



Πολυτεχνείο Κρήτης
Σχολή Μηχανικών Ορυκτών Πόρων

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Γεωτεχνολογία και
Περιβάλλον

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**“ Μεθοδολογία μέτρησης και αξιολόγησης
εργασιακών βλαπτικών παραγόντων σε
εργοστάσια μηχανικής ανακύκλωσης στερεών
απορριμμάτων ”**

Κουμαδωράκη Παρασκευή

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Καθηγητής Μιχαήλ Γαλετάκης (Επιβλέπων)

Καθηγητής Κωνσταντίνος Κομνίτσας

Δρ. Γεώργιος Παπαδάκης

Χανιά, 2022

Αφιερώσεις-Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Μιχαήλ Γαλετάκη, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά την ανάθεση και εκτέλεση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής, καθώς και για τις χρήσιμες συμβουλές που μου έδωσε καθ' όλη την διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Θα ήθελα βεβαίως να ευχαριστήσω τον καθηγητή κ. Κωνσταντίνο Κομνίτσα και τον Δρ. Γεώργιο Παπαδάκη, ως μέλη της τριμελούς εξεταστικής επιτροπής.

Ευχαριστώ ακόμα την διοίκηση του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης – Χώρου Υγειονομικής Ταφής (ΕΜΑΚ-ΧΥΤ), καθώς και τον κ. Παναγιώτη Χαζιράκη και την κ. Έλενα Αντωνογιαννάκη, για την άψογη συνεργασία τους και την ευκαιρία που μου έδωσαν ώστε να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις στους χώρους του εργοστασίου.

Τέλος, ευχαριστώ πολύ την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την ηθική και ψυχολογική υποστήριξη που μου πρόσφεραν.

Περίληψη

Εξαιτίας των περιβαλλοντικών ανησυχιών σχετικά με το φαινόμενο της κλιματικής αλλαγής, αλλά και της συνεχής αύξησης των αστικών απορριμμάτων, η οικονομία στρέφεται στην ανάπτυξη του κλάδου της επεξεργασίας και ανακύκλωσης αποβλήτων. Ο κλάδος αυτός έχει συνεχή αύξηση ως προς το εργατικό δυναμικό και τις νέες εγκαταστάσεις επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων και μηχανικής ανακύκλωσης. Επομένως, η μέτρηση και αξιολόγηση των εργασιακών βλαπτικών παραγόντων στους χώρους αυτούς κρίνεται ιδιαίτερης σημασίας, ώστε να εκτιμηθεί και να εξεταστεί η επικινδυνότητα που προκύπτει στις εν λόγω μονάδες.

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή πραγματεύεται την ανάλυση στην μεθοδολογία και αξιολόγηση των φυσικών βλαπτικών παραγόντων στο κλάδο της μηχανικής ανακύκλωσης απορριμμάτων, με παράδειγμα εφαρμογής την μονάδα του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης και του Χώρου Υγειονομικής Ταφής του Νομού Χανίων. Ειδικότερα, οι παράγοντες που εξετάζονται είναι ο θόρυβος, τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 και η οσμή.

Για τις ανάγκες της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής διεξήχθησαν επί τόπου (On site) μετρήσεις των προαναφερθέντων παραγόντων το Δεκέμβριο του 2019, ενώ χρησιμοποιήθηκαν ακόμα και δεδομένα μετρήσεων που δόθηκαν από την Εσωτερική Υπηρεσία Προστασίας Πρόληψης ΕΣ.Υ.Π.Π. της εν λόγω μονάδας για το Σεπτέμβριο του 2019. Με βάση τα δεδομένα αυτά έγινε ημιποσοτικός προσδιορισμός της επικινδυνότητας με την χρήση πινάκων και την κατασκευή χαρτών αποτύπωσης.

Η μέθοδος προσδιορισμού της επικινδυνότητας των βλαπτικών παραγόντων που εφαρμόστηκε, βασίστηκε στην απόκλιση του εξεταζόμενου βλαπτικού παράγοντα από τα ασφαλή θεσμοθετημένα όρια ή και στην σοβαρότητα της σχετιζόμενης επαγγελματικής ασθένειας ή γενικότερα βλάβης της υγείας, λόγω της αντικειμενικής αδυναμίας προσδιορισμού της πιθανότητας. Για τον παράγοντα της οσμής, εξαιτίας της υποκειμενικότητας που τον χαρακτηρίζει, εκτιμήθηκε η προκαλούμενη δυσарέσκεια.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που εξήχθησαν, προκύπτει ότι η κατανομή της επικινδυνότητας και της δυσарέσκειάς σε μονάδες επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων για τους βλαπτικούς παράγοντες που εξετάζονται, διαφοροποιείται σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με την θέση εργασίας και το σημείο μέτρησης. Ειδικότερα, αρκετά σημεία εμφάνισαν υψηλή επικινδυνότητα λόγω της συνεχούς έκθεσης των εργαζομένων σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) αλλά και της συγκέντρωσης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10. Για όλα τα σημεία ελέγχου η επικινδυνότητα λόγω έκθεσης των εργαζομένων σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμή θορύβου L_{peak} (dBC) χαρακτηρίστηκε ως μικρή. Όσον αφορά την οσμή, η δυσарέσκεια χαρακτηρίστηκε κυρίως μέτρια ή μέτρια προς έντονη στις περισσότερες θέσεις, κάτι που ήταν αναμενόμενο εξαιτίας της φύσης μονάδας. Τέλος, γίνεται αντιληπτό ότι ο συγκεκριμένος κλάδος απαιτεί συνεχείς και επιπρόσθετους ελέγχους και έρευνες σχετικά με την ανάπτυξη και εξέλιξη των μεθόδων μέτρησης και αξιολόγησης εργασιακών βλαπτικών παραγόντων ώστε να εκτιμηθεί η συνολική επικινδυνότητα του.

Abstract

Due to environmental concerns regarding the phenomenon of climate change and the continuous increase of urban waste, the economy is turning to the development of the waste treatment and recycling sector. This industry has a continued growth in terms of workforce and waste treatment, management, and mechanical recycling facilities. Therefore, the measurement and evaluation of work-related harmful factors in this sector, is very significant, in order to assess and examine the risk is very significant.

This master's thesis deals with the analysis in the methodology and assessment of physical health hazards in the field of mechanical waste recycling, with an application example in the Mechanical Recycling and Compost and Landfill unit of the prefecture of Chania. In particular, the factors considered are noise, suspended particulate matter PM10 and odor.

For the needs of this master's thesis, on-site measurements of the above-mentioned factors were carried out in December 2019, while even measurement data provided by the Internal Preventive Protection Service ES.Y.P.P. were used. Based on this data, a semi-quantitative determination of the risk was made and the resulting risk maps were created.

The method of determining the risk of harmful factors that was applied was based on the deviation of the considered harmful factor from the safe statutory limits and on the severity of the related occupational disease or health damage in general, due to the difficulty of determining the probability. For the odor, the caused dissatisfaction has been evaluated due to the subjectivity in its estimation.

Results indicated that the risk and the dissatisfaction in waste treatment and management units related to studied harmful factors, varies greatly in relation to the workplace and the point of measurement. In particular, several points showed a relative high risk due to the continuous exposure of workers to noise based on the equivalent noise level of the eight-hour L_{eq} (dBA) and the concentration of suspended solid particles PM10. For all measurements points, the risk due to worker exposure to high intensity noise of short duration based on the measured peak noise level L_{peak} (dBC) was characterized as low. Regarding odor, dissatisfaction was rated mostly moderate or moderate to high in most locations, which was expected due to the unit's nature. Finally, it is noticed that waste treatment and recycling sector requires continuous monitoring and additional controls and research regarding the development and evolution of the methods of measurement and evaluation of occupational harmful factors in order to assess its overall risk.

<u>Περιεχόμενα</u>	
Αφιερώσεις-Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη.....	4
Abstract	5
Κατάλογος σχημάτων.....	8
Κατάλογος πινάκων.....	9
1. Εισαγωγή.....	10
2. Υγιεινή και ασφάλεια - Εννοιολογικοί προσδιορισμοί.....	16
2.1. Έννοια υγιεινής και ασφάλειας και επαγγελματικός κίνδυνος.....	16
2.2. Συστήματα ασφαλείας επαγγελματικού κινδύνου.....	16
2.3. Παράγοντες σχετικά με την επαγγελματική Ασφάλεια & Υγιεινή	20
2.3.1. Φυσικοί παράγοντες	20
2.3.2.Χημικοί παράγοντες	24
2.3.3.Βιολογικοί παράγοντες.....	25
2.5.Εργατικό ατύχημα	27
2.6. Επαγγελματικές ασθένειες	28
2.7. Νομοθεσία σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.....	29
2.8.Θεσμικά όργανα υγιεινής και ασφαλείας στην εργασία.....	30
2.8.1. Καθήκοντα τεχνικού ασφαλείας.....	31
2.8.2. Καθήκοντα ιατρού εργασίας	32
2.9. Μέσα Ατομικής Προστασίας.....	32
3. Παράγοντες κινδύνου– Εκτίμηση επικινδυνότητας σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης	34
3.1. Παράγοντες κινδύνου	34
3.2. Εργατικά ατυχήματα και επαγγελματικές ασθένειες.....	35
3.3. Εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου	38
4. Μέτρηση και αξιολόγηση βλαπτικών παραγόντων στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων	40
4.1. Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (Ε.Μ.Α.Κ.) του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.) Χανίων	40
4.1.1. Περιγραφή εγκατάστασης	40
4.1.2. Περιγραφή λειτουργίας του Ε.Μ.Α.Κ. Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων	41
4.1.3. Περιγραφή κωδικοποιημένης θέσης και αντίστοιχης δραστηριότητας.....	42
4.2. Περιγραφή μεθοδολογίας μετρήσεων φυσικών παραγόντων.....	44
4.2.1.Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης ηχητικής όχλησης.....	45
4.2.2.Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων.....	46

4.2.3. Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης οσμής.....	48
4.3. Παρουσίαση μετρήσεων.....	49
4.3.1. Παρουσίαση μετρήσεων ηχητικής όχλησης από ΕΣ.Υ.Π.Π. & «On site»	49
4.2.2. Παρουσίαση μετρήσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 από ΕΣ.Υ.Π.Π. & «On site»	56
4.2.3. Παρουσίαση μετρήσεων οσμής.....	64
4.4. Περιγραφική στατιστική ανάλυση δεδομένων μετρήσεων	66
4.4.1. Στατιστική ανάλυση δεδομένων θορύβου	67
4.4.2. Στατιστική ανάλυση δεδομένων στερεών αιωρούμενων σωματιδίων PM10.....	69
4.4.3. Στατιστική ανάλυση δεδομένων μέτρησης οσμών.....	72
5. Μεθοδολογία προσδιορισμού επικινδυνότητας φυσικών παραγόντων στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων	74
5.1. Γενική μεθοδολογία προσδιορισμού της επικινδυνότητας λόγω των βλαπτικών παραγόντων	74
5.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας από τον θόρυβο	77
5.2.1. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA).....	77
5.2.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμιά θορύβου L_{peak} (dBC).....	79
5.3. Μεθοδολογία προσδιορισμού επικινδυνότητας αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10	79
5.4. Μεθοδολογία προσδιορισμού δυσαρέσκειας οσμών.....	81
5.5.1. Ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA).....	82
5.5.2. Ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμιά θορύβου L_{peak} (dBC).....	88
5.6. Ανάλυση και εκτίμηση επικινδυνότητας από Αιωρούμενα Στερεά Σωματίδια PM10.	93
5.7. Ανάλυση και εκτίμηση δυσαρέσκειας οσμών	100
5.8 Ενδεικτικά μέτρα διαχείρισης επαγγελματικού κινδύνου-Προτάσεις.....	104
6. Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	106
Βιβλιογραφία.....	108

Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 2.1: Διάγραμμα που δίνει τη ταξινόμηση κινδύνων για την ασφάλεια, την υγιεινή και την ψυχική και σωματική υγεία των εργαζομένων.....	16
Σχήμα 2.2: Διάγραμμα που δίνει τους των παράγοντα «Επικινδυνότητα» ως αποτέλεσμα των συνιστωσών «Συνέπεια» & «Πιθανότητα».....	17
Σχήμα 2.3: Διάγραμμα απεικόνισης εφαρμογής του συστήματος «JSA»[15].....	18
Σχήμα 2.4: Διάγραμμα με τα χαρακτηριστικά συστήματος ασφαλείας.....	20
Σχήμα 2.5: Διάγραμμα με τα συνήθη επαγγέλματα έκθεσης σε ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία [24,25].....	21
Σχήμα 2.6: Εικόνα ηχόμετρον με καταγραφικό σύστημα [27].....	22
Σχήμα 2.7: Διάγραμμα απεικόνισης παραγόντων θερμικής καταπόνησης [29].....	23
Σχήμα 2.8: Εικόνα με τις χαρακτηριστικές ενδείξεις σε συσκευασίες χημικών ουσιών [35].....	25
Σχήμα 2.9: Διάγραμμα απεικόνισης διαδικασιών πριν και κατά την εκπόνηση Εργασιών Υψηλής Επικινδυνότητας.....	27
Σχήμα 2.10: Διάγραμμα απεικόνισης αίτιων πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων.....	28
Σχήμα 2.11: Διάγραμμα απεικόνισης άμεσων και έμμεσων συνεπειών επαγγελματικών ασθενειών.....	29
Σχήμα 2.12: Διάγραμμα απεικόνισης θεσμικού πλαισίου υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας.....	31
Σχήμα 2.13: Εικόνα των Μέσων Ατομικής Προστασίας [56].....	33
Σχήμα 3.1: Ποσοστά θανατηφόρων τραυματισμών ανά 100000 εργαζόμενους στο Ηνωμένο Βασίλειο ανά εργασιακό κλάδο [61].....	36
Σχήμα 3.2: Ανάλυση μη θανατηφόρων ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος στον κλάδο της επεξεργασίας απορριμμάτων [61].....	37
Σχήμα 3.3: Διάγραμμα απεικόνισης σταδίων ανάλυσης επικινδυνότητας.....	38
Σχήμα 3.4: Διάγραμμα απεικόνισης σταδίων εκτίμησης επικινδυνότητας.....	39
Σχήμα 4.1: Γενική διάταξη εγκατάστασης [63].....	40
Σχήμα 4.2: Κάτοψη Ε.Μ.Α.Κ. Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων με αποτύπωση των σημείων ελέγχου.....	43
Σχήμα 4.3: Αποτύπωση θέσεων σημείων ελέγχου.....	45
Σχήμα 4.4: Ηχόμετρο SVAN 971, διακόπτες χειρισμού και καταγραφικές ενδείξεις οργάνου [64].....	46
Σχήμα 4.5: Φίλτρο ανίχνευσης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων [65].....	47
Σχήμα 4.6: Φορητή συσκευή DustTrak 8532 (αριστερά) και DUST TRAK 8520 (δεξιά) [65,66].....	47
Σχήμα 4.7: Συσκευή «Nasal Ranger» [67].....	48
Σχήμα 4.8: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC).....	54
Σχήμα 4.9: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} (dBA).....	55
Σχήμα 4.10: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της μέσης συγκέντρωσης PM_{10} ($\mu g/m^3$).....	61
Σχήμα 4.11: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της μέγιστης τιμής συγκέντρωσης PM_{10} ($\mu g/m^3$).....	62
Σχήμα 4.12: Θηκογράμματα μετρήσεων θορύβου L_{eq} (dBA) και L_{peak} (dBC) «On site».....	68
Σχήμα 4.13: Θηκογράμματα μετρήσεων θορύβου L_{eq} (dBA) και L_{peak} (dBC) της ΕΣ.Υ.Π.Π.	69
Σχήμα 4.14: Θηκογράμματα μετρήσεων μέσης τιμής ($\mu g/m^3$) συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM_{10} «On site».....	71
Σχήμα 4.15: Θηκογράμματα μετρήσεων μέσης τιμής ($\mu g/m^3$) συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM_{10} της ΕΣ.Υ.Π.Π.	71
Σχήμα 4.16: Θηκογράμματα μετρήσεων έντασης οσμής της ΕΣ.Υ.Π.Π.	73
Σχήμα 5.1: Χάρτης χωρικής κατανομής της επικινδυνότητας του παράγοντα L_{eq} (dBA) από τις μετρήσεις «On site».....	87
Σχήμα 5.2: Χάρτης χωρικής μεταβολής της επικινδυνότητας λόγω αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM_{10} ($\mu g/m^3$) από τις μετρήσεις «On site».....	99

