπλέον, διάφορα ένζυμα εμπλέκονται στην αποσύνθεση της πρωτεΐνης και του λίπους από τα ζωικά υλικά. Ένα από τα κυριότερα στάδια επεξεργασίας είναι "το μαγείρεμα" (cooking) των ζωικών ιστών κατά το οποίο τα ζωικά υλικά υφίστανται θέρμανση σε υψηλές θερμοκρασίες και με αυτόν τον τρόπο προάγονται οι αντιδράσεις αποικοδόμησης. Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή και απελευθέρωση διαφόρων οσμηρών ουσιών, όπως ενώσεις του θείου (υδρόθειο, μερκαπτάνες, σουλφίδια), αζωτούχες ενώσεις (αμμωνία και αμίνες) και οξυγονούχες ενώσεις (οξέα, κετόνες και αλδεΐδες) [Van Langenhove et al., 1982; Luo & Oostrom, 1997]. Άλλα στάδια κατά τα οποία απελευθερώνονται οσμηρές ουσίες είναι το

στάδιο συλλογής και ο τεμαχισμός, όπου είναι δυνατόν να υπάρξει αποδόμηση και ζύμωση των ζωικών αποβλήτων και υποπροϊόντων.

Μετά το "μαγείρεμα", το λίπος διαχωρίζεται και η υπόλοιπη, πλούσια σε πρωτεΐνη, μάζα μετατρέπεται σε οστεάλευρο κρέατος (MBM), [Shareefdeen et al., 2005] το οποίο χρησιμοποιείται για ζωοτροφές. Η διαδικασία αποστείρωσης προστέθηκε στην διαδικασία επεξεργασίας μετά το πρόβλημα της ασθένειας των τρελών αγελάδων (βοοειδή) (σπογγώδης εγκεφαλοπάθεια, ΣΕΒ)) [Bhatti et al., 2014].

Οι οσμηρές ενώσεις που έχουν ταυτοποιηθεί στις εκπομπές αερίων από εγκαταστάσεις επεξεργασίας περιλαμβάνουν το υδρόθειο, την αμμωνία, τα οργανικά σουλφίδια και δισουλφίδια, μερκαπτάνες, αλδεϋδες (ειδικά C4-C7 αλδεϋδες), αμίνες, κινολίνη, διμεθυλπυραζίνη, άλλες πυραζίνες, ινδόλη, σκατόλη και O3-O6 οργανικά οξέα. Επιπλέον, μικρότερες ποσότητες C4-C7 αλκοολών, κετονών, αλειφατικών υδρογονανθράκων και λοιπών αρωματικών ενώσεων εκπέμπονται [Hesam et al., 2015].

Τα επίπεδα συγκεντρώσεων των εκπεμπόμενων ενώσεων εξαρτώνται από το είδος, την ποσότητα και τη "φρεσκάδα" των πρώτων υλών, τον τύπο της χρησιμοποιούμενης διαδικασίας και την περίοδο του έτους [Luo and Agnew, 2001; Luo and Lindsey, 2006; Rappert and Müller, 2005a,b].

Οι οσμές που εκπέμπονται από την επεξεργασία των ζωικών υποπροϊόντων είναι από τις πλέον έντονες και λιγότερο ανεκτές από τους περιοίκους [Anet et al., 2013]. Το γεγονός δημιουργεί αντιδράσεις από τους περιοίκους, που καταλήγουν συχνά σε αντιπαραθέσεις με τη μονάδα επεξεργασίας και καταγγελίες. Για να μην διαταράσσεται η καθημερινότητα των περιοίκων αφενός, αλλά και να αποφεύγονται πιθανοί κίνδυνοι για την υγεία τους, είναι ζωτικής σημασίας ο έλεγχος αυτών των οσμών.

ΣΚΟΠΟΣ

Στόχος του έργου είναι να διερευνηθεί αν η δυσοσμία που αναφέρεται από τους κατοίκους των Αγίων Θεοδώρων του Δήμου Ανδραβίδας-Κυλλήνης με έδρα τα Λεχαινά στο νομό Ηλείας, σχετίζεται με τη λειτουργία μονάδας αδρανοποίησης υποπροϊόντων σφαγής και του παρακείμενου σφαγείου που βρίσκονται σε απόσταση 1800 περίπου μέτρων Ανατολικά. Επιπλέον διερευνάται πιθανή ρύπανση του επιφανειακού και υπόγειου υδροφόρου.

1. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ

1.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

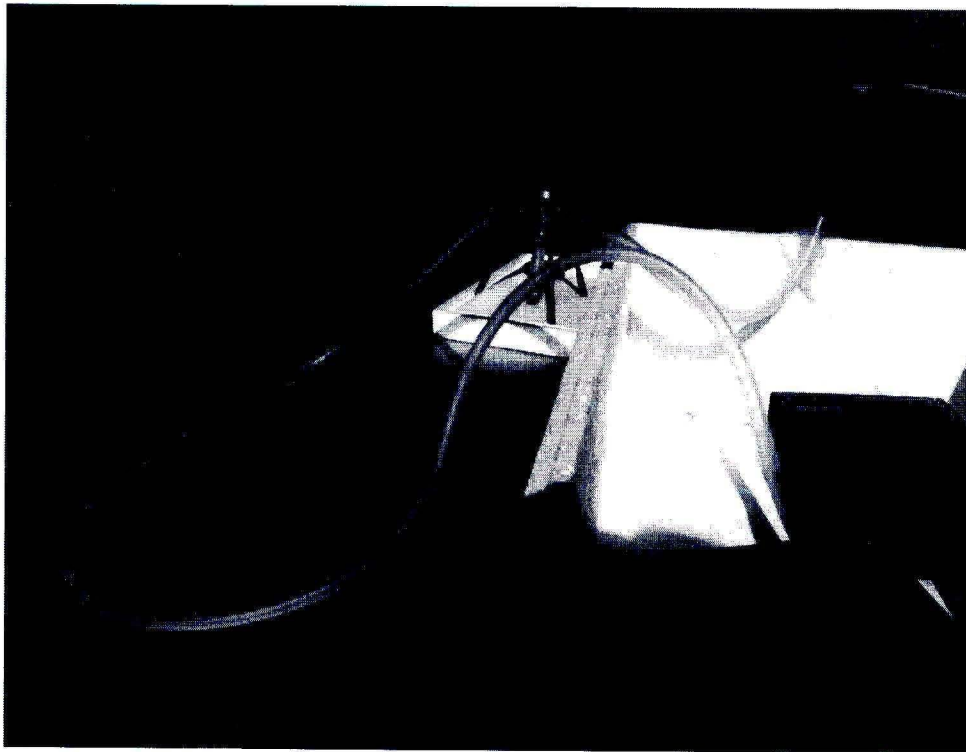
Προκειμένου να διερευνηθεί η τυχόν επιβάρυνση της ποιότητας του αέρα από τη λειτουργία της μονάδας, προσδιορίστηκαν ενώσεις δείκτες (chemical markers) που, σύμφωνα με τη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία, προέρχονται από μονάδες επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων (Rendering), το είδος των οποίων ήδη έχει αναφερθεί στην εισαγωγή της παρούσας, τόσο εντός της μονάδας επεξεργασίας όσο και σε επιλεγμένα σημεία στη γύρω περιοχή.

1.1.1 Δειγματοληψία

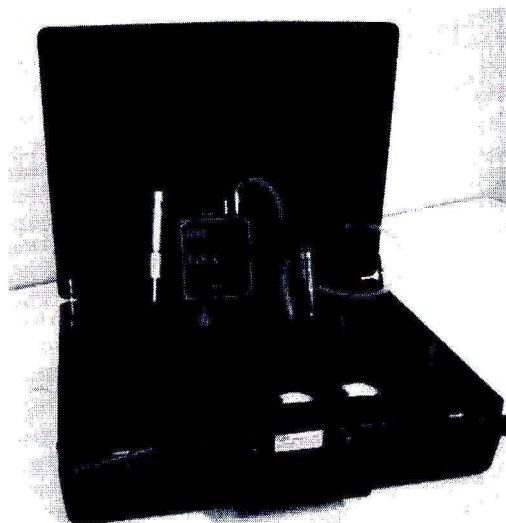
Για τη συλλογή των δειγμάτων αέρα εφαρμόστηκε η μέθοδος ενεργητικής δειγματοληψίας συγκεκριμένου όγκου αέρα και προσρόφηση των υπό μελέτη ενώσεων σε ειδικά προσροφητικά υλικά που περιέχονται σε κατάλληλα φυσίγγια (cartridges). Η ενεργητική δειγματοληψία διενεργήθηκε με τη χρήση εξειδικευμένων αεραντλιών, ενώ τα φυσίγγια περιείχαν δύο διαφορετικά υλικά πλήρωσης, ώστε να καταστεί δυνατή η ανίχνευση, μεταξύ των άλλων, και θειούχων ενώσεων. Στην εικόνα 1 παρουσιάζεται ένα στιγμιότυπο κατά τη διάρκεια της ενεργητικής δειγματοληψίας του αέρα. Η δειγματοληψία αέρα διαρκούσε 30 έως 60 λεπτά ενώ ο ρυθμός δειγματοληψίας ήταν 500 ml/min.

Πλέον της δειγματοληψίας για το προσδιορισμό πτητικών ενώσεων στη γύρω της μονάδας περιοχή, διενεργήθηκε παράλληλα δειγματοληψία για προσδιορισμό αιωρούμενων σωματιδίων. Για τη συλλογή αιωρούμενων σωματιδίων χρησιμοποιήθηκε φορητή δειγματοληπτική συσκευή (εικόνα 2) και φίλτρα κυτταρίνης διαμέτρου 38 mm με διάμετρο πόρων 0.45 mm. Τα φίλτρα είχαν προζυγισθεί σε μικροζυγό (CAHN). Ο ρυθμός δειγματοληψίας αέρα ήταν 2,0 L/min.

Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν από μέλη της ερευνητικής ομάδας του εργαστηρίου Υγιεινής, με τη παρουσία πάντα του επιστημονικού υπευθύνου Καθηγητή κ. Μιχάλη Λεοτσινίδη.



Εικ. 1. Ενεργητική δειγματοληψία αέρα



Εικόνα 2. Η φορητή δειγματοληπτική συσκευή που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό των αιωρούμενων σωματιδίων.

Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται τα στοιχεία των δειγματοληψιών για τον προσδιορισμό των πτητικών ενώσεων. Ο πίνακας 2 περιλαμβάνει τις δειγματοληψίες αέρα για τον προσδιορισμό αιωρούμενων σωματιδίων. Χάρτης με τα σημεία δειγματοληψίας αέρα παρουσιάζεται στην εικόνα 3.