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 3.1: Συνοπτική παρουσίαση παραγόντων κινδύνου σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης.	35
Πίνακας 4.1: Επεξήγηση κωδικών σημείων ελέγχου εργασιακής όχλησης.	42
Πίνακας 4.2: Μετρήσεις ηχητικής όχλησης από ΕΣ.Υ.Π.Π.	49
Πίνακας 4.3: Μετρήσεις ηχητικής όχλησης «On site».	50
Πίνακας 4.4: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 από ΕΣ.Υ.Π.Π.	56
Πίνακας 4.5: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 «On site».	57
Πίνακας 4.6: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM2.5 «On site».	63
Πίνακας 4.7: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM1 «On site».	63
Πίνακας 4.8: Μετρήσεις έντασης οσμής από τα δεδομένα της ΕΣ.Υ.Π.Π.	64
Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων του θορύβου.	67
Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10.	70
Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων οσμής.	72
Πίνακας 5.1: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια.	75
Πίνακας 5.2: Προσδιορισμός βαθμού επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία.	76
Πίνακας 5.3: Πίνακας εκτίμησης επικινδυνότητας.	76
Πίνακας 5.4: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα L_{eq} (dBA) από τα θεσμοθετημένα όρια.	77
Πίνακας 5.5: Σοβαρότητα βαρηκοΐας-κώφωσης και ποσοστό των σταθμισμένων ετών ζωής με αναπηρία ανά 1000 εργαζόμενους σε σχέση με τη στάθμη θορύβου για τα έτη 2003-2012 στις Η.Π.Α [70,71].	78
Πίνακας 5.6: Προσδιορισμός του βαθμού επίπτωσης του εργασιακού θορύβου στην ανθρώπινη υγεία με βάση την ισοδύναμη στάθμη οκταώρου. L_{eq} (dBA).	78
Πίνακας 5.7: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα L_{peak} (dBC) από τα θεσμοθετημένα όρια και χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας.	79
Πίνακας 5.8: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) από τα θεσμοθετημένα όρια.	80
Πίνακας 5.9: Δείκτης ποιότητας αέρα και η συσχέτιση τους με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία [73,74].	80
Πίνακας 5. 10: Προσδιορισμός καθοριζόμενης τιμής επίπτωσης του παράγοντα PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) στην ανθρώπινη υγεία.	81
Πίνακας 5.11: Προσδιορισμός δυσανεξίας του παράγοντα της έντασης της οσμής (D/T).	81
Πίνακας 5.12: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{eq}) με βάση τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π.	82
Πίνακας 5.13: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{eq}) από τις μετρήσεις «On site».	83
Πίνακας 5.14: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{peak}) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π.	88
Πίνακας 5.15: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{peak}) από τις μετρήσεις «On site».	89
Πίνακας 5.16: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για αιωρούμενα στερεά σωματίδια (PM10) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π.	93
Πίνακας 5.17: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για αιωρούμενα στερεά σωματίδια (PM10) από τις μετρήσεις «On site».	95
Πίνακας 5. 18: Εκτίμηση της δυσανεξίας του παράγοντα της έντασης της οσμής (D/T) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π.	100

1. Εισαγωγή

Στις μέρες μας λόγω των αυξανόμενων περιβαλλοντικών ανησυχιών και των επιπτώσεων του φαινομένου της κλιματικής αλλαγής, η οικονομία στρέφεται προς την πράσινη και αειφόρα ανάπτυξη, με αποτέλεσμα κλάδοι όπως η επεξεργασία και η ανακύκλωση αποβλήτων να βρίσκονται σε διαρκή ανάπτυξη. Ταυτόχρονα, όσο αυξάνεται η πυκνότητα του πληθυσμού, η αστικοποίηση και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, τόσο αυξάνονται και οι ποσότητες αστικών αποβλήτων, κάτι που καθιστά τον κλάδο αυτό ιδιαίτερα σημαντικό [1]. Πιο συγκεκριμένα, το 2016 παρήχθησαν ετησίως 2.01 δισεκατομμύρια τόνοι αστικών στερεών αποβλήτων και αναμένεται να αυξηθούν κατά 70%, δηλαδή 3.4 δισεκατομμύρια το 2050, ακολουθώντας το σενάριο της αδράνειας (business-as-usual) [2]. Επομένως, με την ταχεία ανάπτυξη του κλάδου διαχείρισης αποβλήτων και της αύξησης των εργαζομένων στον εν λόγω χώρο, το πρόβλημα περί «Υγιεινής και Ασφάλειας» που αντιμετωπίζει ο κλάδος αυτός αποκτά βαρύνουσα σημασία. Έτσι γίνεται αναγκαία η εφαρμογή αποτελεσματικών μεθοδολογιών 1) αξιολόγησης των μετρούμενων βλαπτικών παραγόντων, και 2) εφαρμογών που οδηγούν σε επιτυχημένες πρακτικές διαχείρισης επαγγελματικού κινδύνου [3].

Επιπρόσθετα, ο κλάδος της διαχείρισης αποβλήτων εμφανίζει υψηλή επικινδυνότητα, δεδομένου ότι οι εργαζόμενοι είναι εκτεθειμένοι σε διάφορους επιβαρυντικούς για την υγεία τους παράγοντες (φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί). Οι παράγοντες αυτοί μεταβάλλονται χρονικά και χωρικά εξαιτίας της φύσης της εργασίας και των ακολουθούμενων πρακτικών – τεχνικών διαχείρισης και επεξεργασίας. Για τον έλεγχο και την αποτελεσματική αντιμετώπιση των βλαπτικών αυτών παραγόντων είναι σημαντικό να μετρούνται και να αξιολογούνται με αξιόπιστες, αποτελεσματικές τεχνικές και μεθόδους. Ο καθορισμός των οριακών τιμών έκθεσης και τιμών ανάληψης δράσης για τους εργασιακούς βλαπτικούς παράγοντες δεν επαρκεί για την πλήρη αντιμετώπισή τους, αφού υπάρχουν γενικές, συγκεχυμένες οδηγίες αλλά και μεθοδολογίες αξιολόγησης των διενεργούμενων μετρήσεων. Σαν αποτέλεσμα αυτών η αξιολόγηση των μετρήσεων εξαρτάται από τις δυνατότητες και τις επιλογές των διοικητικών συμβουλίων των επιχειρήσεων ενώ τα εν συνεχεία λαμβανόμενα μέτρα δεν είναι πάντοτε τα βέλτιστα δυνατά. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο να εξεταστούν αλλά και να αναπτυχθούν ειδικές μεθοδολογίες μέτρησης και αξιολόγησης των βλαπτικών αυτών παραγόντων που απαντώνται στους χώρους συλλογής και επεξεργασίας απορριμμάτων.

Στον βιομηχανικό κλάδο οι συνήθως χρησιμοποιούμενες μεθοδολογίες αξιολόγησης του κινδύνου βασίζονται στην χρήση πινάκων (Risk matrix). Οι μεταβλητές των πινάκων που είναι η πιθανότητα και η συνέπεια, μπορούν να περιλαμβάνουν ποσοτικές τιμές αλλά και ποιοτικούς όρους. Με την χρήση αυτών, ιεραρχούνται οι κίνδυνοι και μπορεί να καθοριστούν οι προτεραιότητες και τα αντίστοιχα μέτρα που πρέπει να ληφθούν [4].

Οι Ettala et al., (1989) δημοσίευσαν ένα άρθρο για τον εντοπισμό εργασιακών κινδύνων σε εργοστάσια επεξεργασίας απορριμμάτων. Μελετήθηκαν πέντε (5) χώροι υγειονομικής ταφής, δύο (2) μονάδες χειρωνακτικής διαλογής απορριμμάτων και μια

(1) μονάδα καύσης απορριμμάτων στην Φιλανδία. Οι εργασιακοί κίνδυνοι εντοπίστηκαν με την μέθοδο της ανάλυσης της ασφάλειας και την χρήση πινάκων επικινδυνότητας όπου η σοβαρότητα του κινδύνου (R) υπολογίστηκε πολλαπλασιάζοντας την πιθανότητά (P) και της συνέπειες (C). Ταυτόχρονα έγινε στατιστική ανάλυση 99 ατυχημάτων. Στο χώρο διαλογής των απορριμμάτων, παρουσιάζονταν κυρίως τραύματα στην πλάτη και τραυματισμοί δέρματος, ενώ σύνηθες προβλήματα είναι η δυσάρεστη οσμή και σκόνη. Ελλείψεις στην ασφάλεια της εργασίας εντοπίστηκαν σε όλα τα στάδια της επεξεργασίας απορριμμάτων. Στην μηχανική διαλογή εμφανίστηκαν πιο συχνά ατυχήματα κατά την διαδικασία συντήρησης των μηχανημάτων, ενώ κατά την χειρωνακτική διαλογή δημιουργούνται προβλήματα υγιεινής [5].

Οι Gladding et al., (2003) προβλέποντας την αύξηση του εργατικού δυναμικού σε εργοστάσια ανάκτησης υλικών, διατύπωσαν την ανάγκη της περαιτέρω διερεύνησης των πιθανών κινδύνων για την υγεία των εργαζομένων, από τους εργοδότες, τους γιατρούς εργασίας αλλά και τις ρυθμιστικές αρχές. Στο άρθρο τους, αναλύθηκαν δεδομένα μετρήσεων της ποιότητας αέρα στους εργασιακούς χώρους και αιματολογικών πνευμονολογικών εξετάσεων και δεδομένα μέσω τυποποιημένων ερωτηματολογίων σε προσωπικές συνεντεύξεις από προγενέστερες έρευνες. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αυτής, αποτυπώνουν για πρώτη φορά ότι η έκθεση σε σκόνη, ενδοτοξίνες και τη γλυκάνη είναι δοσομετρικά συσχετιζόμενη με την υγεία των εργαζομένων και ειδικότερα με την αναπνευστική και γαστρεντερική υγεία. Επίσης, παρατηρήθηκε ότι η έκθεση των εργαζομένων σε σκόνη σχετίζεται με δερματικά προβλήματα αλλά και γαστρεντερικά προβλήματα (διάρροια), ενώ μικρή συσχέτιση εμφανίστηκε με ερεθισμούς στη μύτη, το λαιμό και στο ανώτερο αναπνευστικό. Γίνεται σαφές, ότι απαιτούνται περαιτέρω έρευνες για την υγεία των εργαζομένων στον κλάδο αυτό και ειδικότερα σε θέματα σχετικά με εκθέσεις σε μικτούς βλαπτικούς παράγοντες και σε μακροπρόθεσμες χαμηλότερες συγκεντρώσεις [6].

Ο Tolvanen (2004) μέσω μελέτης που δημοσίευσε σχετικά με την έκθεση των εργαζομένων σε βιοαερολύματα και θόρυβο που αφορούσε μια μονάδα επεξεργασίας στερεών ξηρών αποβλήτων στην Φιλανδία, ανέδειξε το πρόβλημα υψηλών συγκεντρώσεων μικροβίων και ενδοτοξινών, καθώς και υψηλού θορύβου στις αίθουσες επεξεργασίας. Στην μονάδα αυτή, γινόταν επεξεργασία τριών ειδών στερεών υπολειμμάτων (ξηρό κλάσμα οικιακών αποβλήτων και ξηρό κλάσμα από καύσιμα ξύλα υψηλής ενεργειακής απόδοσης ή ξύλα που προήλθαν από εργασίες κατεδάφισης). Ειδικότερα, στην έρευνα του, ανέλυσε δεδομένα σε τέσσερα σημεία της μονάδας επεξεργασίας αλλά και μέσα στο χώρο ανάπαυσης των εργαζομένων, όπου τα προβλήματα δεν επιλύθηκαν εύκολα μέσω τεχνικών αλλαγών/τροποποιήσεων. Για το λόγο αυτό προτάθηκε η χρήση αναπνευστικής μάσκας (κατηγορίας P3) και μέσων ατομικής προστασίας για τον θόρυβο, αφού οι μετρήσεις μικροβίων, ενδοτοξινών, σκόνης και θορύβου αντίστοιχα ξεπερνούσαν τις οριακές επιτρεπόμενες τιμές. Επίσης, ακόμα και στο χώρο ανάπαυσης παρουσιάστηκαν υψηλές συγκεντρώσεις μικροβίων και σκόνης, χωρίς όμως να παρουσιάζονται υψηλές τιμές θορύβου [7]. Το 2006, οι Tolvanen & Hänninen εξέτασαν τους ίδιους παράγοντες, αλλά αυτή τη φορά σε μία μονάδα μηχανικής/βιολογικής επεξεργασίας απορριμμάτων οικιακών βιοαποβλήτων. Σε αυτήν την περίπτωση, οι ενδοτοξίνες, τα μικρόβια, και ο θόρυβος αποτέλεσαν πρόβλημα μερικές φορές στην φάση της χώνεψης και της σύνθλιψης των

απορριμμάτων. Μεγαλύτερο πρόβλημα, σχετικά με τον θόρυβο, παρουσιάστηκε στην αίθουσα ξήρανσης. Ωστόσο οι εργαζόμενοι της μονάδας παρουσίαζαν τυπικά συμπτώματα για την έκθεση σε βιοαερολύματα, ενώ μερικοί ήταν εκτεθειμένοι και σε δύσοσμες χημικές ενώσεις και χαμηλές θερμοκρασίες. Επίσης και σε αυτήν την περίπτωση προτάθηκε η χρήση ατομικών προστατευτικών μέσων. Τέλος, μέσω της έρευνας αυτής, εξήχθη το συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση μικροβίων και σκόνης αποτελούν μεγαλύτερο πρόβλημα σε μονάδες επεξεργασίας ξηρών αποβλήτων σε σχέση με της μονάδες μηχανικής/βιολογικής επεξεργασίας [8].

Το θέμα της οσμής φαίνεται να άρχισε να απασχολεί την επιστημονική κοινότητα στις αρχές του 2000. Όμως μια έρευνα των Aatamila et al. το 2010, επικεντρώθηκε, στην ενόχληση που προκαλείται λόγω των οσμών κοντά σε πέντε μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων με κομποστοποίηση και χώρους υγειονομικής ταφής στην Φιλανδία. Η έρευνα βασίστηκε στην ανάλυση τηλεφωνικών συνεντεύξεων των κατοίκων των περιέχων, που βρίσκόντουσαν σε αποστάσεις έως 5 χιλιομέτρων από τις εν λόγω μονάδες. Η αντίληψη της οσμής διαφοροποιούνταν από μονάδα σε μονάδα αλλά και από την απόσταση από αυτές. Ειδικότερα, σε αποστάσεις έως 1.5 km η οσμή ήταν αντιληπτή σε ποσοστό 66-100%, ενώ σε απόσταση 1.5 km έως 3 km ήταν σε 13-64%. Επειδή το επίπεδο αντίληψης των οσμών ήταν αρκετά υψηλό, επισημάνθηκε ότι θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή της θέσης εγκατάστασης των μονάδων αλλά και του σχεδιασμού τους, αλλά και ότι θα πρέπει να παρθούν μέτρα αποφυγής των οσμών [9].

Σε άρθρο που δημοσίευσαν οι Chalvatzaki et al., (2010) αναλύθηκαν μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων (PM10) στον χώρο υγειονομικής ταφής (XYTA) στα Χανιά αλλά και στους υπόλοιπους χώρους του εργοστασίου, οι οποίες διεξήχθησαν την περίοδο από τον Οκτώβριο του 2007 έως τον Απρίλιο του 2009. Ιδιαίτερα υψηλές ήταν οι συγκεντρώσεις κατά την διάρκεια διαχωρισμού αλλά και κατά την φόρτωση των απορριμμάτων, με συγκεντρώσεις πολλές φορές κοντά στα $1000\mu\text{g}/\text{m}^3$. Εσωτερικά των εγκαταστάσεων η μέση τιμή κυμαινόταν από 113 έως και $4597\mu\text{g}/\text{m}^3$, με την μέγιστη μετρούμενη τιμή να εμφανίζεται στη θέση της χειρωνακτικής διαλογής. Στους εξωτερικούς χώρους, η μέση τιμή κυμαίνονταν από 42 έως και $601\mu\text{g}/\text{m}^3$, με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να παρατηρούνται στην κύρια πύλη του εργοστασίου, τα κεντρικά υπαίθρια γραφεία και στο XYTA [10].

Το 2017 δημοσίευσαν οι Kontogianni & Moussiopoulos ένα άρθρο για την αξιολόγηση των κινδύνων και τη διερεύνηση των συνθηκών εργασίας σε εγκαταστάσεις διαχείρισης στερεών απορριμμάτων [3]. Τα δεδομένα που αναλύθηκαν προέκυψαν από συνεντεύξεις και δομημένα ερωτηματολόγια σε εργαζόμενους και υπευθύνους ασφαλείας σε μονάδες ανακύκλωσης, XYTA, σταθμούς μεταφόρτωσης, μονάδες αποτέφρωσης/καύσης απορριμμάτων και μονάδες μηχανικής και βιολογικής επεξεργασίας. Οι παράγοντες που εξετάστηκαν στην εν λόγω έρευνα είναι η παρουσία σκόνης, η ακτινοβολία UV/IR, η εμφάνιση πυρκαγιάς ή έκρηξης και η παρουσία ζώων και εντόμων στην εγκατάσταση. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στηρίζεται σε παλαιότερες βιβλιογραφικές αναφορές και έρευνες και αφορά την ανάλυση και αξιολόγηση του κινδύνου αλλά και των βλαπτικών παραγόντων και την κατάταξη τους σε σχέση με την επικινδυνότητα/σπουδαιότητα τους με την χρήση πινάκων. Σύμφωνα με το άρθρο αυτό, οι εγκαταστάσεις ανάκτησης υλικών και οι χώροι υγειονομικής

ταφής παρουσιάζουν χαμηλή επικινδυνότητα, ενώ μεσαία επικινδυνότητα εμφανίζουν εγκαταστάσεις κομποστοποίησης και οι μονάδες επεξεργασίας ελαστικών. Επιπλέον, ο βλαπτικός παράγοντας, από αυτούς που εξετάστηκαν, που εμφανίζει τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα (μεσαίας τάξης) είναι η σκόνη [3].

Η αναγνώριση του θετικού αντίκτυπου των πρότυπων Υγιεινής και Ασφάλειας στην Εργασία (Occupational Health & Safety (OH&S)) στην μείωση των εργασιακών κινδύνων αλλά και στην αύξησή της παραγωγικότητας, φαίνεται να αναγνωρίζουν σιγά σιγά οι κυβερνήσεις, οι εργοδότες αλλά και οι εργαζόμενοι [11]. Οι Ramos et al., (2020) απέδειξαν μέσα από την έρευνα τους, ότι η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων ασφαλείας συμβάλει στην συμμετοχή των εργαζομένων σε δραστηριότητες που αφορούν την διαχείριση του κινδύνου. Η έρευνα τους εστίασε στην κατανόηση της επίδρασης των ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης σε μεσαίου μεγέθους επιχείρησης, έχοντας ως παράδειγμα εφαρμογής μια μονάδα επεξεργασίας στερεών αποβλήτων. Με την χρήση και την ανάλυση δεδομένων ερωτηματολογίων σε τεχνικούς αλλά και στον διευθυντή της επιχείρησης, αποδείχθηκε ακόμα ότι βελτιώθηκε το αρχείο των εργατικών ατυχημάτων, όμως η συμμετοχή των εργαζομένων δεν είναι ακόμα στο επιθυμητό επίπεδο [12].

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή, διερευνώνται θέματα που σχετίζονται με την αξιολόγηση-διαχείριση του επαγγελματικού κινδύνου που συνδέεται με την ύπαρξη βλαπτικών παραγόντων για την υγεία των εργαζομένων σε εργοστάσια μηχανικής ανακύκλωσης στερεών απορριμμάτων. Πιο συγκεκριμένα αναπτύσσεται μεθοδολογία αξιολόγησης των μετρήσεων των βλαπτικών παραγόντων, της χωροχρονικής μεταβολής τους και της εκτίμησης του κινδύνου που συνδέεται με την εμφάνισή τους. Ως παράδειγμα εφαρμογής χρησιμοποιείται η βιομηχανική μονάδα επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων «ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων». Η επεξεργασία αποβλήτων στη συγκεκριμένη μονάδα περιλαμβάνει τη διαλογή των αστικών απορριμμάτων σε ανακυκλώσιμα και μη, τη βιολογική επεξεργασία ορισμένων εξ' αυτών και την τελική εναπόθεση στο έδαφος του υπολείμματος των αποβλήτων που δεν δύναται να επαναχρησιμοποιηθούν.

Οι βλαπτικοί παράγοντες που άπτονται του θέματος διαχείρισης κινδύνου στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων είναι πολλοί και διαφέρουν ως προς την προέλευση και τα αποτελέσματα τους. Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή εστιάζει στον εργασιακό θόρυβο, στα αιωρούμενα σωματίδια και στην έκλυση επιβλαβών χημικών ουσιών που γίνονται αντιληπτές λόγω της δυσάρεστης οσμής τους. Η μέθοδος εκτίμησης της επικινδυνότητάς των παραγόντων αυτών διαφέρει ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εκάστοτε βλαπτικού παράγοντα. Για τον εργασιακό θόρυβο και τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 γίνεται εκτίμηση της επικινδυνότητας, ενώ όσον αφορά την οσμή γίνεται εκτίμησης της δυσάρεσκείας που μπορεί να προκαλέσει, καθώς αποτελεί παράγοντα με μεγάλη υποκειμενικότητα. Η ανάλυση όλων των προαναφερθέντων βλαπτικών παραγόντων γίνεται με την εφαρμογή πινάκων (ημιποσοτική μέθοδος). Ειδικότερα, για την εκτίμηση του παράγοντα της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} (dBA) και την συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων σκόνης PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) η επικινδυνότητα υπολογίζεται με βάση της απόκλισης του εξεταζόμενου βλαπτικού παράγοντα από τα ασφαλή θεσμοθετημένα όρια αλλά και της επίπτωσης που έχει στην υγεία των

εργαζομένων σύμφωνα με δεδομένα που προέκυψαν από την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Στην περίπτωση της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC), η επικινδυνότητα υπολογίζεται μόνο βάση της απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια, ενώ για την οσμή η εκτίμηση της δυσαρέσκειας στηρίζεται στην αναλογία αραίωσης η οποία προσδιορίζει την ένταση της οσμής. Μελετώνται οι μεθοδολογίες μέτρησης, αξιολόγησης των μετρήσεων και η εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω της έκθεσης των εργαζομένων στους παράγοντες αυτούς.

Μετρήσεις αυτών των φυσικών παραγόντων ελήφθησαν από τις επί τόπου «On site» μετρήσεις που διενεργήθηκαν στην εγκατάσταση στα πλαίσια της μεταπτυχιακής αυτής διατριβής, καθώς και από το αρχείο παρακολούθησης εργασιακής όχλησης της εσωτερικής υπηρεσίας προστασίας πρόληψης «ΕΣ.Υ.Π.Π.» της μονάδας ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το υφιστάμενο προς ανάλυση πρόβλημα, η δομή και η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνεται το γενικό θεωρητικό πλαίσιο της υγιεινής και ασφάλειας και επαγγελματικού κινδύνου, των βλαπτικών παραγόντων κατά την εργασία (φυσικοί, χημικοί και βιολογικοί παράγοντες), το ρόλο των Συστημάτων Ασφαλείας, τη δράση του ανθρώπινου παράγοντα, τον τυπικό τρόπο ανάλυσης και εκτίμησης κινδύνου και τέλος τις συνέπειες εργασιακής όχλησης και την ισχύουσα σχετική νομοθεσία.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι βλαπτικοί και οι ατυχηματικοί παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε μονάδες Χ.Υ.Τ.Α. και μονάδες μηχανικής διαλογής απορριμμάτων. Επίσης γίνεται πιο συγκεκριμένη αναφορά στην ανάλυση και εκτίμηση επικινδυνότητας για χώρους επεξεργασίας αστικών αποβλήτων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, περιγράφεται η εγκατάσταση και η λειτουργία της μονάδας ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων και αναφέρονται τα όργανα μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν για την επί τόπου λήψη μετρήσεων φυσικών παραγόντων (ηχητική όχληση, αιωρούμενα στερεά σωματίδια και οσμή). Ακολουθεί η παρουσίαση με την εφαρμογή πινάκων και εν μέρη χαρτών χωρικής μεταβολής και η στατιστική ανάλυση των επί τόπου μετρήσεων καθώς και των αντίστοιχων μετρήσεων που δόθηκαν από την Εσωτερική Υπηρεσία Προστασίας Πρόληψης ΕΣ.Υ.Π.Π. της εν λόγω μονάδας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, αναλύεται ο τρόπος προσδιορισμού της επικινδυνότητας για όλους τους μετρούμενους φυσικούς παράγοντες και παρουσιάζεται η ανάλυση – εκτίμηση επικινδυνότητας φυσικών παραγόντων εργασιακής όχλησης της μονάδας ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων. Δίνονται οι εξαγόμενοι πίνακες κατανομής επικινδυνότητας και συνέπειας για όλα τα σημεία ελέγχου. Επιπρόσθετα, παρατίθενται η χωρική κατανομή της επικινδυνότητας για τους εν λόγω βλαπτικούς παράγοντες και προτείνονται οι απαιτούμενες διορθωτικές ενέργειες με στόχο τη μείωση της πιθανότητας εμφάνισης ή της συνέπειας της εργασιακής όχλησης από τους βλαπτικούς αυτούς παράγοντες.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζονται και αναλύονται τα συμπεράσματα που εξήχθησαν από την εκτίμηση του κινδύνου και την διεξαγωγή της παρούσας διατριβής.

Οι χάρτες χωρικής απεικόνισης των επί μέρους μετρήσεων αλλά και της επικινδυνότητας δημιουργήθηκαν με την χρήση του προγράμματος Surfer 8.0 της Golden Software και την εφαρμογή της μεθόδου τοπικών πολυωνύμων, όπου η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε 120X41 στοιχειώδη τετράγωνα (κάνναβος).

Η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση των μετρήσεων και την εκτίμηση του κινδύνου εκτιμάται ότι μπορεί να συμβάλλει στην ανάπτυξη βιώσιμων πρακτικών και κατευθυντήριων γραμμών για τη βέλτιστη παρακολούθηση και αξιολόγηση των βλαπτικών παραγόντων στον κλάδο της επεξεργασίας και ανακύκλωσης στερεών απορριμμάτων και να συμβάλουν στην αναβάθμιση των συνθηκών εργασίας.