Πίνακας 1. Στοιχεία δειγματοληψιών αέρα για πτητικές οργανικές ενώσεις

A/A	Ημερομηνία	Ώρα - Διάρκεια δειγματοληψίας	Σημείο	Γεωγραφικές συντεταγμένες	Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική Υγρασία (%)	Μέση Ταχύτητα ανέμου (m/s)
1	8-3-2019	11:00 π.μ. 60 λεπτά	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	23	42,2	0,3 Δ-ΝΔ
2	22-4-2019	11:00 π.μ. 45 λεπτά	Εσωτερικό μονάδας	37° 56' 22" 21° 20' 35"			
3	22-4-2019	12:10 μ.μ. 50 λεπτά	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	23,4	56,5	0,2 ΝΑ
4	17-5-2019	13:15 μ.μ. 50 λεπτά	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	19,9	67,4	2,4 Δ-ΒΔ
5	31-5-2019	11:10 π.μ. 40 λεπτά	Εσωτερικό μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"			
6	31-5-2019	12:15 μ.μ. 50 λεπτά	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	25,7	55,1	0,2 Ν-ΝΔ
7	31-5-2019	3:10 μ.μ. 30 λεπτά	Υπαιθρο δυτικά μονάδας	37° 56' 38" 21° 18' 53"	26,4	55,7	1,4 Β
8	7-11-2019	4:10 μ.μ. 65 λεπτά	Υπαιθρο βορειοδυτικά μονάδας	37° 56' 36" 21° 20' 29"	22,7	62,5	3,6 ΝΑ
9	16-11-2019	12:30 μ.μ. 60 λεπτά	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	23,5	45,3	0,2 ΝΑ

Πίνακας 2. Στοιχεία δειγματοληψιών αέρα για αιωρούμενα σωματίδια

A/A	Ημερομηνία	Σημείο	Γεωγραφικές συντεταγμένες	Θερμοκρασία αέρα (°C)	Σχετική Υγρασία (%)	Μέση Ταχύτητα ανέμου (m/s)
1	17-5-2019	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	19,9	67,4	2,4 Δ-ΒΔ
2	31-5-2019	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	25,7	55,1	0,2 Ν-ΝΔ
3	7-11-2019	Υπαιθρο βορειοδυτικά μονάδας	37° 56' 36" 21° 20' 29"	22,7	62,5	3,6 ΝΑ
4	16-11-2019	Υπαιθρο ανατολικά μονάδας	37° 56' 18" 21° 20' 44"	23,5	45,3	0,2 ΝΑ



Εικ. 3: Χάρτης σημείων δειγματοληψίας αέρα

Μετά το πέρας εκάστης δειγματοληψίας τα μεν φυσίγγια στα οποία είχαν προσροφηθεί οι υπό προσδιορισμό ενώσεις σφραγίζοντο κατάλληλα, τα δε φίλτρα για το προσδιορισμό των αιωρουμένων σωματιδίων τοποθετούντο σε ειδικές θήκες. Και ακολουθούσε η μεταφορά στο εργαστήριο Υγιεινής προς ανάλυση.

1.1.2 Ανάλυση.

A. Πτητικές οργανικές ενώσεις:

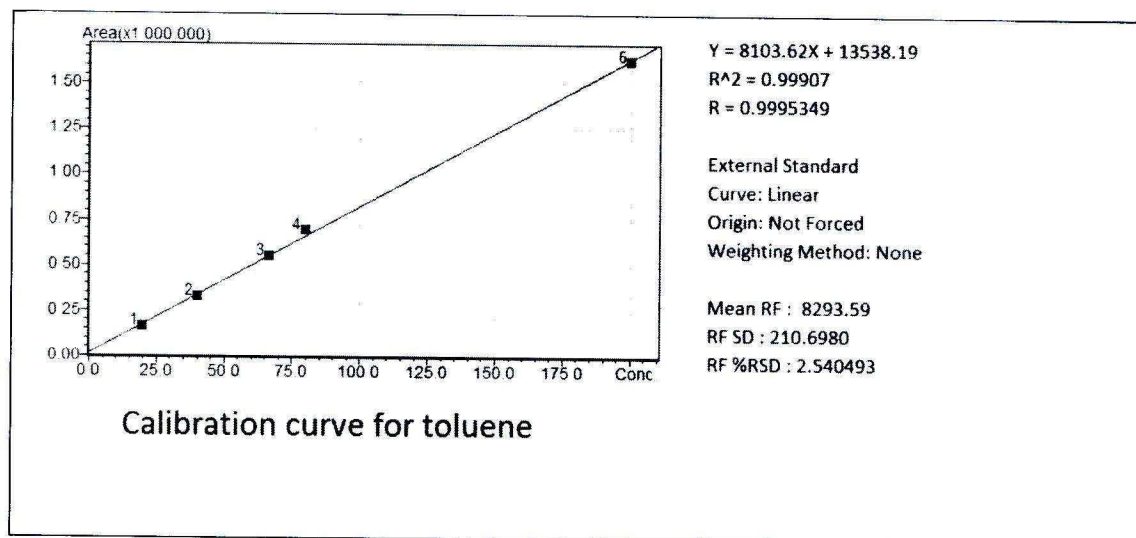
Τα φυσίγγια δειγματοληψίας τοποθετήθηκαν σε σύστημα θερμικής εκρόφησης (Markes Unity 2), εκροφήθηκαν και διαβιβάστηκαν σε σύστημα αέριας χρωματογραφίας (Shimadzu GC-2010) συζευγμένης με φασματογράφο μάζας (Shimadzu GCMS-QP2010 Plus), όπου διαχωρίστηκαν και ταυτοποιήθηκαν.

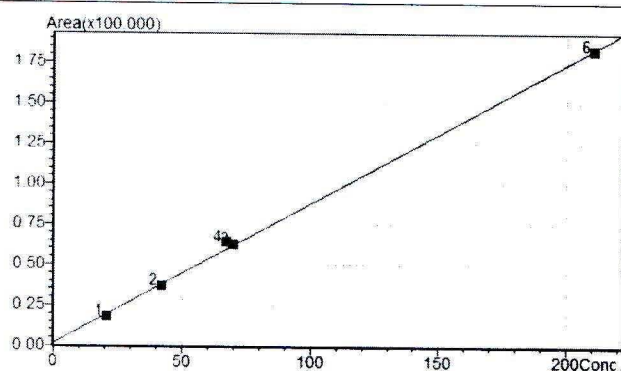
Ο ποσοτικός προσδιορισμός των ενώσεων που ανιχνεύονται προϋποθέτει τη χάραξη πρότυπων καμπυλών βαθμονόμησης για την κάθε ένωση. Στη συνέχεια η ποσοτικοποίηση επιτυγχάνεται μέσω γραμμικής παρεμβολής των αποτελεσμάτων των αγνώστων δειγμάτων στην εκάστοτε πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης. Έγινε προμήθεια 76 πρότυπων ενώσεων

και χαράχθηκαν πρότυπες καμπύλες βαθμονόμησης. Η κάθε καμπύλη βαθμονόμησης χαράχθηκε με την παρασκευή τουλάχιστον 5 γνωστών συγκεντρώσεων της εκάστοτε πρότυπης ένωσης, διαδικασία που επαναλήφθηκε εις τριπλούν.

Οι 76 ενώσεις επιλέχθηκαν με κύριο κριτήριο την ανίχνευσή τους στην πλειοψηφία δειγμάτων που ελήφθησαν προκαταρκτικά και ανιχνεύοντο αφενός εντός της μονάδας αδρανοποίησης και ταυτόχρονα στα δείγματα του εξωτερικού αέρα. Για τις ενώσεις αυτές διατίθενται πρότυπα διαλύματα ή πρότυπες ουσίες από εγκεκριμένους, διαπιστευμένους προμηθευτές. Επισημαίνεται στο σημείο αυτό ότι κατά τη προκαταρκτική φάση ανιχνεύθηκαν 178 διαφορετικές ενώσεις στον αέρα εντός της μονάδας αδρανοποίησης και 105 έως 141 ενώσεις στα δείγματα αέρα της γύρω περιοχής.

Στην εικόνα 4 παρουσιάζονται ενδεικτικά οι καμπύλες βαθμονόμησης των ενώσεων: τολουόλιο, 2-μεθυλ-φουράνιο, διμεθυλοσουλφίδιο, διμεθυλοτρισουλφίδιο και βενζόλιο. Στην εικόνα 5 παρουσιάζονται ενδεικτικά ένα χρωματογράφημα πρότυπων ενώσεων και ένα χρωματογράφημα δείγματος εξωτερικού αέρα.





$$Y = 863.1026X + 1595.089$$

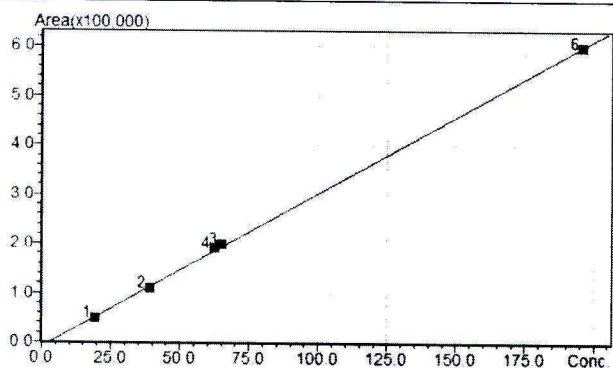
$$R^2 = 0.998555$$

$$R = 0.9992772$$

External Standard
Curve: Linear
Origin: Not Forced
Weighting Method: None

Mean RF : 881.5796
RF SD : 42.30873
RF %RSD : 4.799195

Calibration curve for 2-methyl furan



$$Y = 3113.005X - 9197.238$$

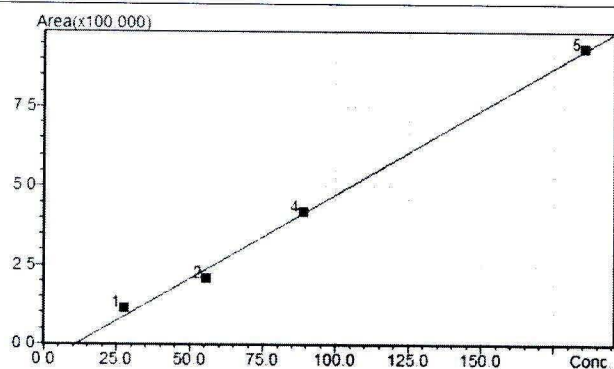
$$R^2 = 0.9995258$$

$$R = 0.9997629$$

External Standard
Curve: Linear
Origin: Not Forced
Weighting Method: None

Mean RF : 2871.772
RF SD : 276.8271
RF %RSD : 9.639594

Calibration curve for dimethyl sulfide



$$Y = 5337.136X - 59821.74$$

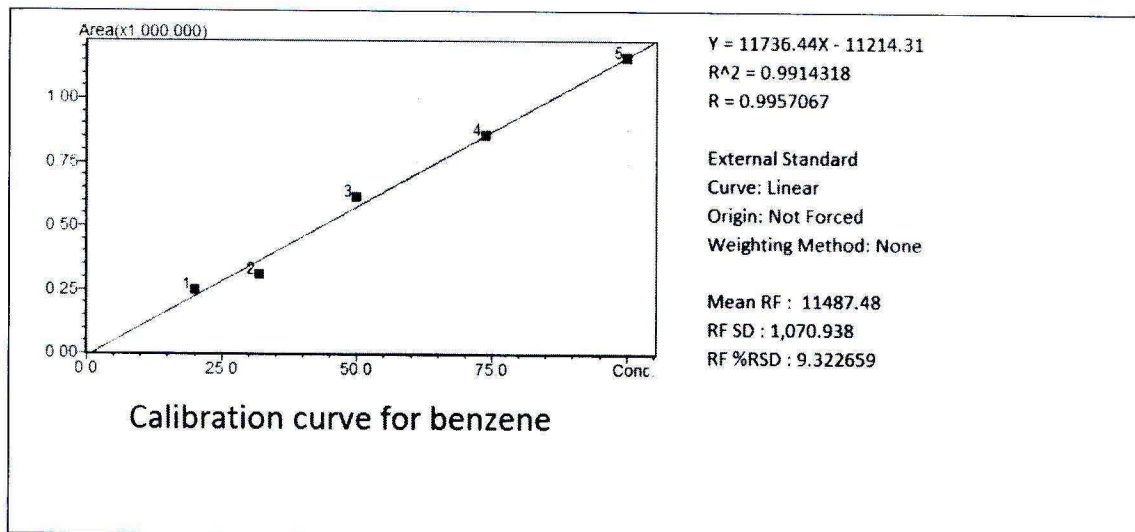
$$R^2 = 0.9962906$$

$$R = 0.9981436$$

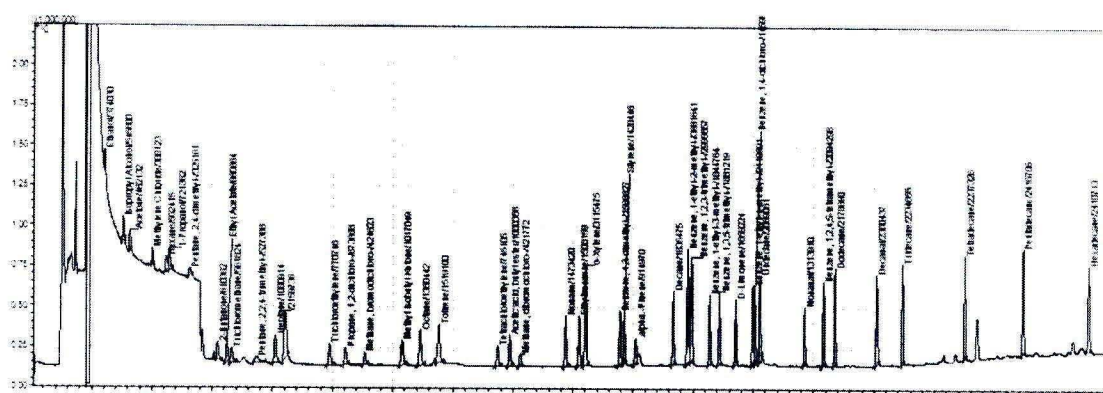
External Standard
Curve: Linear
Origin: Not Forced
Weighting Method: None

Mean RF : 4367.106
RF SD : 609.9373
RF %RSD : 13.96662

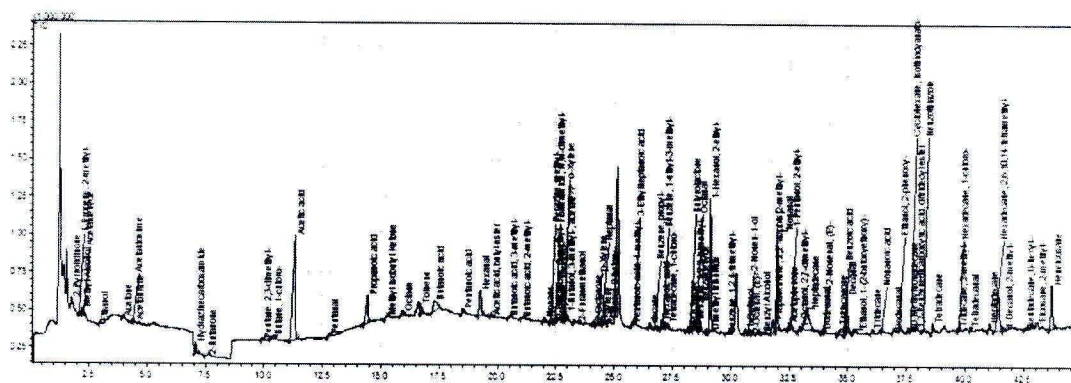
Calibration curve for dimethyl trisulfide



Εικ. 4: Πρότυπες καμπύλες βαθμονόμησης ενδεικτικών ενώσεων



Χρωματογράφημα προτύπων ενώσεων



Χρωματογράφημα δείγματος εξωτερικού αέρα

Εικ. 5: Ενδεικτικά χρωματογραφήματα

B. Αιωρούμενα σωματίδια:

Τα φίλτρα μετά τη μεταφορά τους στο εργαστήριο επαναζυγίσθηκαν στον ίδιο μικροζυγό και υπολογίσθηκε στη συνέχεια η συγκέντρωση των αιωρουμένων σωματιδίων στον αέρα.

1.2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

1.2.1 Αποτελέσματα προσδιορισμού πτητικών οργανικών ενώσεων στον αέρα

Τα αποτελέσματα του ποσοτικού προσδιορισμού των ενώσεων ανά σημείο και ημερομηνία δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον πίνακα 3. Επισημαίνεται ότι στον πίνακα 3 παρουσιάζονται μόνο οι ενώσεις που προσδιορίσθηκαν σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του ορίου ανίχνευσης της μεθόδου, και συγκεκριμένα 64 από τις 76 που αναζητήθηκαν και για τις οποίες είχαν χαραχθεί πρότυπες καμπύλες στο εργαστήριο.

Πίνακας 3. Συγκεντρώσεις των πτητικών οργανικών ενώσεων (σε $\mu\text{g}/\text{m}^3$ αέρα) που ανιχνεύθηκαν στα σημεία δειγματοληψίας

	Ένωση	Μονάδες	Εσωτερικό	Εσωτερικό	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο	Υπαιθρο
			μονάδας	μονάδας	8-3-2019	22-4-2019	17-5-2019	31-5-2019	31-5-2019	31-5-2019	7-11-2019	16-11-2019
			$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Propanoic acid	209,64	16,69	7,33	22,39	6,24	3,62	MA	MA	MA	MA	5,15
2	Butanoic acid	126,22	9,44	3,91	16,16	3,80	10,88	MA	MA	MA	MA	2,78
3	Aminomethanesulfonic acid	42,48	3,98	1,31	0,40	0,56	MA	MA	MA	MA	MA	0,69
4	Ethanol	20,26	5,96	7,61	30,38	2,17	0,23	1,12	0,68	0,68	0,68	56,32
5	Hexanal	15,03	5,63	6,17	14,61	7,02	2,73	4,87	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
6	Nonanal	11,88	4,86	7,86	17,45	7,63	2,88	6,34	0,99	0,99	0,99	9,86
7	Acetone	11,59	21,77	17,36	16,01	1,33	<0,13	0,20	<0,13	<0,13	<0,13	6,27
8	2-Butanone	10,31	4,09	1,03	1,43	0,56	0,17	0,17	MA	MA	MA	0,98
9	D-Limonene	7,84	MA	1,32	0,42	0,38	0,97	0,97	0,16	0,16	0,16	1,99
10	Hydrazinecarboxamide	7,27	1,86	1,46	9,72	2,94	2,21	1,90	MA	MA	MA	2,28
11	Benzoic acid	6,29	8,38	4,04	6,32	6,68	0,83	1,13	MA	MA	MA	3,16
12	Decanal	5,63	1,46	1,88	5,42	3,98	0,82	2,04	0,58	0,58	0,58	3,51
13	Toluene	5,06	3,81	2,53	2,70	0,83	0,14	2,02	<0,13	<0,13	<0,13	17,85
14	Methyl Isobutyl Ketone	4,64	0,96	0,44	0,66	0,32	0,29	0,20	<0,13	<0,13	<0,13	1,41
15	Benzaldehyde	3,66	6,66	2,86	10,94	2,46	0,36	0,87	0,43	0,43	0,43	7,84
16	Octanal	3,44	3,14	2,78	5,85	2,80	1,21	2,45	0,53	0,53	0,53	2,57
17	Heptanal	3,39	2,02	2,57	6,50	2,41	1,19	1,97	<0,21	<0,21	<0,21	2,13
18	Furan, 2-methyl-	3,24	0,70	0,14	0,32	<0,14	<0,14	<0,14	MA	MA	MA	0,30
19	Hexadecane	3,15	2,87	0,18	0,43	0,26	<0,13	<0,13	0,39	0,39	0,39	0,76
20	Ethylbenzene	3,11	7,01	1,27	4,42	3,01	0,25	2,44	<0,13	<0,13	<0,13	4,77
21	Disulfide, dimethyl	2,84	MA	MA	0,36	MA	0,19	0,21	MA	MA	MA	MA
22	Undecanal	2,12	MA	1,03	1,69	1,79	0,74	0,86	0,57	0,57	0,57	0,74
23	Pentanal	1,96	2,28	1,03	1,40	1,57	0,44	0,35	0,24	0,24	0,24	0,63
24	o-Xylene	1,88	4,25	2,98	2,61	1,82	0,18	1,44	0,16	0,16	0,16	6,95

Ένωση	Μονάδες	Εσωτερικό μονάδας 31-5-2019 μg/m ³	Εσωτερικό μονάδας 22-4-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 8-3-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 22-4-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 17-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 31-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο δυσικά 31-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο βορειοδυτικά 7-11-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 16-11-2019 μg/m ³
25	Dimethyl sulfide	1,82	0,59	0,13	0,20	0,21	<0,13	<0,13	MA	<0,13
26	1-Propanol	1,81	1,35	MA	0,24	MA	MA	MA	MA	MA
27	Styrene	1,78	6,83	0,80	4,40	1,04	0,17	0,29	<0,13	4,53
28	Caprolactam	1,64	MA	0,68	1,07	1,21	0,44	0,63	MA	MA
29	Acetophenone	1,49	2,44	1,05	0,51	0,59	0,34	0,48	0,46	2,20
30	p-Xylene	1,49	1,44	2,59	1,33	0,71	<0,13	1,49	<0,13	7,61
31	Benzene	1,48	1,18	0,78	1,20	0,66	<0,13	0,18	<0,13	1,92
32	Ethanol, 2-phenoxy-	1,35	MA	0,68	1,00	1,03	0,44	0,67	0,33	0,53
33	Benzene, 1,3-dimethyl-	1,35	1,68	1,91	1,14	0,77	0,16	1,08	<0,13	5,22
34	2-Nonenal, (E)-	1,32	MA	0,69	1,52	0,86	MA	MA	MA	1,91
35	Octane	1,30	1,96	2,26	2,56	1,41	0,26	MA	0,13	1,52
36	1-Pentanol	1,24	0,35	0,27	0,87	0,50	0,16	0,35	<0,13	MA
37	Hexane	1,21	1,48	MA	MA	MA	MA	MA	MA	0,65
38	Benzene, 1,3,5-trimethyl-	1,03	0,36	0,24	0,32	0,25	0,15	1,53	<0,13	3,43
39	Heptane	1,02	1,25	MA	0,94	0,32	MA	MA	MA	0,69
40	Ethyl Acetate	0,89	1,05	0,69	0,75	0,50	MA	MA	MA	1,36
41	Isopropyl Alcohol	0,80	3,32	0,77	1,38	0,26	MA	MA	<0,13	2,36
42	1-Octanol	0,74	MA	0,76	0,75	0,62	0,31	0,40	0,21	1,02
43	Benzene, propyl-	0,74	1,65	0,29	1,29	0,46	0,18	0,38	0,13	1,79
44	Nonane	0,74	MA	1,32	1,42	0,74	0,23	0,54	<0,13	1,36
45	Pentadecane	0,69	0,92	0,73	3,27	0,54	0,19	0,25	0,22	0,56
46	Decane	0,68	0,80	0,75	1,01	0,45	0,20	0,26	0,13	2,53
47	Acetic acid, butyl ester	0,60	0,52	0,30	0,14	0,25	<0,13	<0,13	MA	3,79
48	Tetradecane	0,56	<0,13	<0,13	0,24	<0,13	<0,13	<0,13	0,24	0,72
49	Pentane, 2,2,4-trimethyl-	0,56	0,82	MA	MA	MA	MA	MA	MA	0,38
50	Pentane, 3-methyl-	0,55	0,78	MA	0,43	MA	<0,09	0,10	MA	1,80