2. Υγιεινή και ασφάλεια - Εννοιολογικοί προσδιορισμοί

2.1. Έννοια υγιεινή και ασφάλεια και επαγγελματικός κίνδυνος

Ως επαγγελματικός κίνδυνος ορίζεται ο κίνδυνος για την υγιεινή και ασφάλεια του εργαζομένου που μπορεί να προκληθεί από την έκθεση του εργαζομένου σε βλαπτικούς παράγοντες κατά την διάρκεια της εργασίας. Οι επαγγελματικοί κίνδυνοι είναι δυνατόν να προκαλέσουν ένα εργατικό ατύχημα, αλλά και την εμφάνιση κάποιας επαγγελματικής ασθένειας στον εργαζόμενο [13]. Οι κύριες πηγές επαγγελματικού κινδύνου διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες (Σχήμα 2.1):



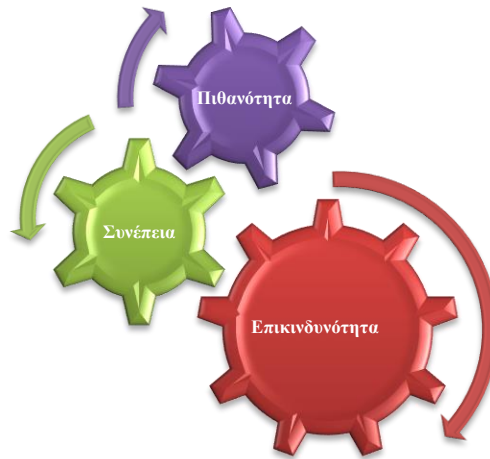
Σχήμα 2.1: Διάγραμμα που δίνει τη ταξινόμηση κινδύνων για την ασφάλεια, την υγιεινή και την ψυχική και σωματική υγεία των εργαζομένων.

2.2. Συστήματα ασφαλείας επαγγελματικού κινδύνου

Το κυρίως αντικείμενο του κλάδου της **Μηχανικής Συστημάτων Ασφαλείας «Safety System Engineering»** είναι η εκλογή συστημάτων ασφαλείας τα οποία σε συνδυασμό με τον τομέα Διαχείρισης Έργων «Project Management», αποτελούν τις βέλτιστες και βιώσιμες λύσεις όσον αφορά τον εκμηδενισμό ή μετριασμό του εργασιακού βιομηχανικού κινδύνου.

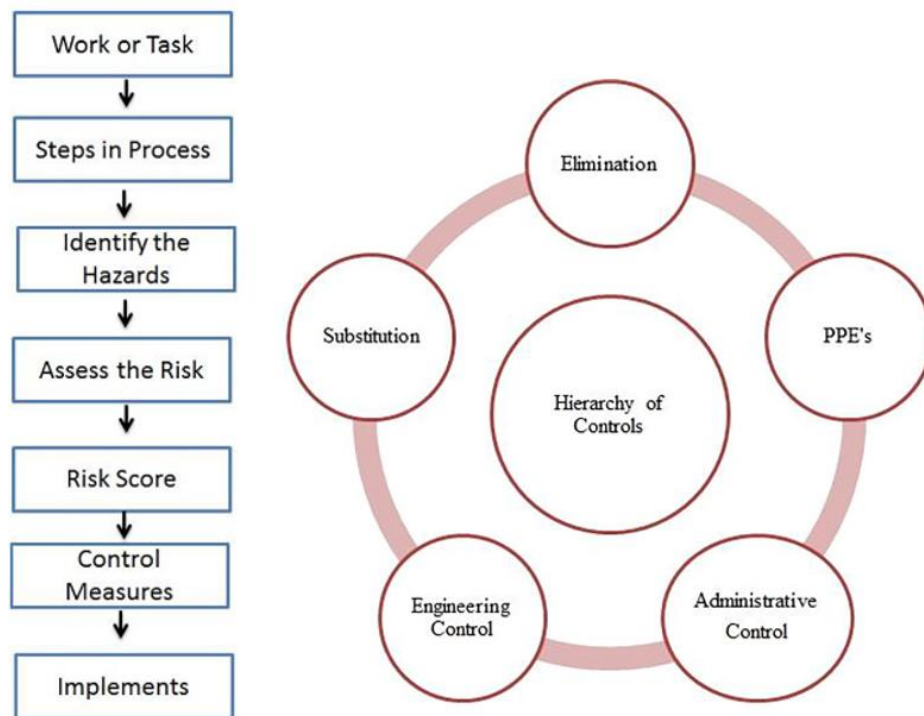
Συνήθως με τον όρο «**Συστήματα Ασφαλείας**», νοούνται το σύνολο των κανονισμών που περιγράφονται στη Μελέτη Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου, συνδυασμένα με τον πιο κατάλληλο τρόπο για τη συνεχή εργασιακή δραστηριότητα, με της ελάχιστες δυνατές χρονικές καθυστερήσεις και τα ελάχιστα δυνατά ατυχήματα.

Το κριτήριο αξιολόγησης των εργασιών ως υψηλής ή ενδιάμεσης- χαμηλής επικινδυνότητας είναι ο παράγοντας «**Επικινδυνότητα**» κατά την εργασία. Πρόκειται για μία εξαρτημένη σχέση μεταξύ της συνέπειας – σοβαρότητας του ενδεχόμενου κινδύνου και της πιθανότητας εμφάνισής του κατά την εργασία, όπως αποτυπώνεται και από το Σχήμα 2.2 [13].



Σχήμα 2.2: Διάγραμμα που δίνει τους των παράγοντα «Επικινδυνότητα» ως αποτέλεσμα των συνιστωσών «Συνέπεια» & «Πιθανότητα».

Υπάρχουν πολλά Συστήματα Ασφαλείας, τα οποία εφαρμόζονται ανάλογα με το είδος της επιχειρηματικής δραστηριότητας. Στον τομέα των κατασκευαστικών εργασιών ή μονάδων διαχείρισης αποβλήτων, οι κίνδυνοι δύναται να έχουν σημαντική συνέπεια στον εκάστοτε εργαζόμενο και υπάρχουν αρκετοί αστάθμητοι παράγοντες. Αυτό συμβαίνει κυρίως λόγω φύσης των εργασιών και του μορφωτικού επιπέδου εκπαίδευσης των εργαζομένων. Συνεπώς σε αυτού του είδους επιχειρηματικής δραστηριότητας το σύστημα ασφαλείας δεν μπορεί να είναι προγραμματισμένο – μοντελοποιημένο. Επομένως, οι μελέτες επικινδυνότητας σε αυτές τις περιπτώσεις συνήθως εστιάζουν στην καταγραφή των εργασιών και εντοπισμό της πηγής κινδύνου προς εξάλειψη, ανά εργασία. Συνεπώς έχουν τη μορφή «JSA» (Job Safety Analysis) (Σχήμα 2.3) ή «PHA» (Process Hazard Analysis)[14, 15]



Σχήμα 2.3: Διάγραμμα απεικόνισης εφαρμογής του συστήματος «JSA»[15].

Σαν φιλοσοφία ο κύριος στόχος των συστημάτων ασφαλείας είναι η εξάλειψη εργασιακού κινδύνου στην πηγή του. Έτσι κρίνεται απαραίτητη η αποκωδικοποίηση της πολυπλοκότητας των εργασιών καταμερίζοντας τες σε επιμέρους εργασιακές δραστηριότητες. Εκεί μέσω του συστήματος JSA ανιχνεύονται οι πιθανοί κίνδυνοι και συστήνονται τα προτεινόμενα μέτρα για το μετριασμό τους. Φυσικά τα μέτρα αυτά πρέπει να είναι συμβατά τη σχετική νομοθεσία.

Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό, Αμερικάνικο αλλά και το διεθνές νομοθετικό πλαίσιο, οποιαδήποτε πρόταση για μετριασμό – εξάλειψη επαγγελματικού κινδύνου και αναβάθμιση των επαγγελματικών συνθηκών αφού είναι σύννομη, είναι αποδεκτή [16].

Έτσι σύμφωνα με την αμερικάνικη νομοθεσία για τη διαχείριση του επαγγελματικού κινδύνου έχουν θεσπιστεί οι όροι «**APP**» (Accident Prevention Plan), «**SP**» (Safety Plan), «**AHA**» (Activity Hazard Analysis). Κατά αυτόν τον τρόπο στο σχέδιο ασφαλείας περιγράφεται η φύση των εργασιών και το κατεξοχήν σύστημα ασφαλείας, στο σχέδιο αποτροπής ατυχημάτων περιγράφονται οι διαδικασίες σε περιπτώσεις έκτακτων αναγκών και στο σχέδιο ανάλυσης εργασιακών δραστηριοτήτων καταγράφονται οι «On site» εργασίες, ενεχόμενοι κίνδυνοι και τέλος ο μετριασμός αυτών μέσω των προτεινόμενων μέτρων [17,18]

Με βάση τα ανωτέρω γίνεται κατανοητό ότι το σύστημα ασφαλείας το οποίο θα επιλεγεί προκειμένου να μετριασθεί ο επαγγελματικός κίνδυνος θα πρέπει σαφώς να περιέχει τους μηχανισμούς ασφαλείας που αναφέρονται στη σχετική νομοθεσία και επιστημονική βιβλιοθήκη, συγχρόνως όμως θα πρέπει να πραγματοποιείται πρακτικά

ο εντοπισμός του επαγγελματικού κινδύνου και ο μετριασμός του ανά εργασιακή δραστηριότητα.

Η ανίχνευση της επικινδυνότητας κατά την εκάστοτε εργασία αποτελεί επίσης το κριτήριο για τη θέσπιση των συναφών νομοθετημάτων περί Υγιεινής και Ασφάλειας για κάθε χώρα. Για παράδειγμα, σύμφωνα με όσα απορρέουν από την Ευρωπαϊκή νομοθεσία εν συγκρίσει με την Αμερικάνικη, σχετικά με τα μέτρα περί Υγιεινής και Ασφάλειας, η δεύτερη εστιάζει περισσότερο στην επικινδυνότητα ενώ η πρώτη στη συνέπεια την οποία δύναται να προκαλέσει ο επαγγελματικός κίνδυνος [16,19]

Σε βιομηχανικό επίπεδο ο ρόλος του εκάστοτε μηχανικού ασφαλείας είναι η παροχή συμβουλών στη διοίκηση της επιχείρησης και η επιλογή του συστήματος ασφαλείας κατόπιν σχετικής έγκρισης [20]. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, ο υπεύθυνος διαχείρισης όλων των τεχνικών εργασιών «Project Manager» οφείλει να ενημερώσει τον «Risk Manager/ Safety Officer» για το σύνολο των τεχνικών εργασιών καθώς και τις επιμέρους τεχνικές λεπτομέρειες των εργασιακών δραστηριοτήτων που τις απαρτίζουν. Με τη σειρά του ο υπεύθυνος ασφαλείας βιομηχανικών συστημάτων και διαχείρισης κινδύνου κατασκευάζει το σχέδιο ασφαλείας, το σχέδιο αντιμετώπισης έκτακτων αναγκών και την πρακτική μελέτη αντιμετώπισης κινδύνου ανά εργασιακή δραστηριότητα.

Τέλος όσον αφορά τα συστήματα ασφαλείας, αξίζει να επισημανθεί ότι για την αξιολόγησή τους ως κατάλληλα λαμβάνεται υπόψη η αποτελεσματικότητα τους ως προς την ασφάλεια, η οικονομικότητά τους, η τεχνική τους πολυπλοκότητα και οι χρονικές καθυστερήσεις που επιφέρουν [16,17]. Επιπροσθέτως, εφόσον με το επιλεγόμενο σύστημα ασφαλείας και τις τεχνικές ρυθμίσεις που αυτό περιλαμβάνει, η επικινδυνότητα δεν έχει μειωθεί σημαντικά, τότε συνίσταται η χρήση των προβλεπόμενων Μ.Α.Π. (μέσων ατομικής προστασίας).

Στον τομέα «Συστήματα Ασφαλείας» περιλαμβάνεται και η διαρκής παρατήρηση των συνθηκών εργασίας σε συνδυασμό με την αντίστοιχη επιμόρφωση του εργατοτεχνικού και υπαλληλικού προσωπικού. Η επιμόρφωση του προσωπικού και η διαρκής επαγρύπνηση μειώνει σημαντικά τον παράγοντα επικινδυνότητα. Οι ενέργειες αυτές εστιάζουν στις πηγές κινδύνου που οφείλονται στον ανθρώπινο παράγοντα [21]. Το επαγγελματικό προσωπικό που αναλαμβάνει μία τόσο σημαντική ευθύνη θα πρέπει να είναι εξειδικευμένο στον τομέα Υ&Α και να έχει κατάλληλο εκπαιδευτικό υπόβαθρο[16,20]

Επομένως, ένα σύστημα ασφαλείας είναι υποχρεωτικό να έχει νομική βάση συναφή με τα στοιχεία που απορρέουν από την αρμόδια νομοθεσία, να είναι εφαρμόσιμο όσον αφορά τη φύση των εργασιακών δραστηριοτήτων και την ιεράρχηση αυτών, και τέλος να είναι οικονομικά βιώσιμο (Σχήμα 2.4).



Σχήμα 2.4: Διάγραμμα με τα χαρακτηριστικά συστήματος ασφαλείας.

Τα προτεινόμενα συστήματα ασφαλείας ανά επιχειρηματική δραστηριότητα αποτελούν τον καθρέφτη της εκάστοτε εταιρικής πολιτικής. Τυχόν αστοχίες, παραλείψεις ή πλημμελής επαγγελματική δραστηριότητα από το τμήμα «Health & Safety Engineering» της οποιασδήποτε εταιρείας μπορεί να επιφέρει τεράστιες ηθικές, κοινωνικές και οικονομικές επιβαρύνσεις.

2.3. Παράγοντες σχετικά με την επαγγελματική Ασφάλεια & Υγιεινή

Ως βλαπτικοί παράγοντες για την υγιεινή των εργαζομένων ορίζονται οι παράγοντες που αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον εργασίας και τον εργαζόμενο και αν δεν ελεγχθούν μπορούν να βλάψουν την υγεία των εργαζομένων. Διακρίνονται σε φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες όπως αναλύονται παρακάτω.

2.3.1. Φυσικοί παράγοντες

Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι ένα φάσμα ακτινοβολιών που μεταφέρει ενέργεια με την μορφή ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Είναι γεγονός ότι η αυξημένη έκθεση εργαζομένων σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία από ιονίζουσες ή μη ακτινοβολίες μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία. Ιονίζουσες καλούνται οι ακτινοβολίες που μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό στο άτομο (απομάκρυνση ηλεκτρονίων), ενώ μη ιονίζουσες αυτές που δεν μπορούν να προκαλέσουν ιονισμό στο άτομο [22].