Ένωση	Εσωτερικό μονάδας 31-5-2019 μg/m ³	Εσωτερικό μονάδας 22-4-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 8-3-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 22-4-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 17-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 31-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο δυτικά 31-5-2019 μg/m ³	Υπαιθρο βορειοδυτικά 7-11-2019 μg/m ³	Υπαιθρο ανατολικά 16-11-2019 μg/m ³
	Μονάδες								
51	1,4-Dioxane	0,54	1,01	0,29	0,78	MA	2,21	MA	0,33
52	Dimethyl trisulfide	0,50	MA	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	<0,18	MA
53	Indole	0,48	0,90	0,23	0,31	0,37	0,19	MA	0,13
54	Benzene, 1,2,3-trimethyl-	0,40	MA	<0,13	0,16	MA	<0,13	MA	1,03
55	Benzothiazole	0,40	1,55	<0,13	<0,13	0,85	<0,13	0,46	0,68
56	Dodecane	0,37	1,81	0,23	0,46	0,43	1,24	<0,13	0,47
57	Undecane	0,35	0,18	<0,13	0,34	0,20	<0,13	<0,13	1,08
58	Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	0,35	0,45	<0,13	0,33	0,17	<0,13	MA	0,87
59	Tridecane	0,34	MA	<0,13	0,28	0,17	<0,13	<0,13	0,38
60	Furan, 2-pentyl-	0,30	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
61	Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	0,29	0,51	<0,13	0,15	0,22	<0,13	<0,13	1,84
62	Benzene, 1-ethyl-4-methyl-	0,18	MA	<0,13	<0,13	MA	<0,13	MA	0,69
63	2-Heptanone	0,13	<0,13	<0,13	0,20	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
64	Trichloromethane	MA	0,94	0,31	MA	MA	MA	MA	MA

MA: Μη ανιχνεύσιμο

1.2.2 Αποτελέσματα προσδιορισμού αιωρουμένων σωματιδίων στον αέρα

Τα αποτελέσματα προσδιορισμού των αιωρουμένων σωματιδίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα προσδιορισμού αιωρουμένων σωματιδίων στον εξωτερικό αέρα

A/A	Ημερομηνία	Σημείο	Συγκέντρωση αιωρουμένων σωματιδίων ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	17-5-2019	Ύπαιθρο ανατολικά μονάδας	20
2	31-5-2019	Ύπαιθρο ανατολικά μονάδας	35
3	7-11-2019	Ύπαιθρο βορειοδυτικά μονάδας	28
4	16-11-2019	Ύπαιθρο ανατολικά μονάδας	25

Τα αποτελέσματα προσδιορισμού αιωρουμένων σωματιδίων έδειξαν συγκεντρώσεις που κυμαίνονται στα συνήθη επίπεδα για αγροτικές περιοχές.

1.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Οι ενώσεις που προσδιορίστηκαν ανήκουν στην ομάδα των πτητικών οργανικών ενώσεων, και μπορούν να ανιχνευθούν στην αέρια φάση. Για τις περισσότερες από τις ανωτέρω ενώσεις, εάν και εφόσον παρουσιάζουν οσμή, έχει προσδιορισθεί και αναφέρεται στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία το κατώφλι οσμής, που είναι η ελάχιστη συγκέντρωση της εκάστοτε ένωσης στον αέρα που η οσμή της μπορεί να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο. Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα εύρη των συγκεντρώσεων της κάθε ένωσης στον εσωτερικό χώρο της μονάδας και στις θέσεις δειγματοληψίας των γύρω περιοχών, μαζί με το αντίστοιχο κατώφλι οσμής και τον χαρακτήρα αυτής της οσμής.

Πίνακας 5. Εύρη συγκεντρώσεων των ενώσεων στο εσωτερικό της μονάδας και στον εξωτερικό αέρα, κατώφλι και χαρακτήρας οσμής.

Ένωση	Εύρος συγκεντρώσεων εντός μονάδας $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Εύρος συγκεντρώσεων εξωτερικού αέρα $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Κατώφλι Οσμής (odor threshold) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Χαρακτήρας οσμής
Propanoic acid	16,69 - 209,64	MA - 22,39	3	ξινή
Butanoic acid	9,44 - 126,22	MA - 16,16	14,5	ξινή, οσμή ιδρώτα
Aminomethanesulfonic acid	3,98 - 42,48	MA - 1,31	Μη διαθέσιμο	
Acetone	11,59 - 21,77	<0,13 - 17,36	940	γλυκιά, φρουτώδης, οσμή αιθέρα
Ethanol	5,96 - 20,26	0,23 - 56,32	342	γλυκιά, οίνοπνεύματος
Hexanal	5,63 - 15,03	<0,13 - 14,61	57,5	οσμή πράσινης ντομάτας
Nonanal	4,86 - 11,88	0,99 - 17,45	3	οσμή εσπεριδοειδών, λιπαρή
2-Butanone	4,09 - 10,31	MA - 1,43	23400	οσμή μέντας/ακετόνης
Benzoic acid	6,29 - 8,38	MA - 6,68	Μη διαθέσιμο	ελαφρά, μη διαπεραστική οσμή
D-Limonene	MA - 7,84	0,16 - 1,99	10	λεμόνι, πλαστικό, εσπεριδοειδή, καουτσούκ,
Hydrazinecarboxamide	1,86 - 7,27	MA - 9,72	Μη διαθέσιμο	
Ethylbenzene	3,11 - 7,01	<0,13 - 4,77	4	αρωματική, ελαιώδης, οσμή διαλύτη
Styrene	1,78 - 6,83	<0,13 - 4,53	12	οσμή διαλύτη και καουτσούκ
Benzaldehyde	3,66 - 6,66	0,36 - 10,94	0,8	οσμή πικραμύγδαλου
Decanal	1,46 - 5,63	0,58 - 5,42	2,5	διαπεραστική, γλυκιά, κηρώδης, γλυκιά
Toluene	3,81 - 5,06	<0,13 - 17,85	98	ξινή, οσμή καμμένου
Methyl Isobutyl Ketone	0,96 - 4,64	<0,13 - 1,41	140	γλυκιά, οξεία
o-Xylene	1,88 - 4,25	0,16 - 6,95	52	εμπυρευματική οσμή και καμμένης οργανικής ύλης
Octanal	3,14 - 3,44	0,53 - 5,85	0,9	οσμή εσπεριδοειδών
Heptanal	2,02 - 3,39	<0,21 - 6,5	0,9	οσμή ανθέων
Isopropyl Alcohol	0,8 - 3,32	<0,13 - 2,36	2500	οξεία, οσμή καουτσούκ
Furan, 2-methyl-	0,7 - 3,24	<0,14 - 0,32	90450	οσμή σοκολάτας
Hexadecane	2,87 - 3,15	<0,13 - 0,76	Μη διαθέσιμο	οσμή βενζίνης
Disulfide, dimethyl	MA - 2,84	MA - 0,36	1	Οσμή έντονου σκόρδου, χαλασμένου ψαριού ή αποσυντιθέμενων υλικών

Πίνακας 5 (συνέχεια)

Ένωση	Εύρος συγκεντρώσεων εντός μονάδας	Εύρος συγκεντρώσεων εξωτερικού αέρα	Κατώφλι Οσμής (odor threshold)	Χαρακτήρας οσμής
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Acetophenone	1,49 - 2,44	0,34 - 2,2	1,2	οσμή αμύγδαλου, καυστική
Pentanal	1,96 - 2,28	0,24 - 1,57	1,4	εμετική, οσμή αποσύνθεσης
Undecanal	MA - 2,12	0,57 - 1,79	3,5	κηρώδης /οσμή ανθέων
Octane	1,3 - 1,96	MA - 2,56	3100	οσμή βενζίνης και ορυκτελαίου
Dimethyl sulfide	0,59 - 1,82	MA - 0,21	0,3	δυσάρεστη, οσμή σκουπιδιών/ χαλασμένου λάχανου
Dodecane	0,37 - 1,81	<0,13 - 1,24	766	ήπια κηρώδης
1-Propanol	1,35 - 1,81	MA - 0,24	<75	γλυκιά, οίνοπνευματώδης
Benzene, 1,3-dimethyl-	1,35 - 1,68	<0,13 - 5,22	52	γλυκιά, αρωματική
Benzene, propyl-	0,74 - 1,65	0,13 - 1,79	18,7	αρωματική
Caprolactam	MA - 1,64	MA - 1,21	300	ήπια
Benzothiazole	0,4 - 1,55	<0,13 - 0,85	442	δυσάρεστη οσμή καουτσούκ
p-Xylene	1,44 - 1,49	<0,13 - 7,61	52	γλυκιά, αρωματική
Benzene	1,18 - 1,48	<0,13 - 1,92	1500	αρωματική, διαλύτου, εμπυρευματική
Hexane	1,21 - 1,48	MA - 0,65	5300	οσμή βενζίνης
Ethanol, 2-phenoxy-	MA - 1,35	0,33 - 1,03	Μη διαθέσιμο	ευχάριστη οσμή
2-Nonenal, (E)-	MA - 1,32	MA - 1,91	0,09	δυσάρεστη οσμή ορυκτώδους λίπους (γράσσου)
Heptane	1,02 - 1,25	MA - 0,94	1700	οσμή βενζίνης
1-Pentanol	0,35 - 1,24	<0,13 - 0,87	20	οσμή πλαστικού
Ethyl Acetate	0,89 - 1,05	MA - 1,36	340	φρουτώδης, γλυκιά, ακετόνης
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,36 - 1,03	<0,13 - 3,43	30	αρωματική
1,4-Dioxane	0,54 - 1,01	MA - 2,21	2900	γλυκιά, οίνοπνευματώδης
Pentadecane	0,69 - 0,92	0,19 - 3,27	Μη διαθέσιμο	κηρώδης
Indole	0,48 - 0,9	MA - 0,37	5,02	δυσάρεστη οσμή, παρούσα σε λιθανθρακόπισσα και στα κόπρανα

Πίνακας 5 (συνέχεια)

Ένωση	Εύρος συγκεντρώσεων εντός μονάδας $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Εύρος συγκεντρώσεων εξωτερικού αέρα $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Κατώφλι Οσμής (odor threshold) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Χαρακτήρας οσμής
Pentane, 2,2,4-trimethyl-	0,56 - 0,82	MA - 0,38	3130	οσμή πετρελαίου
Decane	0,68 - 0,80	0,13 - 2,53	3600	οσμή βενζίνης
Pentane, 3-methyl-	0,55 - 0,78	MA - 1,8	31378	οσμή πετρελαίου
1-Octanol	MA - 0,74	0,21 - 1,02	5	διαπεραστική
Nonane	MA - 0,74	<0,13 - 1,42	12000	οσμή βενζίνης
Acetic acid, butyl ester	0,52 - 0,6	MA - 3,79	0,62	γλυκιά, οσμή μπανάνας
Tetradecane	<0,13 - 0,56	<0,13 - 0,72	Μη διαθέσιμο	ήπια κηρώδης
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	0,29 - 0,51	<0,13 - 1,84	364	οσμή βενζίνης, διαλύτη
Dimethyl trisulfide	MA - 0,5	MA - 0,18	0,005	έντονη δυσάρεστη θειώδης
Benzene, 1-ethyl-3-methyl-	0,35 - 0,45	MA - 1,39	88	χημική, οσμή βενζίνης
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	MA - 0,4	MA - 1,03	30	αρωματική
Undecane	0,18 - 0,35	<0,13 - 1,08	5560	ήπια κηρώδης
Tridecane	MA - 0,34	<0,13 - 0,38	Μη διαθέσιμο	ήπια κηρώδης
Furan, 2-pentyl-	<0,14 - 0,3	<0,14	19	φρουτώδης, ελαφρά οσμή λαχανικών
Benzene, 1-ethyl-4-methyl-	MA - 0,18	MA - 0,69	41	οσμή βενζίνης
2-Heptanone	<0,13 - 0,13	<0,13 - 0,2	3,5	φρουτώδης, γλυκιά