Μη Ιονίζουσα ακτινοβολία

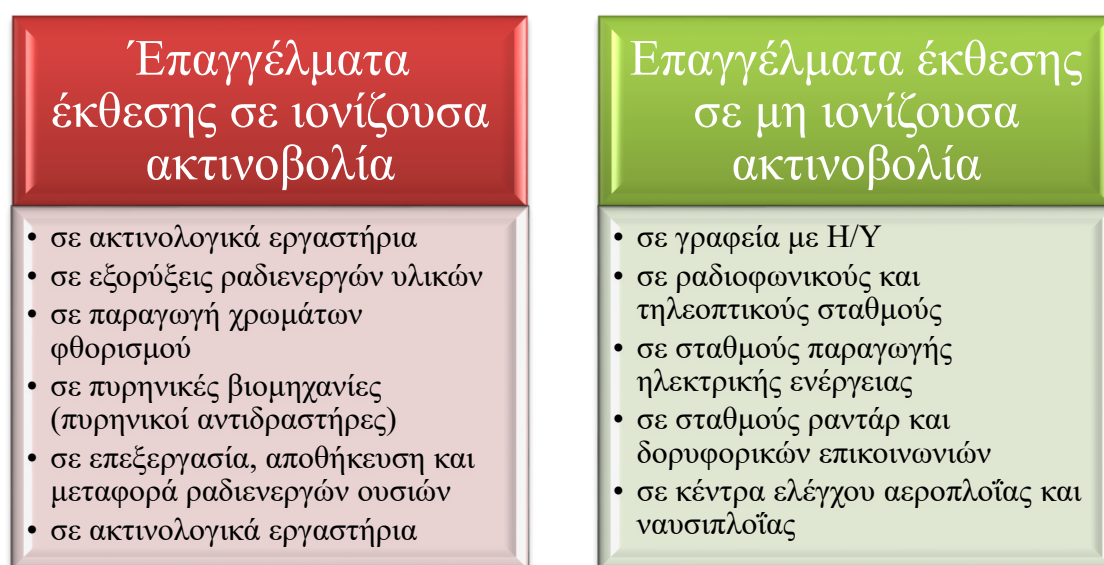
Η μη ιονίζουσα ακτινοβολία προκαλεί ταλάντωση των ατόμων των κυττάρων με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας τους (αύξηση θερμοκρασίας των ιστών).

Διακρίνονται σε υπεριώδεις- υπέρυθρες και μικροκύματα-ραδιοκύματα. Έχει παρατηρηθεί, ότι η έκθεση σε μη ιονίζουσα ακτινοβολία, συγκεκριμένα κατά την διάρκεια εργασίας περίπου 8-10 ώρες, οδηγεί σε στην δημιουργία αισθήματος ξηρότητας στον λαιμό, προβλήματα στα μάτια, αλλεργίες, πονοκεφάλους, ευαισθησία στον ήχο, αϋπνία και κόπωση [23].

Ιονίζουσα ακτινοβολία

Αυτό ο τύπος ακτινοβολίας προκαλεί ιονισμό των ηλεκτρονίων ενός ατόμου προκαλώντας έτσι καταστροφή του DNA των ιστών. Για την μέτρηση της ιονίζουσας ακτινοβολίας συχνά χρησιμοποιείται η μονάδα της απορροφούμενης δόσης gray (Gy) και ορίζεται ως 1 J της αρχικής ενέργειας ανά χιλιόγραμμα ιστού. Για τον υπολογισμό της βιολογικής επίδρασης κάθε τύπου ιονίζουσας ακτινοβολίας χρησιμοποιείται η μονάδα ισοδύναμης ή ενεργού δόσης Sievert (Sv). Η έκθεση σε ιονίζουσα ακτινοβολία μπορεί να προκαλέσει, δερματίτιδες, παθήσεις μυελού των οστών, παθήσεις των γεννητικών οργάνων, παθήσεις των οφθαλμών και κακοήθεις όγκους [24,25].

Τα επαγγέλματα που εκτίθενται περισσότερο σε ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία παρατίθενται στο Σχήμα 2.5 που ακολουθεί.



Σχήμα 2.5: Διάγραμμα με τα συνήθη επαγγέλματα έκθεσης σε ιονίζουσα και μη ιονίζουσα ακτινοβολία [24,25].

Ηλεκτρομαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας (50 Hz)

Σύμφωνα με την έρευνα του Bagheri, M. το 2019 παρατηρήθηκε αύξηση κατακερματισμού του DNA και αλλαγές στους δείκτες ροής κυτταρομετρίας με την τεχνική comet, οι οποίες πιθανόν να σχετίζονται με μακροχρόνια επαγγελματική έκθεση σε ηλεκτρομαγνητικά πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας. Ωστόσο, η

αυξημένη έκθεση σε μαγνητικά πεδία που προκαλεί αυτή την αυξημένη καταστροφή του DNA δεν παρατηρήθηκε σε έκθεση του εργαζομένου σε ηλεκτρικά πεδία [26]

Θόρυβος

Ο ήχος αποτελεί κύμα που οφείλεται στην μεταβολή της πίεσης ενός ελαστικού μέσου (ατμοσφαιρικός αέρας, νερό, κλπ) και γίνεται αντιληπτό από το ανθρώπινο αυτί, ενώ ως θόρυβος ορίζεται ο ήχος που προκύπτει από μη περιοδικές και ακανόνιστες μεταβολές της πίεσης του αέρα και προκαλεί δυσάρεστη αίσθηση και ενόχληση. Ένας ήχος για να αποτελέσει θόρυβο κρίνεται από την ένταση και την συχνότητα του.

Η έκθεση των εργαζομένων σε θόρυβο μπορεί να προκαλέσει βιοχημικές, ψυχολογικές και φυσιολογικές μεταβολές στην υγεία του. Για τον λόγο αυτό, είναι αναγκαία η παρακολούθηση του θορύβου στους εργασιακούς χώρους, με την χρήση ηχομέτρων όπως αυτού που παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.6 και του κατάλληλου ηλεκτρονικού κυκλώματος (σταθμικό κύκλωμα A) που να προσομοιώνουν το σύνολο της ηχητικής ενέργειας που δέχεται ο εργαζόμενος στο ωράριο εργασίας του.

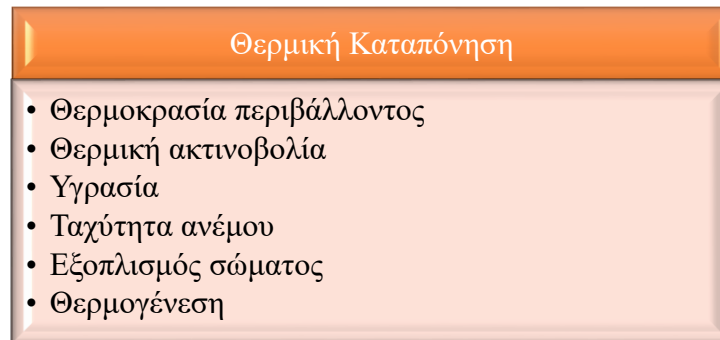


Σχήμα 2.6: Εικόνα ηχομέτρου με καταγραφικό σύστημα [27].

Οι επιπτώσεις του θορύβου μπορούν να ταξινομηθούν σε ακουστικές δηλαδή επιδράσεις στην ακοή και μη ακουστικές. Οι επιδράσεις στην ακοή περιλαμβάνουν την επαγγελματική βαρηκοΐα ή χρόνιο ακουστικό τραύμα και το οξύ ακουστικό τραύμα, ενώ οι μη ακουστικές συμπεριλαμβάνουν τις επιδράσεις στο νευρικό, καρδιαγγειακό και αναπαραγωγικό σύστημα, τις ψυχολογικές επιδράσεις και την δυσκολία ύπνου. Για την πρόληψη του προβλήματος αυτού έχουν οριστεί σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία Π.Δ. 149/2006 (ΦΕΚ 159/Α` 28.7.2006) ως οριακή τιμή έκθεσης τα 87 dBA και αιχμή ηχητικής πίεσης τα 200 Pa. Επιπλέον έχουν οριστεί οι ανώτερες και κατώτερες οριακές τιμές για ανάληψη δράσης τα 85 dBA (140 Pa) και 80 dBA (112 Pa) αντίστοιχα [28]. Στις μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων είναι αναμενόμενο να υπάρχει έντονη ηχητική όχληση καθώς υπάρχουν πολλά μηχανικά μέσα ιδίως στο στάδιο διαχωρισμού των ανακυκλώσιμων από τα μη ανακυκλώσιμα υλικά.

Θερμικές συνθήκες (Μικροκλίμα)

Οι συνθήκες που επικρατούν στον χώρο εργασίας (μικροκλίμα) όπως η θερμική κατάσταση και η βαρομετρική πίεση του αέρα μπορούν να επηρεάσουν τη σωματική και ψυχική υγεία των εργαζομένων. Η θερμική καταπόνηση υπολογίζεται από το άθροισμα της θερμοκρασίας του οργανισμού, συν την περιβαλλοντική θερμοκρασία μείον την απώλεια θερμότητας από τον ανθρώπινο οργανισμό (θερμοαποβολή, αφίδρωση). Η θερμική κατάσταση του ανθρώπινου οργανισμού εξαρτάται από έξι (6) βασικούς παράγοντες, οι οποίοι απεικονίζονται συνοπτικά στο Σχήμα 2.7.



Σχήμα 2.7: Διάγραμμα απεικόνισης παραγόντων θερμικής καταπόνησης [29].

Η θερμική καταπόνηση συνδέεται με επαγγελματικές ασθένειες, ατυχήματα και μείωση της παραγωγικότητας, ενώ στην περίπτωση που η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 39°C ενδέχεται να προκύψει και θερμοπληξία. Επιπλέον, η θερμική καταπόνηση σε συνδυασμό με αφυδάτωση του οργανισμού, εμφανίζει συμπτώματα όπως κόπωση, ζάλη, αδυναμία, μυϊκές κράμπες, ταχυκαρδία και υπόταση. Ωστόσο η ατομική ανοχή των εργαζομένων φαίνεται να διαφοροποιείται και να επηρεάζεται από το φύλο, την ηλικία, τις προϋπάρχουσες ασθένειες, το ρουχισμό, τη σωματική μάζα και το επίπεδο φυσικής δραστηριότητας [29].

Η θερμική καταπόνηση είναι μείζονος σημασίας, καθώς ο σημαντικός παράγοντας δεν είναι μόνο η θερμοκρασία αλλά ο συνδυασμός αυτής με την υγρασία του περιβάλλοντος χώρου. Ο παράγοντας θερμικής καταπόνησης σε συνδυασμό με την υγρασία, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες είναι έντονος στις μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων και στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα να εντείνεται η εργασιακή όχληση λόγω σωματικής και ψυχολογικής καταπόνησης.

Φωτισμός

Ο φωτισμός στην εργασία κατέχει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων. Όσο ευκολότερα και ταχύτερα γίνεται αντιληπτός ένας κίνδυνος τόσο πιο εύκολα μπορεί να αποφευχθεί. Ελλιπής φωτισμός κατά την διάρκεια εργασίας μπορεί να προκαλέσει από συμπτώματα κόπωσης των οφθαλμών, ημικρανίες, πονοκεφάλους, λήθαργο, χαμηλή συγκέντρωση μέχρι και μεγάλης συνέπειας εργατικό ατύχημα. Ανάλογα με τον τύπο της εργασίας, τον χώρο και την ώρα απαιτείται

διαφορετικό είδος και επίπεδο φωτισμού, το οποίο και καθορίζεται από τη σχετική νομοθεσία, τον τεχνικό ασφαλείας και τον ιατρό εργασίας [20, 30].

Μηχανικοί κραδασμοί

Οι μηχανικοί κραδασμοί αποτελούν μηχανικές ταλαντώσεις που μεταφέρονται στο σώμα του εργαζόμενου μέσω δονούμενων εργαλείων, μηχανημάτων που χειρίζεται ο εργαζόμενος ή είναι σε επαφή με αυτά. Σε χώρους εργασίας που υπάρχουν μηχανήματα, ελκυστήρες και κίνηση οχημάτων, προκαλούνται κραδασμοί οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας στους εργαζόμενους. Οι εργασιακοί κραδασμοί συνδέονται άμεσα με την πρόκληση μυοσκελετικών προβλημάτων στη μέση στους ώμους και στον αυχένα των εργαζομένων [31]. Επιπρόσθετα, οι κραδασμοί που μεταδίδονται δια μέσου χειρός βραχίονα, μπορούν να προκαλέσουν σύνδρομο καρπιαίου σωλήνα, δευτερογενές φαινόμενο Raynaud και διάφορα αρθριτικά και μυϊκά προβλήματα [32]. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την έκταση αυτών των φαινομένων είναι η ένταση, η συχνότητα, και η διάρκεια έκθεσης του εργαζομένου.

Σύμφωνα με την διεθνή βιβλιογραφία και την ελληνική νομοθεσία (Π.Δ 176/2005, ΦΕΚ227/Α/14.9.2005) οι κραδασμοί διαχωρίζονται ως εξής [33].

- Δόνηση άκρας χειρός-βραχίονα: όπου η μεταφορά μηχανικής ενέργειας στο ανθρώπινο σώμα γίνεται δια μέσου του άξονα χειρός-βραχίονα. Για παράδειγμα, όταν ο εργαζόμενος χειρίζεται κάποιο εργαλείο.
- Δόνηση ολόκληρου σώματος: όπου ο κραδασμός μεταφέρεται σε ολόκληρο το σώμα του εργαζόμενου.

Για τις δύο αυτές κατηγορίες διαφοροποιούνται οι οριακές τιμές έκθεσης και τιμές έκθεσης για την ανάληψη δράσης.

2.3.2.Χημικοί παράγοντες

Σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα Π.Δ 338/2001 ως χημικός παράγοντας ορίζεται [34]:

<<Κάθε χημικό στοιχείο ή ένωση, ελεύθερο ή σε πρόσμειξη, όπως υφίσταται σε φυσική κατάσταση ή όπως παράγεται, χρησιμοποιείται ή απελευθερώνεται, μεταξύ των άλλων υπό μορφή αποβλήτων, μέσω οιασδήποτε εργασιακής δραστηριότητας, είτε παράγεται σκοπίμως είτε όχι και είτε διατίθεται στο εμπόριο είτε όχι.>>

Οι χημικοί παράγοντες σε έναν εργασιακό χώρο μπορούν να εμφανιστούν είτε ως αιωρούμενα σωματίδια (σκόνη, ίνες, καπνός, αεροζόλ), είτε ως αερόμορφοι ρύποι (ατμοί, αέρια), αλλά και ως υγροί ρύποι (διαλύτες). Η έκθεση των εργαζομένων σε αυτούς μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως είναι η αναπνοή, η δερματική επαφή (απορρόφηση) και η κατάποση.

Όσον αφορά της χημικές ουσίες που πολλές φορές χρησιμοποιούνται λόγω συγκεκριμένης εργασιακής δραστηριότητας θα πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα όπως ορίζονται από τον τεχνικό ασφαλείας και τον ιατρό εργασίας στη Μελέτη Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου.

Στο Σχήμα 2.8 ακολουθούν χαρακτηριστικές απεικονίσεις μέτρων προσοχής για τη χρήση χημικών ουσιών έπειτα από την μετάβαση στο νέο σύστημα σήμανσης CLP (Classification, Labelling and Packaging).



Σχήμα 2.8: Εικόνα με τις χαρακτηριστικές ενδείξεις σε συσκευασίες χημικών ουσιών [35].

Τέλος για την ασφαλή χρήση των χημικών ουσιών θα πρέπει η χρήστες και οι άμεσα εμπλεκόμενοι να έχουν λάβει γνώση της του κανονισμού (CE) 1272/2008 για την ταξινόμηση, την επισήμανση και τη συσκευασία CLP, η οποία συνοδεύει τις χημικές ουσίες κατά την αποστολή – παραλαβή τους [34,35].

2.3.3.Βιολογικοί παράγοντες

Με τον όρο βιολογικοί παράγοντες νοούνται οι μικροοργανισμοί, μεταξύ των οποίων και οι γενετικά τροποποιημένοι, οι κυτταροκαλλιέργειες και τα ενδοπαράσιτα του ανθρώπου, που είναι δυνατόν να προκαλέσουν οποιαδήποτε μόλυνση, αλλεργία ή τοξικότητα [36].

Η παρουσία τους σε μονάδες επεξεργασίας απορριμμάτων είναι έντονη, επομένως η παρατήρησή τους και ο μετριάσμός της δράσης τους κρίνεται απαραίτητος. Αυτό συμβαίνει γιατί η δράση των μικροοργανισμών δύναται να βλάψει το ανοσοποιητικό σύστημα του εργαζόμενου με εκθετικές αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία [37].

Οι βιολογικοί παράγοντες διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες.

1. **Βακτήρια:** Μονοκύτταροι μικροοργανισμοί των οποίων το χρωμόσωμα δεν περικλείεται σε μεμβράνη, δε διαθέτουν δηλαδή πραγματικό πυρήνα (προκαρυωτικά).
2. **Ιοί:** Βιολογική μονάδα που διαθέτει μια απλή ακυτταρική οργάνωση. Έχει ένα πρωτεϊνικό περίβλημα και απλό τύπο νουκλεϊνικού οξέος αλλά δε διαθέτει ανεξάρτητο μεταβολισμό και αναπαράγεται μόνο μέσα σε ξένα ζωντανά κύτταρα (ξενιστές).

3. **Μύκητες:** Μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι μικροοργανισμοί που διαθέτουν πραγματικό πυρήνα (ευκαρυωτικοί) και οι οποίοι δεν έχουν την ικανότητα να φωτοσυνθέτουν ή και να κινούνται.
4. **Παράσιτα:** Μονοκύτταροι ή πολυκύτταροι οργανισμοί οι οποίοι προσωρινά ή μονίμως διαβιούν στο σώμα άλλων έμβιων όντων (ξενιστών) και τρέφονται απ' αυτά.

Σύμφωνα αυτά που απορρέουν στο ΠΔ 186/1995 [38] και ΠΔ 102/2020 [39] τα ζητήματα διαχείρισης κινδύνου εξ' αιτίας της δράσης βιολογικών παραγόντων, άπτονται του τομέα Υγιεινής κατά την εργασία και αρμόδιος για την εξάλειψη - μετριασμό του εργασιακού αυτού κινδύνου είναι ο ιατρός εργασίας.

Ο εργοδότης μέσω της παροχής υπηρεσίας του ιατρού εργασίας, πρέπει να διατηρεί μητρώο ελέγχου καταλληλότητας εργασίας για κάθε εργαζόμενο. Το ιατρικό απόρρητο ισχύει με βάση τον κώδικα ιατρικής δεοντολογίας [40] για το λόγο αυτό ο ιατρός εργασίας εκδίδει πιστοποιητικό καταλληλότητας εργασίας και το παραδίδει στον εργοδότη.

Οι ώρες των τακτικών επισκέψεων του ιατρού εργασίας προς παρατήρηση των μέτρων υγιεινής στα μέτωπα εργασιών ορίζονται στο Ν. 3850/2010 [20]. Κατά τη διάρκεια των επισκέψεων ο ιατρός εργασίας μπορεί να εφαρμόσει διάφορες πρακτικές τεχνικές προς τον εντοπισμό των βιολογικών παραγόντων, ώστε σε δεύτερο χρόνο να αναπτύξει εφαρμογές για να εξαλείψει στα πλαίσια του δυνατού τον ενδεχόμενο κίνδυνο.

2.4. Ανθρώπινος παράγοντας – Κίνδυνοι ψυχικής και σωματικής υγείας

Σύμφωνα με στοιχεία που απορρέουν σε συνδυασμό της σχετικής βιβλιογραφίας [3,41,42] με συμβάντα πρακτικών εφαρμογών τα αίτια πρόκλησης και εκδήλωσης κινδύνων, ιδίως για την τρίτη κατηγορία (Σχήμα 2.1) η οποία αναφέρεται σε κινδύνους άμεσα συνδεδεμένους με τον **ανθρώπινο παράγοντα**, αποτελούν ίσως ένα από τους σοβαρότερους παράγοντες που δύναται να προκαλέσει ένα δυσάρεστο γεγονός.

Αυτό συμβαίνει διότι σε αντίθεση με τα συστήματα ασφάλειας και υγείας τα οποία μπορούν να μοντελοποιηθούν ακολουθώντας τα όλα όσα πρεσβεύονται από την αρμόδια νομοθεσία, ο ανθρώπινος παράγοντας δεν είναι δυνατό να μοντελοποιηθεί. Το γεγονός αυτό καθιστά τον ανθρώπινο παράγοντα ως αστάθμητο και δύσκολο ως προς τα προς θέσπιση προληπτικά μέτρα [13].

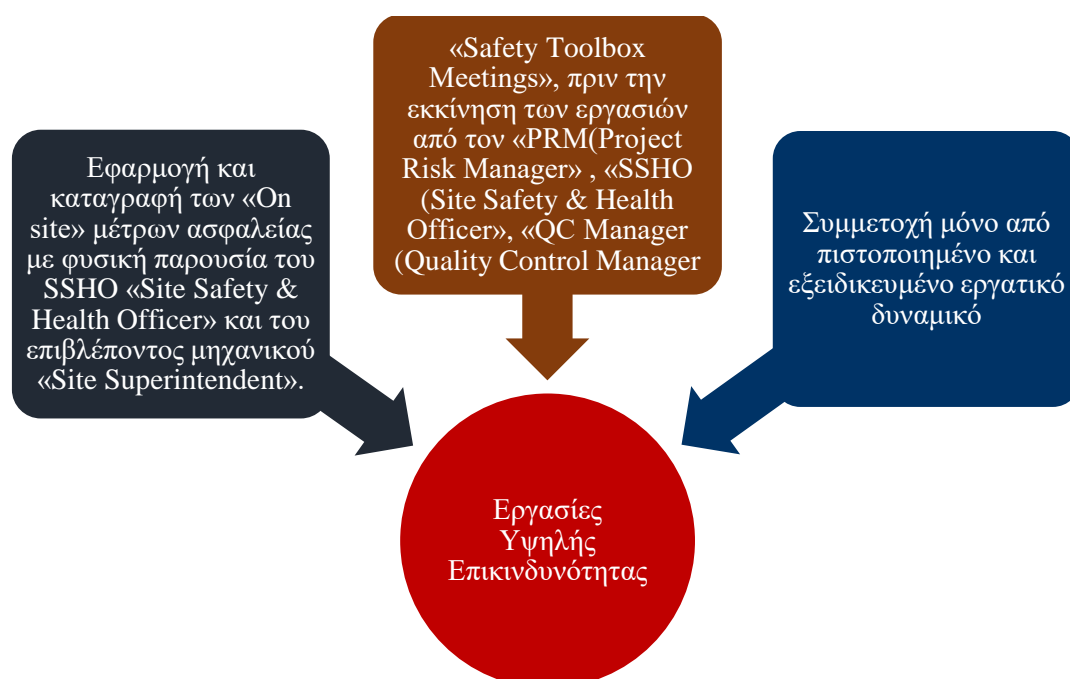
Όσον αφορά τον μετριασμό – εξάλειψη της πηγής κινδύνου ανθρώπινου παράγοντα, σε χώρες όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής (με πολύ αναβαθμισμένο το σύστημα ΥΑΕ) έχουν θεσπιστεί νομικά οι διαδικασίες παρατήρησης ανθρώπινης συμπεριφοράς γνωστές και ως BBS (Behaviour Based Safety) [21,43,44].

Πέραν των λιστών BBS περί ανάλυσης-εκτίμησης συμπεριφοράς εργαζομένων κατά την εργασία, κατά την επίσκεψη του μηχανικού ασφαλείας δίνονται

κατευθυντήριες οδηγίες προς τους εργαζόμενους όσον αφορά τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να τηρούνται.

Η διαδικασία αυτή προβλέπεται από το σύνολο καθηκόντων του μηχανικού ασφαλείας, όπως αυτά ορίζονται στο Ν. **3850/2010**. Επειδή οι υποδείξεις του μηχανικού ασφαλείας έχουν προκύψει από σχετικές μελέτες επιστημονικού χαρακτήρα υπάρχουν υποδειγματικές φόρμες επικοινωνίας στις οποίες αναφέρεται το είδος εργασιακής δραστηριότητας, τα όλα όσα λέγονται προφορικά «On site» καθώς και το ποιοι ήταν παρόντες μέσω των ενυπόγραφων δηλώσεων παρουσίας τους.

Με αυτόν τον τρόπο διασφαλίζεται η ενημέρωση και επιμόρφωση του προσωπικού, και ένα μεγάλο μέρος των καθηκόντων ευθύνης διαμοιράζεται αναλογικά με τις επιμέρους θέσεις εργασίας (Σχήμα 2.9).



Σχήμα 2.9: Διάγραμμα απεικόνισης διαδικασιών πριν και κατά την εκπόνηση Εργασιών Υψηλής Επικινδυνότητας.

2.5.Εργατικό ατύχημα

Σχετικά με τα εργατικά ατυχήματα, σύμφωνα με αυτά που απορρέουν [17,45] χαρακτηρίζονται ως δυσάρεστα γεγονότα με καταστροφικές συνέπειες για τον εργαζόμενο. Το ατύχημα στη διεθνή βιβλιογραφία ορίζεται ως «accident». Αντίθετα ένα δυσάρεστο γεγονός που δεν έχει τόσο καταστροφικές συνέπειες στους εργαζομένους χαρακτηρίζεται ως περιστατικό «incident».

Το σημαντικό για την αξιολόγηση των εργατικών ατυχημάτων είναι η εκτίμηση της επικινδυνότητας. Πιο συγκεκριμένα, ένα δυσάρεστο περιστατικό σαφώς έχει πολύ μεγαλύτερη πιθανότητα να εκδηλωθεί εν συγκρίσει με ένα εργατικό ατύχημα. Όμως η εκδήλωση του δεύτερου δεν είναι ποτέ αποτέλεσμα μίας μεμονωμένης ενέργειας ή διαδικασίας που δεν τηρήθηκε. Η εκδήλωση ενός εργατικού ατυχήματος είναι

αποτέλεσμα μιας σειράς γεγονότων (μηχανισμών, ψυχολογικών παραγόντων, συνθηκών όχλησης κλπ) τα οποία συντέλεσαν στην εκδήλωσή του [46,47].

Στο Σχήμα 2.10 ακολουθεί η διαγραμματική απεικόνιση της ταξινόμησης αιτιών πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων, καθώς και η ταξινόμηση των δυνητικών επιπτώσεων που κατέχουν.



Σχήμα 2.10: Διάγραμμα απεικόνισης αίτιων πρόκλησης εργατικών ατυχημάτων.

2.6. Επαγγελματικές ασθένειες

Οποιαδήποτε βλάβη προκύπτει στην υγεία ενός εργαζομένου από την εργασία του ονομάζεται επαγγελματική ασθένεια. Για κάποιους εργαζόμενους, οι επαγγελματικές ασθένειες επηρεάζουν την καθημερινότητά τους, ενώ άλλες μπορούν να οδηγήσουν ακόμα και σε πρόωρο θάνατο.

Οι επαγγελματικές ασθένειες μπορεί να προκύψουν από την έκθεση του εργαζομένου σε πολλαπλούς και διαφορετικούς παράγοντες (φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς), κάτι που καθιστά αναγκαία την καταγραφή των πραγματικών συνθηκών εργασίας, αλλά και την μελέτη της αλληλεπίδρασης πολλαπλών παραγόντων στην υγεία των εργαζομένων [48]. Επιπροσθέτως, ο εντοπισμός των κινδύνων υγιεινής είναι δυσκολότερος έναντι των κινδύνων περί ασφαλείας. Αυτό συμβαίνει γιατί η σύνδεση μεταξύ αιτίας κινδύνου και αποτελέσματος είναι δύσκολο να εντοπιστεί. Για τον εντοπισμό και την πρόληψη των επαγγελματικών ασθενειών διενεργούνται συνεχώς επιστημονικές μελέτες και έρευνες, όπου οι περισσότερες επικεντρώνονται τις αναπνευστικές παθήσεις (άσθμα, πυριτίωση κτλ) και στις εμφανίσεις καρκίνου εξ' αιτίας υπερβολικής έκθεσης σε μεταλλαξογόνους παράγοντες [16,30].

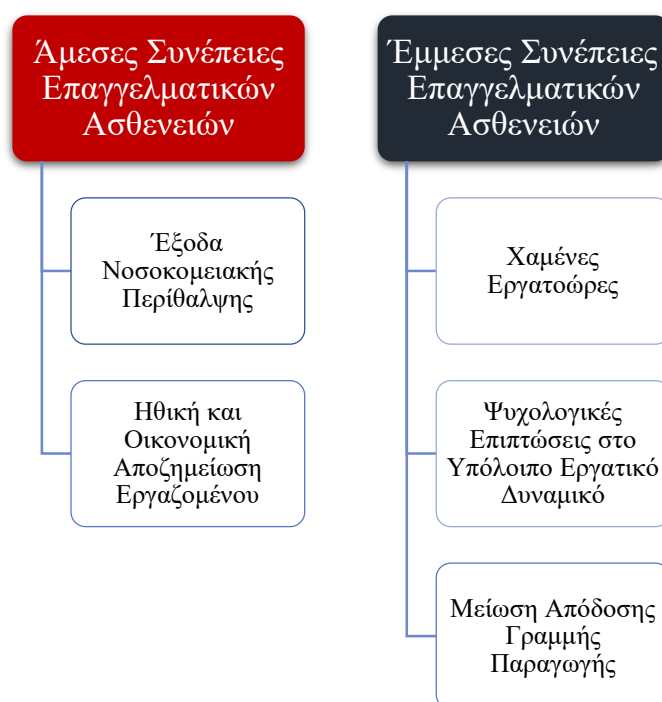
Η πιο συχνά καταγεγραμμένη αναπνευστική πάθηση είναι το άσθμα, όπου εκτιμάται ότι μια στις επτά κρίσεις άσθματος συνδέεται με την έκθεση του εργαζομένου σε βλαπτικούς παράγοντες στην εργασία [49]. Οι δύο αυτές κατηγορίες χρήζουν ερευνητικού ενδιαφέροντος εξ' αιτίας της προόδου μεθοδολογίας εντοπισμού κινδύνων υγιεινής.