Όπως φαίνεται από τον ανωτέρω πίνακα, ανιχνεύθηκαν ενώσεις, τόσο στο χώρο της μονάδας αλλά και στις γύρω περιοχές δειγματοληψίας, που οι συγκεντρώσεις τους υπερβαίνουν το κατώφλι οσμής. Οι υπόλοιπες ενώσεις, παρόλο που ανιχνεύθηκαν σε συγκεντρώσεις κάτω του κατωφλίου οσμής, στις συγκεκριμένες ώρες των δειγματοληψιών, συμβάλλουν και αυτές αθροιστικά στο αποτέλεσμα της έντονης δυσοσμίας στην περιοχή. Οι ενώσεις που υπερβαίνουν το κατώφλι οσμής στον εξωτερικό αέρα των γύρω περιοχών παρουσιάζονται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6. Ενώσεις στον εξωτερικό αέρα σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του κατώφλιου οσμής.

	Εύρος συγκεντρώσεων εντός μονάδας	Εύρος συγκεντρώσεων εξωτερικού αέρα	Κατώφλι Οσμής	Λόγος μέγιστης συγκέντρωσης εξ. αέρα προς κατώφλι οσμής	Χαρακτήρας οσμής
	μg/m ³	μg/m ³	μg/m ³		
Propanoic acid	16,69 - 209,64	MA - 22,39	3	7,5	ξινή
Butanoic acid	9,44 - 126,22	MA - 16,16	14,5	1,1	ξινή, οσμή ιδρώτα
Nonanal	4,86 - 11,88	0,99 - 17,45	3	5,8	οσμή εσπεριδοειδών, λιπαρή
Ethylbenzene	3,11 - 7,01	<0,13 - 4,77	4	1,2	αρωματική, ελαιώδης, οσμή διαλύτη
Benzaldehyde	3,66 - 6,66	0,36 - 10,94	0,8	13,7	οσμή πικραμύγδαλου
Decanal	1,46 - 5,63	0,58 - 5,42	2,5	2,2	διαπεραστική, γλυκιά, κηρώδης, γλυκιά
Octanal	3,14 - 3,44	0,53 - 5,85	0,9	6,5	οσμή εσπεριδοειδών
Heptanal	2,02 - 3,39	<0,21 - 6,5	0,9	7,2	οσμή ανθέων
Acetophenone	1,49 - 2,44	0,34 - 2,2	1,2	1,8	οσμή αμύγδαλου, καυστική
Pentanal	1,96 - 2,28	0,24 - 1,57	1,4	1,1	εμετική, οσμή αποσύνθεσης
2-Nonenal, (E)-	MA - 1,32	MA - 1,91	0,09	21,2	δυσάρεστη οσμή ορυκτώδους λίπους (γράσσου)
Acetic acid, butyl ester	0,52 - 0,6	MA - 3,79	0,62	6,1	γλυκιά, οσμή μπανάνας
Dimethyl trisulfide	MA - 0,5	MA - 0,18	0,005	36,0	έντονη δυσάρεστη θειώδης

Στην προτελευταία στήλη του πίνακα 6, φαίνεται πόσες φορές παραπάνω από το κατώφλι οσμής ανιχνεύθηκε η καθεμία από αυτές τις ενώσεις. Ορισμένες δε από αυτές τις ενώσεις έχουν ιδιαίτερα έντονη και ενοχλητική οσμή, όπως για παράδειγμα το προπανικό και το βουτυρικό οξύ, η πεντανάλη κλπ. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του διμεθυλοτρισουλφιδίου, το οποίο είναι έντονα δύσοσμο και γίνεται αισθητό από την ανθρώπινη όσφρηση σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Πρόκειται για μία από τις χαρακτηριστικές ενώσεις που παράγονται κατά τη βακτηριακή αποδόμηση της οργανικής ύλης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ένα μείγμα ενώσεων μπορεί να μυρίζει διαφορετικά από τις μη αναμειγμένες ενώσεις και ότι, γενικά, όσο αυξάνεται η ένταση της οσμής, αυξάνεται και το αίσθημα δυσαρέσκειας. Είναι σημαντικό ότι η οσμή μπορεί να προκαλέσει ένα ευρύ φάσμα φυσιολογικών αποκρίσεων που κυμαίνονται από τον ερεθισμό των ματιών, της μύτης και του λαιμού έως τη ναυτία, τον πονοκέφαλο και τον εμετό, τη διατάραξη, την ενόχληση και την κατάθλιψη (Mackie et al., 1998).

1.3.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΟΣΟΝ ΑΦΟΡΑ ΣΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΩΝ ΟΣΜΩΝ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα των μετρήσεων αποδεικνύεται ότι ενώσεις που δημιουργούνται κατά τη διεργασία επεξεργασίας ζωικών υποπροϊόντων, ανιχνεύονται και στον εξωτερικό αέρα των γύρω περιοχών σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το κατώφλι οσμής. Ο χαρακτήρας της οσμής πολλών εκ των ενώσεων αυτών είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός και δύσοσμος. Η συνεργιστική δράση των οσμηρών αυτών ενώσεων εξηγεί την έντονη δυσοσμία που επικρατεί σε ορισμένες ώρες της ημέρας στην ευρύτερη περιοχή, γεγονός που δικαιολογεί απόλυτα τις αντιδράσεις των κατοίκων της περιοχής.

Το εύλογο ερώτημα που γεννάται στον πληθυσμό, αλλά και σε όποιον ασχολείται με το θέμα, είναι εάν τελικά, πέραν από το πρόβλημα της δυσοσμίας, υπάρχουν κίνδυνοι για την υγεία του πληθυσμού που εκτίθεται.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι από τα κύρια αντικείμενα του Εργαστηρίου Υγιεινής είναι η πρόληψη, προαγωγή και προστασία της δημόσιας υγείας, η ερευνητική ομάδα αποφάσισε, πέραν των συμβατικών της υποχρεώσεων, να προχωρήσει σε εκτίμηση πιθανού κινδύνου για τη δημόσια υγεία.

1.4. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΔΗΜΟΣΙΑ ΥΓΕΙΑ ΣΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πολλές από τις Πτητικές Οργανικές Ενώσεις, εκτός από την πολλές φορές δυσάρεστη οσμή τους, μπορούν να επηρεάσουν την υγεία. Αξίζει να σημειωθεί ότι μία δύσοσμη ένωση δεν είναι απαραίτητα και τοξική ή καρκινογόνος και αντίστροφα, επομένως δεν θα πρέπει η εκτίμηση κινδύνου για την υγεία να βασίζεται αποκλειστικά στην ένταση της οσμής (ΕΡΑ,

1992). Τοξικές επιδράσεις μπορούν να εμφανιστούν σε συγκεντρώσεις των χημικών ουσιών μικρότερες από το όριο ανίχνευσης οσμής τους, δεδομένου ότι οι βιολογικοί μηχανισμοί που εμπλέκονται στην ανίχνευση οσμών είναι διαφορετικοί από τους μηχανισμούς που εμπλέκονται στην τοξικότητα και την καρκινογένεση. Στην πραγματικότητα, ενώ το ρινικό οσφρητικό επιθήλιο είναι η θέση δράσης για την ανίχνευση της οσμής, οι τοξικές ουσίες δρουν σε διάφορα όργανα. Το ίδιο ισχύει και για τον τύπο του υποδοχέα (υποδοχέας οσμής για οσμές, DNA και πρωτεϊνικοί υποδοχείς ή οξειδωτικά συστήματα για πρόκληση τοξικότητας ή/και καρκινογένεσης). Η καλύτερη προσέγγιση ενσωματώνει την ανίχνευση της οσμής μαζί με την τοξική ισχύ των χημικών οντοτήτων, ειδικά στις περιπτώσεις όπου η συγκέντρωση κατωφλίου οσμής είναι γνωστή και μπορεί να συγκριθεί με κριτήρια που βασίζονται στην υγεία (EPA, 1992). Αρνητικές επιπτώσεις επί της υγείας, όπως ο ερεθισμός του επιπεφυκότος, η δυσφορία στη μύτη και το λαιμό, ο πονοκέφαλος, η αλλεργική δερματική αντίδραση και πολλές άλλες έχουν συσχετιστεί με έκθεση σε ορισμένες πτητικές οργανικές ενώσεις, ενώ η έκθεση σε άλλες ενώσεις έχει συνδεθεί με τον κίνδυνο χρόνιας τοξικότητας ή καρκινογένεσης (Ni et al. 2012).

Για την εκτίμηση κινδύνου για την υγεία από την έκθεση του ανθρώπου σε συγκεκριμένες χημικές ουσίες, απαιτούνται τα εξής:

Προσδιορισμός επικινδυνότητας

Εκτίμηση δόσης - απόκρισης

Εκτίμηση έκθεσης

Χαρακτηρισμός κινδύνου

Όσον αφορά στον προσδιορισμό της επικινδυνότητας, αυτός περιλαμβάνει τη συλλογή και αξιολόγηση των τοξικολογικών δεδομένων για βλάβες ή ασθένειες στην υγεία που προκαλεί μια χημική ουσία, και τις συνθήκες έκθεσης υπό τις οποίες προκαλείται η βλάβη ή η ασθένεια.

Η αξιολόγηση της Δόσης – Απόκρισης περιγράφει τη ποσοτική σχέση μεταξύ του βαθμού της έκθεσης σε μία χημική ουσία και τη σοβαρότητα της βλάβης ή της ασθένειας. Η περιγραφή είναι διαφορετική για τις καρκινογόνες και τις μη καρκινογόνες ουσίες.

Η εκτίμηση έκθεσης περιλαμβάνει τη περιγραφή της φύσης και του μεγέθους διαφόρων πληθυσμών που εκτίθενται σε ένα χημικό παράγοντα καθώς και το εύρος και τη διάρκεια της έκθεσης.

Τέλος, όσον αφορά στο χαρακτηρισμό του κινδύνου, αυτός προκύπτει από την συνεκτίμηση της έκθεσης και των τοξικολογικών δεδομένων με σκοπό τον προσδιορισμό της πιθανότητας αρνητικών συνεπειών. Ο χαρακτηρισμός κινδύνου διενεργείται για μεμονωμένες χημικές ουσίες και στη συνέχεια αθροίζεται για τα μείγματα χημικών ουσιών (Παραδοχή προσθετικότητας).

Ο γενικός πληθυσμός μπορεί να εκτίθεται σε μείγματα χημικών ενώσεων, εκ των οποίων ορισμένες μπορεί να προκαλέσουν χρόνια ή οξεία τοξικότητα (δοσο-εξαρτώμενο αποτέλεσμα), ή καρκινογένεση ή και τα δύο.

Ο χαρακτηρισμός μιας ουσίας ως τοξικής (που δεν έχει όμως καρκινογόνο δράση), βασίζεται στην **Επιτρεπτή Ημερήσια Πρόσληψη, ή στη Δόση Αναφοράς** (Reference Dose, RfD), που είναι η δόση που δεν αναμένεται να προκαλέσει βλαβερές επιδράσεις στην υγεία του εκτιθέμενου ανθρώπινου πληθυσμού (περιλαμβανομένων ευαίσθητων ομάδων) καθ' όλην τον βίο. Παρόμοιο κριτήριο με την Επιτρεπτή ημερήσια πρόσληψη είναι τα ελάχιστα επίπεδα επικινδυνότητας (MRLs), που αποτελούν εκτίμηση της ημερήσιας έκθεσης του ανθρώπου σε μια επικίνδυνη ουσία η οποία πιθανόν να μην έχει αξιόλογες μη-καρκινικές συνέπειες για ένα συγκεκριμένο χρόνο έκθεσης.

Στην περίπτωση μιας χημικής ένωσης που είναι τοξική, αλλά όχι καρκινογόνος, υπολογίζεται η Μέγιστη Ημερήσια Δόση (MDD), στην οποία εκτίθεται ο πληθυσμός και αυτή συγκρίνεται με το RfD. Εάν η Μέγιστη Ημερήσια Δόση είναι μικρότερη από τη Δόση Αναφοράς, δεν υφίσταται πρόβλημα. Αντίθετα όταν το κλάσμα Μέγιστη Ημερήσια Δόση / Δόση Αναφοράς είναι κοντά ή έχει τιμή μεγαλύτερη από την τιμή 1,0 υπάρχει αυξημένος κίνδυνος για πρόκληση τοξικού αποτελέσματος. Ας σημειωθεί ότι πολλές φορές τίθεται σαν όριο ασφαλείας η τιμή 0,1 για το ανωτέρω κλάσμα.

Στην περίπτωση των καρκινογόνων ουσιών, χρησιμοποιούνται μαθηματικά μοντέλα για να εφαρμόσουν δεδομένα μελετών υψηλών δόσεων, που χρησιμοποιούνται σε πειράματα ζώων, στις χαμηλές δόσεις όπου και συνήθως εκτίθενται οι άνθρωποι σε χρόνια βάση. Η κυριότερη παράμετρος που μπορεί να προκύψει από μία εκτίμηση κινδύνου για καρκινογόνες ουσίες είναι ο "slope factor", που ποσοτικοποιεί τη σχέση δόσης – απόκρισης. Ο Slope Factor χρησιμοποιείται για την εκτίμηση του άνω ορίου της πιθανότητας καρκινογένεσης σε ένα άτομο, ως αποτέλεσμα της έκθεσης καθ'όλην το βίο, σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο ενός δυνητικού καρκινογόνου παράγοντα. Για τον υπολογισμό του κινδύνου ανάπτυξης καρκίνου

καθ' όλον το βίο, όταν είναι γνωστά η δόση (συγκέντρωση και διάρκεια έκθεσης) και ο slope factor, χρησιμοποιούνται οι τύποι

$$LCR = CDI \times CSF$$

όπου LCR: ο κίνδυνος για καρκινογένεση καθ' όλον το βίο (lifetime cancer risk)

LADD: Μέση Ημερήσια δια Βίου Δόση (lifetime average daily dose)

CSF: cancer slope factor

Η Μέση Ημερήσια δια Βίου Δόση (LADD) υπολογίζεται από τον τύπο

$$LADD = (C \times IR \times ED \times EF) / (AT \times BW)$$

όπου C: η συγκέντρωση της ουσίας στο μέσο έκθεσης, στην προκειμένη περίπτωση ο αέρας (σε mg/m^3)

IR: ρυθμός πρόσληψης αέρα (σε m^3/h)

ED: διάρκεια έκθεσης (σε έτη)

EF: συχνότητα έκθεσης (σε ημέρες/έτος)

AT: μέση διάρκεια ζωής (λαμβάνεται στην περίπτωσή μας 70 έτη)

BW: μέσο βάρος σώματος (λαμβάνεται 70 kg).

Με τον τρόπο αυτό υπολογίζουμε την αναμενόμενη αύξηση των περιπτώσεων καρκίνου ανά έτος σε ένα πληθυσμό εξ' αιτίας της χημικής ουσίας και εκτιμούμε εάν ο κίνδυνος είναι αποδεκτός ή όχι. Με τον όρο "αποδεκτό κίνδυνο" εννοούμε κίνδυνο που αντιστοιχεί σε μικρότερη από μία στο ένα εκατομμύριο πιθανότητα πρόκλησης πρόωρου θανάτου, εξαιτίας της μελετούμενης έκθεσης. Ο κίνδυνος αυτός, δηλαδή της πρόκλησης ενός επιπλέον θανάτου ανά ένα εκατομμύριο ανθρώπους εξαιτίας της συγκεκριμένης έκθεσης θεωρείται αποδεκτός ("de minimis"), καθώς κίνδυνοι από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες είναι υψηλότεροι, όπως για παράδειγμα το κάπνισμα που ενέχει πιθανότητα πρόκλησης πρόωρου θανάτου μία στα χίλια, ενώ ο κίνδυνος από την ακτινοβολία λόγω ακτινογραφίας θώρακος είναι στα επίπεδα του ένα στο ένα εκατομμύριο και θεωρείται αποδεκτός.

1.4.1. Εκτίμηση κινδύνου για πρόκληση τοξικότητας

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται οι ενώσεις για τις οποίες ανευρέθηκαν τοξικολογικά δεδομένα και η εκτίμηση κινδύνου, όπως αυτός εκτιμάται από το λόγο "Μέγιστη Ημερήσια Δόση / Δόση Αναφοράς", για πρόκληση τοξικότητας στο γενικό πληθυσμό.

Πίνακας 7. Εκτίμηση κινδύνου για πρόκληση τοξικότητας

	C (µg/m³)	MDD (mg/(kg·d))	Reference Dose, RfD (mg/(kg·d))	Λόγος κινδύνου HR
Heptanal	6,50	0,0019	0,0009	2,1669
Caprolactam	1,21	0,0003	0,0006	0,5498
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	3,43	0,0010	0,0020	0,4892
Propanoic acid	22,39	0,0064	0,0200	0,3197
xylene, mixture	19,78	0,0057	0,0286	0,1978
1,4-Dioxane	2,21	0,0006	0,0086	0,0736
1,4-Dioxane	2,21	0,00063	0,00857	0,0736
Nonane	1,42	0,0004	0,0057	0,0708
Benzene	1,92	0,0005	0,0086	0,0641
Benzene	1,92	0,00055	0,00857	0,0641
Ethyl Acetate	1,36	0,0004	0,0200	0,0194
Benzene, 1,2,3-trimethyl-	1,03	0,0003	0,0171	0,0171
Isopropyl Alcohol	2,36	0,0007	0,0571	0,0118
Ethylbenzene	4,77	0,0014	0,2857	0,0048
Ethylbenzene	4,77	0,00136	0,28571	0,0048
Styrene	4,53	0,0013	0,2857	0,0045
Toluene	17,85	0,0051	1,4286	0,0036
Heptane	0,94	0,0003	0,1143	0,0023
Benzene, propyl-	1,79	0,0005	0,2857	0,0018
Ethanol	56,32	0,0161	14,6400	0,0011
Hexane	0,65	0,0002	0,2000	0,0009
Acetone	17,36	0,0050	8,8571	0,0006
Methyl Isobutyl Ketone	1,41	0,0004	0,8571	0,0005
2-Butanone	1,43	0,0004	1,4286	0,0003

C: Συγκέντρωση ένωσης στον αέρα, **MDD:** Μέγιστη Ημερήσια Δόση (Maximum Daily Dose), **Reference Dose, RfD:** Δόση Αναφοράς, **Λόγος Κινδύνου HR:** Μέγιστη Ημερήσια Δόση / Δόση Αναφοράς.

Όπως φαίνεται από τον πίνακα, η ένωση που παρουσιάζει λόγο κινδύνου (Hazard ratio) μεγαλύτερο του 1, είναι η επτανάλη. Εάν λάβουμε ως αποδεκτό λόγο κινδύνου την τιμή 0,1 (μεθοδολογία που χρησιμοποιείται όταν έχουμε μείγματα χημικών ενώσεων), τότε παρατηρούμε ότι υπάρχουν άλλες τέσσερις ενώσεις (καπρολακτάμη, 1,3,5-τριμεθυλοβενζόλιο, προπανικό οξύ και ξυλόλια), των οποίων ο υπολογιζόμενος λόγος κινδύνου υπερβαίνει την τιμή αυτή.

Για την επτανάλη, ως κρίσιμο αποτέλεσμα της τοξικής δράσης έχει αναφερθεί η ατροφία του οσφρητικού επιθηλίου, συνοδευόμενη από ρινικές βλάβες. Η επτανάλη είναι ιδιαίτερα ερεθιστική, για τη στοματική κοιλότητα και την άνω αναπνευστική οδό, προκαλώντας αίσθηση καψίματος, βρογχική στένωση, πνιγμό και βήχα.

Τοξικά συμπτώματα της έκθεσης σε καπρολακτάμη έχουν αναφερθεί ο ερεθισμός δέρματος, ματιών, αναπνευστικού συστήματος. Μπορεί να προκληθεί επίσταξη (ρινορραγία), δερματίτιδα, ευαισθητοποίηση του δέρματος, βρογχικό άσθμα, ευερεθιστότητα, σύγχυση, ζάλη, κεφαλαλγία, και κοιλιακές κράμπες.

Σύγχυση, βήχας, ζάλη, υπνηλία, πονοκέφαλος, πονόλαιμος και έμετος, μπορεί να προκληθούν από την εισπνοή 1,3,5-τριμεθυλοβενζολίου.

Η έκθεση σε ατμούς προπανικού οξέος μπορεί να προκαλέσει αντιδράσεις, όπως αίσθημα καύσου, βήχα, δυσκολία στην αναπνοή και πονόλαιμο.

Συμπτώματα που προκαλούνται από την εισπνοή ξυλολίων είναι ζάλη, υπνηλία, πονοκέφαλος και ναυτία.

Ας σημειωθεί ότι ο πληθυσμός εκτίθεται σε μείγμα των ανωτέρω ουσιών, αλλά και των υπολοίπων, με επακόλουθο την πιθανή πρόκληση όλων των ανωτέρω συμπτωμάτων.

1.4.2. Εκτίμηση κινδύνου για καρκινογένεση

Στον πίνακα 8 παρουσιάζονται οι ενώσεις για τις οποίες ανευρέθηκαν δεδομένα για πιθανότητα καρκινογένεσης και η εκτίμηση κινδύνου, όπως αυτός εκτιμάται από το LCR (κίνδυνος για καρκινογένεση καθ' όλον το βίο).

Πίνακας 8. Πιθανότητα κινδύνου για καρκινογένεση καθ' όλον το βίο

Ένωση	C ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	LADD ($\text{mg}/(\text{kg}\cdot\text{d})$)	Inhalation Slope factor	LCR
Benzene	1,92	0,00055	0,02700	$1,48 \times 10^{-5}$
Ethylbenzene	4,77	0,00136	0,00875	$1,19 \times 10^{-5}$
1,4-Dioxane	2,21	0,00063	0,01750	$1,1 \times 10^{-5}$
Benzothiazole	0,85	0,00024	0,00063	$1,53 \times 10^{-7}$

C: Συγκέντρωση ένωσης στον αέρα, **LADD:** Μέση Ημερήσια δια Βίου Δόση (lifetime average daily dose), **LCR:** κίνδυνος για καρκινογένεση καθ' όλον το βίο (lifetime cancer risk).