Οι συνέπειες που δύναται κατά κανόνα να έχουν οι επαγγελματικές ασθένειες στην υγεία των εργαζομένων εκδηλώνονται συνήθως μακροχρόνια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πρωτίστως την αδυναμία αποκατάστασης της υγείας του εργαζομένου και

δευτερευόντως την αδυναμία ηθικής και οικονομικής αποζημίωσης, καθώς είναι δύσκολος ο προσδιορισμός της αναλογούσας ευθύνης όσον αφορά την πρόκληση της εκάστοτε ασθένειας σε σχέση με τον αντίστοιχο βλαπτικό παράγοντα.

Με την πάροδο του χρόνου και την εξέλιξη της ιατρικής και περιβαλλοντικής επιστήμης «environmental work safety» έχουν αναπτυχθεί τυποποιημένες διαδικασίες ασφαλείας, οι οποίες αποτρέπουν ως ένα βαθμό την έκθεση των εργαζομένων σε βλαπτικούς παράγοντες και θεσμοθετούνται καινοτόμα μέτρα προστασίας [39,50,51].

Οι συνέπειες των επαγγελματικών ασθενειών είναι είτε άμεσες οι οποίες περιλαμβάνουν το ηθικό και οικονομικό κόστος της ανθρώπινης υγείας, είτε έμμεσες και αφορούν το επαγγελματικό κόστος και την αξιοπιστία της επιχείρησης (Σχήμα 2.11).



Σχήμα 2.11: Διάγραμμα απεικόνισης άμεσων και έμμεσων συνεπειών επαγγελματικών ασθενειών.

2.7. Νομοθεσία σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο

Το εν ισχύ νομοθετικό πλαίσιο σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο περί θεμάτων υγιεινής και ασφαλείας απαρτίζεται από νόμους, προεδρικά διατάγματα, υπουργικές αποφάσεις και εγκυκλίους. Ο στόχος της νομοθεσίας είναι να θέσει τα θεμελιώδη πρότυπα εργασιακών συνθηκών τα οποία να μπορούν να εφαρμοστούν σε πρακτικό επίπεδο. Πολλές φορές κάτι τέτοιο δεν είναι εφικτό δεδομένων των αστάθμητων παραγόντων.

Βασικό νομοθέτημα για την εφαρμογή μέτρων ασφάλειας και την προαγωγή της υγείας και της ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία αποτελεί ο νόμος Ν.3850/2010 «Κώδικας νόμων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων»[20].

Όσον αφορά την προστασία των εργαζομένων έναντι σε κίνδυνους λόγω της έκθεσης σε φυσικούς παράγοντες και ειδικότερα στο θόρυβο έχουν θεσπιστεί τα Π.Δ. 85/1991 «Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στο θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ» και το Π.Δ. 149/2006 «Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/ΕΚ» [52]. Επιπρόσθετα, οι οριακές τιμές έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες καθορίζεται από το Π.Δ. 90/1999 «Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανώτατων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της Επιτροπής και τροποποίηση και συμπλήρωση του Π.Δ. 307/86 «προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους (135/Α)» όπως τροποποιήθηκε με το Π.Δ. 77/93 (34/Α)» [53].

Οι ελάχιστες προδιαγραφές για την χρήση μέσων ατομικής προστασίας καθορίζονται από το Π.Δ. 396/1994 «Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ» το οποίο τροποποιήθηκε από το Π.Δ. 34/2022 [54,55].

Τέλος, σχετικά με την απαιτούμενη σήμανση ασφαλείας ή/και υγείας στην εργασία δίνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις από το Π.Δ. 105/1995 «Ελάχιστες προδιαγραφές για την σήμανση ασφαλείας ή/ και υγείας στην εργασία σε συμμόρφωση με την Οδηγία 92/58/ΕΟΚ» [56].

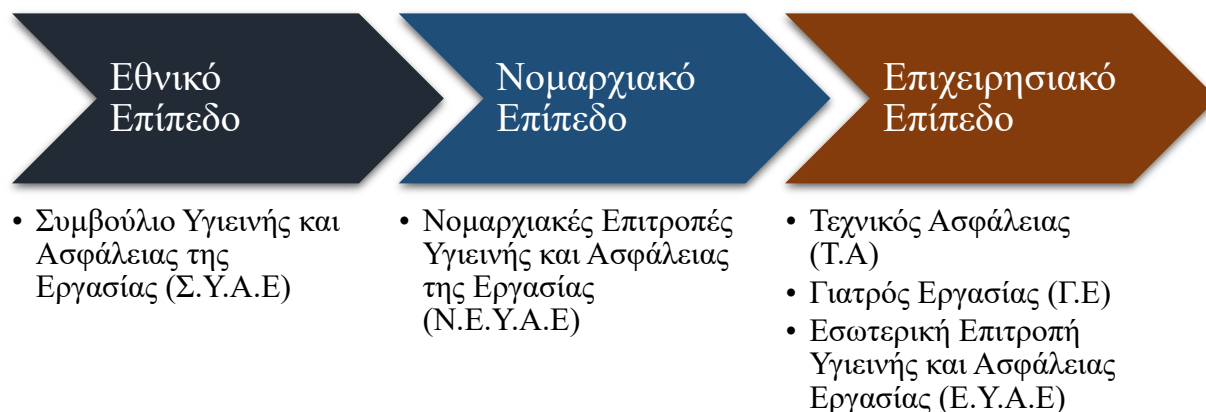
2.8.Θεσμικά όργανα υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία

Στο πλαίσιο ελέγχου και εποπτείας εφαρμογής συστημάτων υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία έχουν ορισθεί θεσμικά όργανα από εθνικό, νομαρχιακό και επιχειρησιακό επίπεδο, όπως απεικονίζονται και στο Σχήμα 2.12 [50,57]. Σε εθνικό επίπεδο, το Συμβούλιο Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (Σ.Υ.Α.Ε) γνωμοδοτεί σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία και η γνωμοδότηση αυτή αποτελεί νομοθετική προϋπόθεση για την έκδοση διοικητικών πράξεων. Επιπλέον, μέρος του έργου του Σ.Υ.Α.Ε είναι και η συμπλήρωση ή τροποποίηση της ισχύουσας νομοθεσίας.

Μέλη του Σ.Υ.Α.Ε είναι ως πρόεδρος ο Γενικός Γραμματέας του Υπουργείου, εκπρόσωποι των τριτοβάθμιων οργανώσεων των εργαζομένων, της πολιτείας και των εργοδοτών αλλά και επιστημονικοί φορείς.

Αντίστοιχα, σε όλες τις νομαρχίες συγκροτούνται Νομαρχιακές Επιτροπές Υγιεινής και Ασφάλειας της Εργασίας (Ν.Ε.Υ.Α.Ε), όπου γνωμοδοτούν σε θέματα σχετικά με την εφαρμογή των νομοθετημάτων, των συντονισμό δράσεων, εκδηλώσεων και επιμορφωτικών προγραμμάτων. Η Ν.Ε.Υ.Α.Ε απαρτίζεται από τον Νομάρχη, εκπροσώπους των εργοδοτών και των εργαζομένων της νομαρχίας και τον Επιθεωρητή Εργασίας. Τέλος στις επιχειρήσεις, σύμφωνα με τον νόμο Ν.3850/2010, ανεξάρτητα από τον αριθμό των εργαζομένων, ο εργοδότης υποχρεούται να χρησιμοποιεί τις

υπηρεσίες Τεχνικού Ασφαλείας (Τ.Α), και Ιατρού Εργασίας (Ι.Ε) όπως ορίζεται αναλογικά με την κατηγορία της επιχείρησης.



Σχήμα 2.12: Διάγραμμα απεικόνισης θεσμικού πλαισίου υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας.

2.8.1. Καθήκοντα τεχνικού ασφαλείας

Ο Τεχνικός Ασφαλείας ορίζεται από το Σώμα Επιθεώρησης Εργασίας Σ.Ε.Π.Ε. με κριτήριο το επιστημονικό του υπόβαθρο και αποκτά τον εν λόγω τίτλο για συγκεκριμένες αρμοδιότητες ανάλογα με το είδος της επιχειρηματικής δραστηριότητας όπως ορίζεται στο άρθρο 13 του νόμου 3850/2010.

Ο ρόλος του τεχνικού ασφαλείας είναι συμβουλευτικός για τα ενδεικτικά μέτρα προστασίας και πρόληψης περί ασφαλείας σύμφωνα με όλα όσα θεσπίζονται από το Σ.Ε.Π.Ε και την ισχύουσα νομοθεσία. Οποιοδήποτε μέτρο ασφαλείας που κρίνεται σκόπιμο προς πρόληψη και προστασία ενώ δεν συμπεριλαμβάνεται στην ισχύουσα νομοθεσία, ο τεχνικός ασφαλείας το εισηγείται στην εκάστοτε εταιρική διοίκηση προς εφαρμογή. Η εισήγηση μπορεί να είναι γραπτή ή προφορική.

Επιπροσθέτως, ο τεχνικός ασφαλείας είναι υποχρεωμένος να επιβλέπει ανά τακτά χρονικά διαστήματα τις εργασιακές δραστηριότητες, να υποδεικνύει τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να τηρούν οι ίδιοι οι εργαζόμενοι, να ενημερώνει και να ενημερώνεται από τον επιβλέποντα έργου σχετικά με τις προς εκπόνηση εργασίες ή ελλείψεις εξοπλισμού ασφαλείας κλπ. Το χρονικό διάστημα των επιθεωρήσεων του τεχνικού ασφαλείας ορίζεται από το νόμο 3850/2010 ανάλογα με την κάθε επιχείρηση και το δυναμικό που απασχολεί.

Παράλληλα, από μέρους τόσο του τεχνικού ασφαλείας, όσο και του ιατρού εργασίας είναι υποχρεωτικό να γίνονται επιμορφωτικά σεμινάρια όλου του προσωπικού, ενώ είναι θεμιτό να δηλώνεται ενυπογράφως από όλους η λήψη του υλικού επιμόρφωσης.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι ο τεχνικός ασφαλείας μπορεί να εκπονήσει τη μελέτη εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου πλήρως όσον αφορά τους μηχανισμούς

και τα συστήματα ασφαλείας, ενώ μπορεί να συμβουλέψει γραπτώς μόνο όσα τεκμαίρονται νομικά όσον αφορά τα ζητήματα υγιεινής. Στα ζητήματα υγιεινής κύριος σύμβουλος είναι ο ιατρός εργασίας.

2.8.2. Καθήκοντα ιατρού εργασίας

Όμοια με τον τεχνικό ασφαλείας, και ο ρόλος του ιατρού εργασίας είναι συμβουλευτικός προς την εκάστοτε εταιρική διοίκηση. Ο ιατρός εργασίας, όπως προαναφέρθηκε είναι ο κύριος σύμβουλος σε θέματα που άπτονται της υγιεινής των εργαζομένων.

Είναι υποχρεωμένος να διενεργεί τακτικούς ελέγχους στους χώρους εργασίας όπως το χρονικό διάστημα των οποίων ορίζεται από το νόμο 3850/2010 για κάθε είδος επιχείρησης και αναλόγως του απασχολούμενου δυναμικού.

Πέραν των ελέγχων αυτών, ο ιατρός εργασίας είναι υποχρεωμένος να διατηρεί μητρώο ιατρικού ιστορικού του εργατικού δυναμικού καθώς και να γνωμοδοτεί σχετικά με την καταλληλότητα του κάθε εργαζόμενου για συγκεκριμένη θέση εργασίας. Το ιατρικό ιστορικό είναι απόρρητο και πρόσβαση σε αυτό έχει μόνο ο ιατρός εργασίας ο οποίος δεσμεύεται να ασκεί τα καθήκοντά του με την παράλληλη τήρηση των θεσμοθετημένων μέτρων από τον κώδικα ιατρικής δεοντολογίας Ν.3418/2005 [40].

Τέλος ο ιατρός εργασίας είναι υποχρεωμένος να συνεργάζεται με τον τεχνικό ασφαλείας τόσο στον εντοπισμό βλαπτικών παραγόντων, όσο και στην αντιμετώπισή τους. Παράλληλα συμμετέχει στην εκπόνηση μελέτης εκτίμησης επαγγελματικού κινδύνου και σε οποιαδήποτε ενέργεια προς επιμόρφωση του εργατικού δυναμικού. Όσον αφορά τα ζητήματα ασφαλείας, εφόσον αυτά επηρεάζουν την υγιεινή των εργαζομένων, ο ιατρός εργασίας μπορεί να συμβουλέψει γραπτώς μόνο όσα τεκμαίρονται νομικά.

2.9. Μέσα Ατομικής Προστασίας

Τα Μέσα Ατομικής Προστασίας (ΜΑΠ) αποτελούν το τελευταίο μέτρο υγιεινής και ασφάλειας που ο τεχνικός ασφαλείας ή ο ιατρός εργασίας θα μπορούσε να συμβουλέψει. Πριν θεσπιστεί το οποιοδήποτε μέτρο Υ&Α, με γνώμονα τη μελέτη επικινδυνότητας πρέπει να δοθεί έμφαση στους κινδύνους, τις αιτίες που τους προκαλούν και όλα τα ενδεικτικά μέτρα προστασίας και βελτιστοποίησης των εργασιών.