Όπως προκύπτει από τον πίνακα, ο συνολικός κίνδυνος για καρκινογένεση, αθροίζοντας τους επιμέρους κινδύνους για κάθε ένωση (τελευταία στήλη του πίνακα 8), έχει πιθανότητα $3,79 \times 10^{-5}$. Δηλαδή, υπάρχει πιθανότητα πρόκλησης καρκίνων σε 4 ανθρώπους ανά 100.000 πληθυσμό, εξαιτίας της έκθεσης σε αυτές τις ενώσεις. Ο κίνδυνος αυτός είναι 40 φορές υψηλότερος του αποδεκτού (ένα στο 1.000.000), όπως αναφέρθηκε ανωτέρω.

Να σημειωθεί ότι στην παρούσα εκτίμηση κινδύνου ελήφθησαν υπόψη οι μέγιστες συγκεντρώσεις που ανιχνεύθηκαν στην ανοικτή ατμόσφαιρα. Η ακριβής εκτίμηση θα απαιτούσε την εγκατάσταση σταθμών δειγματοληψίας σε 24ωρη βάση, ώστε να ληφθούν υπόψη οι ωριαίες και ημερήσιες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των ενώσεων.

1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας, οι αναφερόμενες οχλήσεις των περιοίκων θεωρούνται απολύτως βάσιμες, τουλάχιστον όσον αφορά στο πρόβλημα της δυσσομίας. Πέραν τούτου, η εκτίμηση κινδύνου έδειξε ότι υπάρχει πιθανότητα πρόκλησης δυσμενών επιδράσεων επί της υγείας στον εκτιθέμενο πληθυσμό, μεγαλύτερης της αποδεκτής. Η διερεύνηση τυχόν βλαβών που έχουν ήδη προκληθεί στο γενικό πληθυσμό απαιτεί τη διεξαγωγή επιδημιολογικής μελέτης σχεδιασμένης για τη συγκεκριμένη περίπτωση. Προτείνεται, στα πλαίσια της αρχής της πρόληψης όπως αυτή εκφράζεται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, η άμεση λήψη μέτρων για την εξάλειψη των εκπομπών.

2. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΜΟΛΥΝΣΗΣ ΠΑΡΑΚΕΙΜΕΝΟΥ ΜΕ ΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΡΕΜΑΤΟΣ

2.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα του νερού σε παρακείμενο ρέμα των εγκαταστάσεων των μονάδων (σφαγεία, εκτροφείο και μονάδα αδρανοποίησης ζωικών αποβλήτων) ελήφθησαν δείγματα νερού σε σημεία ανάντη και κατάντη των εγκαταστάσεων και προσδιορίστηκαν φυσικοχημικές και μικροβιολογικές παράμετροι που επιτρέπουν την εκτίμηση τυχόν επιβάρυνσης από πηγές ρύπανσης ή/και μόλυνσης.

2.1.1 Δειγματοληψία

Οι δειγματοληψίες διενεργήθηκαν από μέλη της ερευνητικής ομάδας του εργαστηρίου Υγιεινής με τη παρουσία πάντα του επιστημονικού υπευθύνου Καθηγητή κ. Μιχάλη Λεοτσινίδη.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η ποιότητα του νερού σε παρακείμενο ρέμα των εγκαταστάσεων των μονάδων (σφαγεία, εκτροφείο και μονάδα αδρανοποίησης ζωικών αποβλήτων) ελήφθησαν δείγματα νερού σε σημεία ανάντη και κατάντη των εγκαταστάσεων. Οι συντεταγμένες των σημείων δειγματοληψίας, ο κωδικός εκάστου δείγματος και οι αντίστοιχες ημερομηνίες δειγματοληψιών παρουσιάζονται στον πίνακα 9. Οι θέσεις των σημείων δειγματοληψίας απεικονίζονται στην εικόνα 6.

Πίνακας 9. Τα σημεία δειγματοληψίας νερού από παρακείμενα ρέματα και οι κωδικοί αυτών.

ΘΕΣΗ	ΣΥΝΤΕΤΑΓΜΕΝΕΣ	ΚΩΔΙΚΟΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΣΗΜΕΙΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ
A	B 37° 56' 25.0" A 21° 18' 48.0"	X10167-A	8/3/2019	ρέμα κατάντη των μονάδων
B	B 37° 56' 7.65" A 21° 20' 53.5"	X10224-A	22/4/2019	ρέμα ανάντη των μονάδων
Γ	B 37° 56' 26.3" A 21° 19' 45.6"	X10226-A	22/4/2019	ρέμα κατάντη των μονάδων
Γ	B 37° 56' 26.3" A 21° 19' 45.6"	X10245-A	31/5/2019	ρέμα κατάντη των μονάδων
Δ	B 37° 56' 25.0" A 21° 20' 15.0"	X10537-A	7/11/2019	ρέμα κατάντη των μονάδων

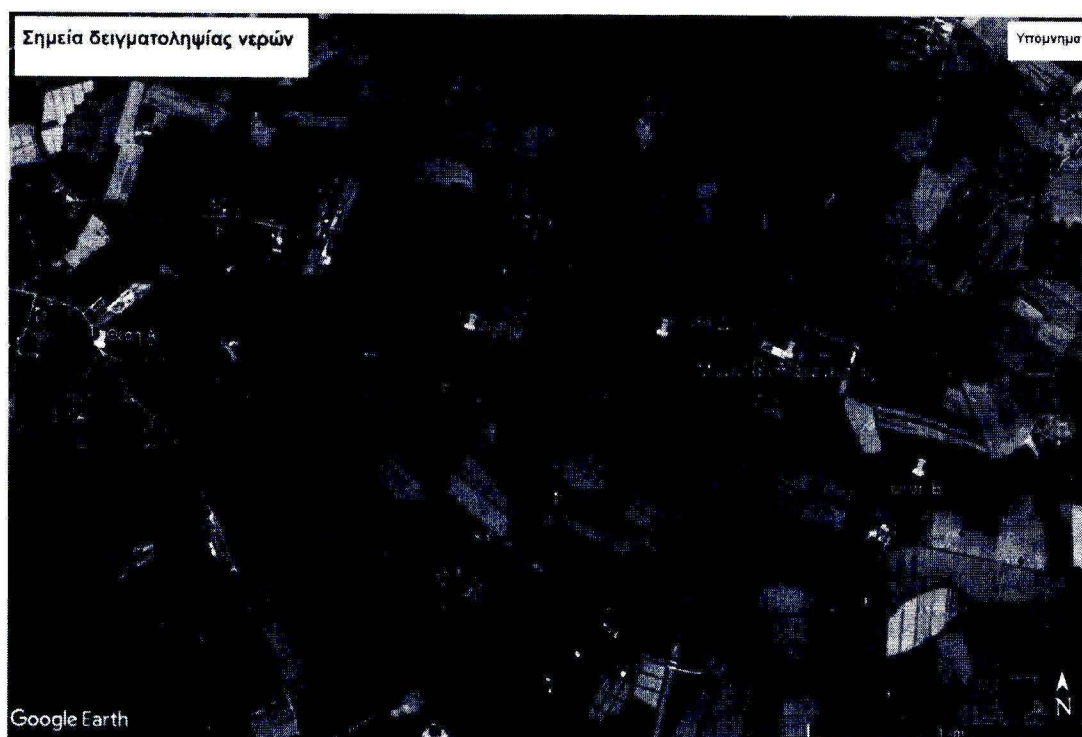
Κατά την πρώτη δειγματοληψία στις 8/3/2019 ελήφθη ένα δείγμα νερού από τη θέση A κατάντη των μονάδων και κατοικιών που ευρίσκονται πλησίον του ρέματος (κωδικός X10167-A).

Κατά την δεύτερη δειγματοληψία στις 22/4/2019 ελήφθησαν δύο δείγματα νερού από το �έμα ανάντη και κατάντη των μονάδων, θέσεις B και Γ (κωδικός X10224-A και X10226-A, αντίστοιχα). Επίσης κατά την δεύτερη δειγματοληψία ελήφθη ένα δείγμα αποβλήτου από την έξοδο του βιολογικού καθαρισμού της επιχείρησης «Πούλος-Κουταβάς» Ηλειακά Βιομηχανικά Σφαγεία ΑΕ (κωδικός X10225-A).

Κατά την τρίτη δειγματοληψία στις 31/5/2019 ελήφθη ένα δείγμα νερού από το ρέμα κατάντη των μονάδων και από το ίδιο σημείο της προηγούμενης δειγματοληψίας (22/4/2019), θέση Γ (κωδικός X10245-A).

Τέλος διεξήχθη μία επιπλέον δειγματοληψία στο παρακείμενο ρέμα των εγκαταστάσεων και κατάντη αυτών σε απόσταση περίπου 400 μέτρων από τις εγκαταστάσεις στις 7/11/2019 (θέση Δ, κωδικός X10537-A).

Στην εικόνα 6 φαίνεται ο χάρτης με τα σημεία δειγματοληψίας.



Εικόνα 6: Θέσεις δειγματοληψιών νερών από ρέματα ανάντη και κατάντη των μονάδων.

2.1.2 Ανάλυση

Στα δείγματα νερών από τα εκάστοτε ρέματα, καθώς και στο δείγμα εξόδου του βιολογικού προσδιορίστηκαν οι φυσικοχημικές παράμετροι: pH, αγωγιμότητα, Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD), Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD₅), Νιτρικό Άζωτο, Άζωτο κατά Kjeldahl, Αμμωνιακό Άζωτο, Ολικό Άζωτο και Ολικός Φωσφόρος. Επίσης ελέγχθηκε η παρουσία συνήθων μικροβιολογικών δεικτών κοπρανώδους μόλυνσης. Στον πίνακα 10

αναγράφονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των μεθόδων ανάλυσης που εφάρμοσε το Εργαστήριο.

Πίνακας 10: Οι αναλυόμενες παράμετροι και η μέθοδος ανάλυσης.

Παράμετρος	Μονάδες	Μέθοδος ανάλυσης	Διευρυμένη Αβεβαιότητα (k=2)
Φυσικοχημικές			
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH) στους 25°C		APHA 4500- H ⁺ B	<0,1 unit
Αγωγιμότητα	μmhos/cm	APHA 2510	± 1,6%
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο COD	mg/L O ₂	APHA 5220D	<100: ±2 mg/l >100: ±6 mg/l
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο BOD ₅	mg/L O ₂	APHA 5210D	± 5%
Άζωτο κατά Kjeldahl	mg/L N	APHA 4500-Norg B.	± 10%
Νιτρικό Άζωτο	mg/L N	HACH 339	± 0,45
Αμμωνιακό Άζωτο	mg/L N	ASTM D1426-15	0,02+0,02*c
Ολικό Άζωτο	mg/L N	HACH LCK138	± 10%
Ολικός Φωσφόρος	mg/L P	APHA 4500-P E.	± 5%
Μικροβιολογικές			
E.coli	CFU/100 ml	ISO 9308-01:2014	0,19
Εντερόκοκκοι	CFU/100 ml	ISO 7899-02:2001	0,05

2.1.3 Αποτελέσματα αναλύσεων

Ο πίνακας 11 παρουσιάζει τα αποτελέσματα των χημικών και μικροβιολογικών προσδιορισμών στα δείγματα νερού από το παρακείμενο ρέμα.

Πίνακας 11. Αποτελέσματα των αναλυόμενων παραμέτρων στα δείγματα νερών από το ρέμα.

		Δείγμα X10167-A	Δείγμα X10224-A	Δείγμα X10226-A	Δείγμα X10245-A	Δείγμα X10537-A
Σημείο δειγματοληψίας στο ρέμα σε σχέση με τις εγκαταστάσεις των μονάδων		κατάντη	ανάντη	κατάντη	κατάντη	κατάντη
Φυσικοχημικές παράμετροι						
Παράμετρος	Μονάδες					
Συγκέντρωση ιόντων		7,8	7,9	7,5	7,3	7,5

υδρογόνου (pH) στους 25°C						
Αγωγιμότητα	μmhos/cm	1063	667	1023	1255	1025
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο COD	mg/L O ₂	25	MA	23	31	10
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο BOD ₅	mg/L O ₂	MA	MA	MA	MA	<5
Άζωτο κατά Kjeldahl	mg/L N	20,2	0,6	4,0	19,9	0,83
Νιτρικό Άζωτο	mg/L N	1,6	6,4	1,7	0,6	4,7
Αμμωνιακό Άζωτο	mg/L N	17,8	0,11	3,78	13,78	0,14
Ολικό Άζωτο	mg/L N	21,9	7,5	6,0	20,6	6,14
Ολικός Φωσφόρος	mg/L P	1,1	0,51	0,27	1,84	0,41
Μικροβιολογικές παράμετροι						
Παράμετρος	Μονάδες					
E.coli	CFU/100 mL	3900	132	71000	10500	9600
Εντερόκοκκοι	CFU/100 mL	9800	77	4600	6800	2500

*MA: Μη ανιχνεύσιμο.

Στο πίνακα 12 παρατίθενται τα αποτελέσματα των χημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων που προσδιορίστηκαν στο δείγμα από την έξοδο του βιολογικού καθαρισμού των σφαγείων.

Πίνακας 12. Αποτελέσματα των αναλυόμενων παραμέτρων στο δείγμα αποβλήτου εξόδου του βιολογικού καθαρισμού «Πούλος-Κουταβάς».

		Δείγμα X10167-A
Φυσικοχημικές παράμετροι		
Παράμετρος	Μονάδες	
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH) στους 25°C		7,9
Αγωγιμότητα	μmhos/cm	3200
Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (COD)	mg/L O ₂	21
Βιοχημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD ₅)	mg/L O ₂	MA

Άζωτο κατά Kjeldahl	mg/L N	0,7
Νιτρικό Άζωτο	mg/L N	12,2
Αμμωνιακό Άζωτο	mg/L N	0,16
Ολικό Άζωτο	mg/L N	13,1
Ολικός Φωσφόρος	mg/L P	3,38
Μικροβιολογικές παράμετροι		
Παράμετρος	Μονάδες	
E.coli	CFU/100 mL	0
Εντερόκοκκοι	CFU/100 mL	0

*MA: Μη ανιχνεύσιμο

2.1.4 Αποτελέσματα αναλύσεων

Όλα τα δείγματα νερού από τα σημεία κατάντη των εγκαταστάσεων των μονάδων εμφάνισαν ιδιαίτερα υψηλό μικροβιακό φορτίο, σε αντίθεση με το δείγμα που ελήφθη ανάντη των εγκαταστάσεων των μονάδων.

Αναλυτικότερα, το δείγμα ανάντη των μονάδων παρουσιάζει μικροβιακό φορτίο, που όμως είναι συγκρίσιμο με παρόμοια ρέματα που δέχονται απορροές από παρακείμενες καλλιέργειες. Τα άλλα τέσσερα δείγματα παρουσιάζουν ιδιαίτερα υψηλό μικροβιακό φορτίο, σε επίπεδα που μπορεί να καταστούν επικίνδυνα για την υγεία των ανθρώπων, σε περίπτωση επαφής με τα νερά αυτά. Ιδιαίτερα για τις θέσεις Γ και Δ, αν και η επιβάρυνση μπορεί να αποδοθεί κυρίως στις μονάδες δεδομένου ότι δεν φαίνεται στο χάρτη να μεσολαβούν κατοικίες ή άλλες εγκαταστάσεις, εντούτοις δεν είναι δυνατόν χωρίς τη βοήθεια ενώσεων ιχνηθετών να διευκρινισθεί αν το πρόβλημα προέρχεται από τα σφαγεία, την εκτροφή ή από τη μονάδα επεξεργασίας ζωικών υπολειμμάτων.

Όσον αφορά στις χημικές παραμέτρους, στο δείγμα ανάντη του ρέματος με κωδικό X10224-A, όλες οι παράμετροι είναι είτε μη ανιχνεύσιμες είτε σε ιδιαίτερα χαμηλά επίπεδα (όπως το N kjeldahl). Το δείγμα από τη θέση Α (αυτό δηλαδή που ελήφθη κατάντη των μονάδων και των κατοικιών, με κωδικό X10167-A) παρουσιάζει Χημικά Απαιτούμενο Οξυγόνο σε συγκέντρωση 25 mg/L και άζωτο kjeldahl σε συγκέντρωση 20 mg/L, γεγονός που υποδηλώνει φορτίσεις. Για λόγους εκτίμησης, ας σημειωθεί ότι η ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση αζώτου σε επεξεργασμένα απόβλητα που διατίθενται σε υδάτινους αποδέκτες είναι 10 mg/L.

Όσον αφορά στα άλλα τρία δείγματα και αυτά φαίνονται επιβαρυνμένα σε σχέση με το δείγμα από τη θέση ανάντη των μονάδων. Πιο επιβαρυνμένο είναι το δείγμα που ελήφθη στις 22/4/2019 με κωδικό X10245-A, στο οποίο τα επίπεδα αζώτου και COD βρέθηκαν σε συγκρίσιμα επίπεδα με αυτά του δείγματος X10167-A, που ελήφθη στις 8-3-2019 κατάντη των κατοικιών.

Όπως για τις μικροβιολογικές παραμέτρους, έτσι και για τις χημικές, η επιβάρυνση των τριών υπολοίπων δειγμάτων που ελήφθησαν κατάντη των μονάδων από τη θέση Γ (κωδικοί δειγμάτων: X10226-A και X10245-A) και Δ (κωδικός δείγματος: X10537-A), θα μπορούσε να αποδοθεί στις εγκαταστάσεις των μονάδων, χωρίς όμως να μπορεί να διευκρινιστεί με βεβαιότητα ποια από τις τρεις μονάδες προκαλεί το πρόβλημα.

Τέλος όσον αφορά στο δείγμα από την έξοδο του βιολογικού καθαρισμού των σφαγείων «Πούλος-Κουταβάς», οι προσδιορισθείσες παράμετροι βρέθηκαν εντός των συνήθων επιπέδων σε δείγματα επεξεργασμένων υγρών αποβλήτων.

ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anet B, Lemasle M, Couriol C, Lendormi T, Amrane A, Le Cloirec P, Cogny G, Fillières R. (2013) Characterization of gaseous odorous emissions from a rendering plant by GC/MS and treatment by biofiltration. J Environ Manage. 128:981-7.

Bhatti Z.A., Maqbool F. & Langenhove H.V. (2014) Rendering plant emissions of volatile organic compounds during sterilization and cooking processes, Environmental Technology, 35:11, 1321-1327.

Cometto-Muñiz JE, Abraham MH. (2010) Odor detection by humans of lineal aliphatic aldehydes and helional as gauged by dose-response functions. Chem Sens 35: 289–299

EPA (Environmental Protection Agency). (2018). Dose-Response Assessment for Assessing Health Risks Associated With Exposure to Hazardous Air Pollutants. Available online: <https://www.epa.gov/fera/dose-response-assessment-assessing-health-risks-associated-exposure-hazardous-air-pollutants>

EPA (Environmental Protection Agency). (1992). Reference Guide to Odor Thresholds for Hazardous Air Pollutants Listed in the Clean Air Act, Amendments of 1990. Report No. EPA/600/R-92/047.

Hesam Gh, Farhadi S, Ebrahimi MH, Jalali M., Moradpour Z. (2015). Characterization of odorous gaseous emissions from a rendering plant by GC-MS and evaluate the performance of existing refiners. Int J Health Stud, 1(3):1-6.

Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary: Benzene. Available online: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/subst/0276_summary.pdf

Luo J, Van Oostrom AJ. (1997). Odor control using biofilters. 43rd ICOMST Congress Proceedings. Auckland, New Zealand. p. 524–525.

Luo, J., Agnew, M.P., (2001). Gas characteristics before and after biofiltration treating odorous emissions from animal rendering processes. Environmental Technology 22, 1091-1103.

- Luo, J., Lindsey, S., (2006). The use of pine bark and natural zeolite as biofilter media to remove animal rendering process odours. *Bioresource Technology* 97, 1461-1469.
- Meeker D.L. (2006). Essential rendering, all about the animal by-products industry. National Renderers Association, Alexandria, Virginia.
- Murnane, S. S., Lehocky, A. H., Owens, P. D., & American Industrial Hygiene Association. (2013). Odor thresholds for chemicals with established health standards. 2nd edition, AIHA, Fairfax, Virginia.
- Nagata Y. (2003). Odor measurement review. Tokyo (Japan): Office of Odor, Noise and Vibration, Environmental Management Bureau, Ministry of Environment. Measurement of odor threshold by triangle odor bag method; pp. 118–127.
- OECD (2018), Considerations for Assessing the Risks of Combined Exposure to Multiple Chemicals, Series on Testing and Assessment No. 296, Environment, Health and Safety Division, Environment Directorate.
- Office of Superfund Remediation and Technology Innovation Environmental Protection Agency. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part F, Supplemental Guidance for Inhalation Risk Assessment); Office of Superfund Remediation and Technology Innovation Environmental Protection Agency: Washington, DC, USA, 2009.
- Rappert, S., Müller, R., (2005a). Microbial degradation of selected odorous substances. *Waste Management* 25, 940-954.
- Rappert, S., Müller, R., (2005b). Odor compounds in waste gas emissions from agricultural operations and food industries. *Waste Management* 25, 887-907.
- Shareefdeen Z, Herner B, Webb D, Verhaeghe L, Wilson S. (2005). An odor predictive model for rendering applications. *Chem Engineer J.* 113:215–220.
- Van Langenhove H, Van Wasenhove FA, Coppin JK, Van Acker MR, Scamp NI. (1982) Gas chromatography/mass spectrometry identification of organic volatiles contributing to rendering odors. *Environ Sci Technol.* 16(12):883–886.

Οι Συντάξαντες

Ελένη Σαζακλή

Επίκ. Καθηγήτρια Υγιεινής -
Περιβαλλοντικής Επιδημιολογίας &
Τοξικολογίας (Π.Δ. 407/80)

Αθηνά Φειδάκη

Χημικός, M.Sc., Ερευνήτρια

Μιχάλης Λεοτσινίδης

Καθηγητής Υγιεινής
Διευθυντής Εργ. Υγιεινής
Επιστημονικός Υπεύθυνος του έργου

**Michail
Leotsinidis**

Digitally signed by
Michail Leotsinidis
Date: 2020.01.14
14:34:41 +02'00'