Πέραν των θεμελιωδών μέσων ατομικής προστασίας τα οποία είναι υποχρεωτικό να τηρούνται πάντα, πρέπει να συνυπολογίζεται η φύση των εργασιών και το πως ο κίνδυνος δύναται να μειωθεί από την εφαρμογή εναλλακτικών ενεργειών. Για παράδειγμα, απαγορεύεται η έκθεση των εργαζομένων σε χώρους εργασίας με ηχητική όχληση άνω των 87 dBA για οκτώ ώρες και άνω. Εάν στο χώρο εργασίας υπάρχουν αυτοκινούμενα μηχανικά μέσα, δεν είναι σωστό να επιβληθεί η χρήση ωτοασπίδων. Η προστασία που μπορεί να παρέχουν από την ηχητική όχληση μπορεί να περιορίζει τις αισθήσεις του εργαζόμενου. Πιθανό αποτέλεσμα είναι να μην ακούσει κάποιο μηχάνημα όταν αυτό κινείται σε περιοχή πλησίον του. Ενδεχομένως σε αυτήν

την περίπτωση, θα μπορούσε να συσταθεί ολιγόλεπτο διάλειμμα μετά από 45 λεπτά εργασίας ή χρήση ακουστικών τύπου «headsets» τα οποία επιτρέπουν ένα χαμηλότερης έντασης ηχητικό κύμα να γίνεται αντιληπτό από τον εργαζόμενο.

Προκειμένου όμοια συστήματα και διαδικασίες Υ&Α να εκτιμηθούν ως προς τη λειτουργικότητά τους, διενεργείται επιθεώρηση της φύσης των εργασιών. Όλα τα απορρέοντα στοιχεία καταγράφονται και συνεκτιμώνται στη μελέτη επαγγελματικού κινδύνου. Κατόπιν αυτού ορίζονται τα καινοτόμα συστήματα και νέες διαδικασίες-τροποποιήσεις εργασιών για τη σωστή λειτουργία.

Σημάνσεις πάγιων μέσων ατομικής προστασίας που έχουν θεσπιστεί νομικά και πρέπει να τηρούνται σε όλους τους εργοταξιακούς χώρους παρίστανται κατωτέρω στο Σχήμα 2.13.



Σχήμα 2.13: Εικόνα των Μέσων Ατομικής Προστασίας [56].

3. Παράγοντες κινδύνου– Εκτίμηση επικινδυνότητας σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης

3.1. Παράγοντες κινδύνου

Με την επεξεργασία και τη μεταφορά των απορριμμάτων σχετίζονται διάφοροι τύποι κινδύνων οι οποίοι διακρίνονται σε: χημικούς, βιολογικούς, φυσικούς-εργονομικούς και μηχανικούς κινδύνους [58].

Σε εργοστάσια μηχανικής ανακύκλωσης στερεών απορριμμάτων και ανάκτησης υλικών, ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας κινδύνου είναι η πιθανότητα έκθεσης του εργαζομένου σε βιοαεροζόλ και σκόνη. Οι διαδικασίες οι οποίες σχετίζονται περισσότερο με την πιθανότητα εμφάνισης σκόνης και βιοαεροζόλ είναι η διαδικασία κατά την παραλαβή των πρωτογενών απορριμμάτων, της χειρωνακτικής διαλογής, των αυτοματοποιημένων συστημάτων διαλογής, της ταξινόμησης και σύνθλιψης των διαχωρισμένων ανακυκλώσιμων κλασμάτων, αλλά και κατά τις διαδικασίες συντήρησης και καθαρισμού των εγκαταστάσεων. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, επειδή τα υπό επεξεργασία απορρίμματα είναι κυρίως σε ξηρή μορφή, η πιθανότητα εκπομπής σκόνης και βιοαεροζόλ είναι αυξημένη, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου τα συστήματα επεξεργασίας δεν είναι πλήρως κλειστά. Ακόμα και στην περίπτωση που υπάρχει σύστημα εξαερισμού στις εγκαταστάσεις, οι εργαζόμενοι στις θέσεις χειρωνακτικής διαλογής ή κοντά στις θέσεις με υψηλές συγκεντρώσεις σκόνης, είναι πιθανό να είναι εκτεθειμένοι σε συγκεντρώσεις που ξεπερνούν τα όρια εμφάνισης αναπνευστικών συμπτωμάτων και μακροχρόνιων νόσων-ασθενειών. Στις περιπτώσεις εργοστασίων που δέχονται σύμμεικτα αστικά απορρίμματα, ή ακόμα και στις περιπτώσεις που δέχονται ανακυκλώσιμα υλικά, αλλά μπορεί να μην έχει γίνει σωστός διαχωρισμός των απορριμμάτων, υπάρχει πιθανότητα έκθεσης των εργαζομένων σε λοιμώξεις, εξαιτίας των αποβλήτων που σχετίζονται με θέματα υγιεινής, όπως βελόνες, νεκρά ζώα κ.α.. Η πιθανότητα μόλυνσης αυξάνεται στην περίπτωση που οι εργαζόμενοι έχουν μειωμένη ανοσολογική απόκριση ή και κακή προσωπική υγιεινή, αλλά και σε εγκαταστάσεις όπου δεν παρέχονται επαρκείς χώροι πλυσίματος και η σωστή ένδυση εργασίας. Εξαιτίας της φύσης της εργασίας, οι εργαζόμενοι σε εγκαταστάσεις μηχανικής ανακύκλωσης στερεών απορριμμάτων είναι πιθανόν να βρεθούν εκτεθειμένοι σε διάφορες χημικές ουσίες οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν άμεσο ερεθισμό στα μάτια και στο αναπνευστικό σύστημα ή ακόμη και επιφανειακά εγκαύματα. Η πιθανότητα έκθεσης των εργαζομένων σε κάποια εξαιρετικά διαβρωτική χημική ουσία είναι σχετικά χαμηλή, όμως η έκθεση σε φυτοφάρμακα και άλλα προϊόντα (ως υπολείμματα εντός των συσκευασιών) είναι υψηλότερη [59].

Εστιάζοντας περισσότερο στις μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης και με βάση και την επί τόπου παρατήρηση λειτουργίας της μονάδας ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων οι κατεξοχήν βλαπτικοί παράγοντες που παρατηρήθηκαν ήταν η ηχητική όχληση, τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια και η δυσάρεστη οσμή. Η δράση των παραγόντων αυτών γενικά σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης είναι προσθετική με την πάροδο του χρόνου και η συνέπειά τους στο εργατικό δυναμικό μπορεί να μην είναι άμεση, αλλά ενδέχεται χωρίς τα κατάλληλα μέτρα να προκαλέσει κάποια μόνιμη βλάβη. Το ίδιο ισχύει επιπλέον και για τους βιολογικούς παράγοντες καθώς σε μια μονάδα

επεξεργασίας απορριμμάτων η εμφάνισή τους είναι διαρκής. Ακόμα και η παρουσία χημικών παραγόντων όπως φαινόλες, νιτρικές, φωσφορικές, αμμωνιακές ενώσεις και σουλφίδια, όπου επίσης απαντώνται σε μονάδες διαχείρισης αποβλήτων, είναι έντονη και δύναται να έχει τόσο έμμεσες όσο και άμεσες συνέπειες στο εργατικό δυναμικό.

Στις μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης απορριμμάτων ιδιαίτερα σημαντικοί είναι και ατυχηματικοί παράγοντες κινδύνου που συνδέονται με τη χρήση του εξοπλισμού (σταθερού και κινητού). Η συντήρηση του εξοπλισμού σύμφωνα με τις υποδείξεις του κατασκευαστή καθώς και η ύπαρξη αυτοματισμών και ασφαλιστικών διατάξεων είναι ιδιαίτερης σημασίας θέματα για την μείωση-αποφυγή ατυχημάτων.

Σημαντικό ρόλο επίσης διαδραματίζει και ο ανθρώπινος παράγων. Η διαρκής εκπαίδευση του εργατοτεχνικού δυναμικού είναι υποχρεωτική, προκειμένου να υπάρχει η απαιτούμενη αντιληπτική ικανότητα για κάθε ενέργεια. Στις μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης έχουν παρατηρηθεί ατυχήματα τα οποία είχαν ιδιαίτερα αρνητικές συνέπειες. Πιθανοί παράγοντες ήταν η ακατάλληλη ενδυμασία, η έλλειψη γνώσης σωστής συμπεριφοράς, ο εφησυχασμός, η σωματική και ψυχολογική κόπωση η οποία πιθανόν να προέρχεται από τη δράση φυσικών παραγόντων όπως για παράδειγμα ηχητική όχληση, ακραίες θερμοκρασίες κλπ.

Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί παρίστανται συνοπτικά οι συχνότεροι παράγοντες κινδύνου σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης [58,59].

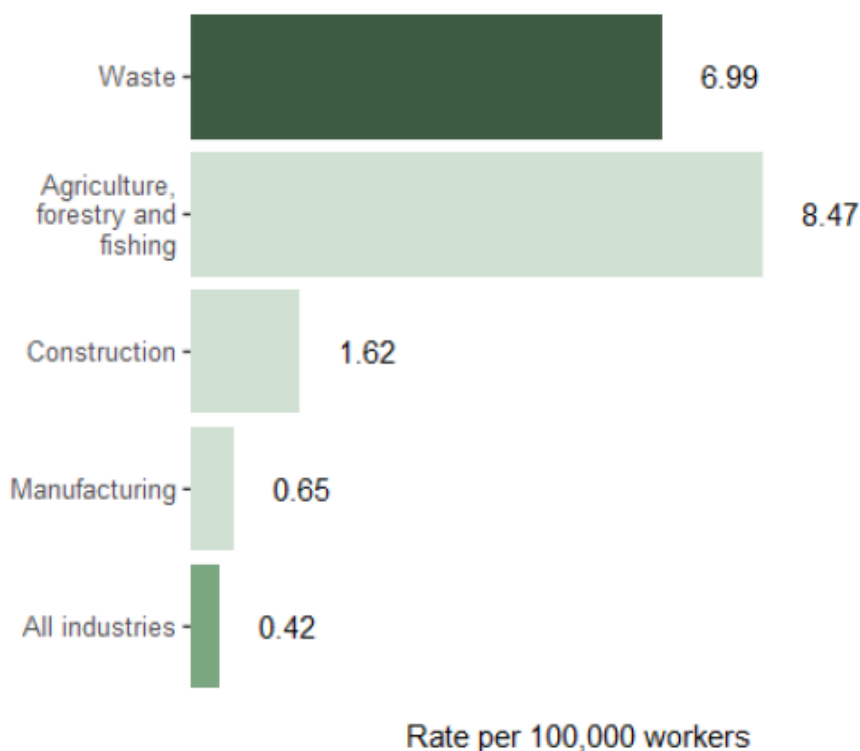
Πίνακας 3.1: Συνοπτική παρουσίαση παραγόντων κινδύνου σε μονάδες μηχανικής ανακύκλωσης.

A/A	Παράγοντες Κινδύνου
1	Ηχητική Όχληση
2	Αιωρούμενα Στερεά Σωματίδια
3	Οσμή
4	Ακραίες Θερμοκρασίες
5	Έντονη Παρουσία Βιολογικών Παραγόντων
6	Έντονη Παρουσία Επιβλαβών Χημικών Ενώσεων
7	Ελλιπής Επιμόρφωση Προσωπικού
8	Κακή Συντήρηση Μηχανημάτων
9	Λειτουργία Μηχανημάτων σε οριακές συνθήκες για μεγάλο χρονικό διάστημα
10	Χρήση μη πιστοποιημένων μηχανημάτων
11	Ελλιπής Αυτοματισμός Μηχανημάτων

3.2. Εργατικά ατυχήματα και επαγγελματικές ασθένειες

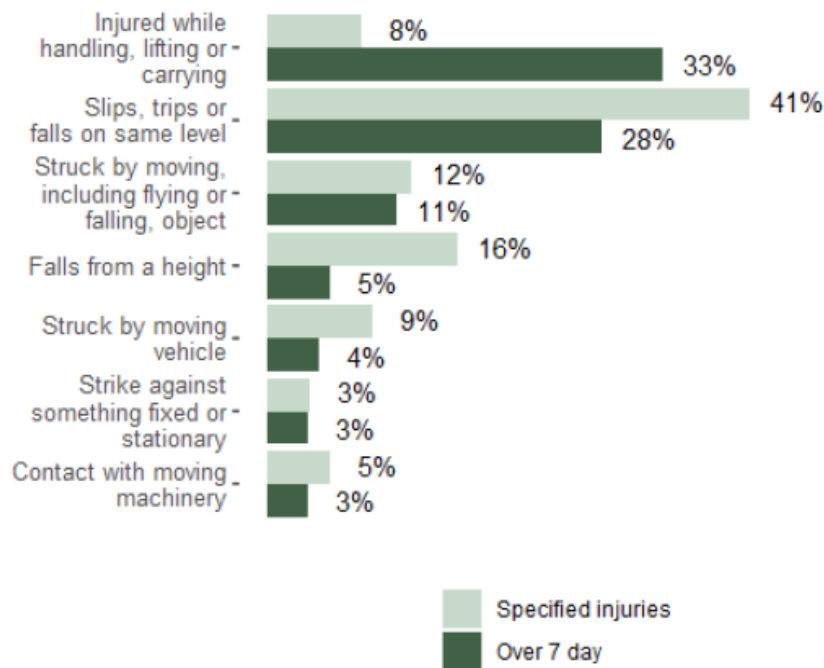
Οι εργαζόμενοι σε μονάδες επεξεργασίας στερεών αποβλήτων είναι εκτεθειμένοι σε αρκετά υψηλό ποσοστό θανατηφόρων και μη τραυματισμών και ασθενειών σε σχέση με άλλους κλάδους εργασίας, ενώ οι μη θανατηφόροι τραυματισμοί αφορούν κυρίως μυοσκελετικούς τραυματισμούς, κατάγματα, δερματικές και αναπνευστικές ασθένειες, δαγκώματα ζώων και γαστρεντερικά προβλήματα [60]. Ειδικότερα σύμφωνα με την κανονιστική πράξη για την αναφορά τραυματισμών, ασθενειών και επικίνδυνων για την υγεία περιστατικών του Ηνωμένου Βασιλείου (Reporting of Injuries, Diseases and Dangerous Occurrences Regulations (RIDDOR), η υπηρεσία για την υγεία και την ασφάλεια (Health and Safety Executive

(HSE)) στην ετήσια στατιστική ανάλυση για τον κλάδο επεξεργασίας αποβλήτων κατέγραψε ποσοστό θανατηφόρων τραυματισμών 6.99% ανά 100000 εργαζόμενους για τα έτη από το 2016 έως το 2021, το οποίο ισοδυναμεί περίπου με 17 φορές του συνόλου των υπόλοιπων βιομηχανικών κλάδων (0.42%) πέρα από την γεωργία, την αλιεία και την κατασκευαστική βιομηχανία. Σύμφωνα με το Σχήμα 3.1 ο κλάδος επεξεργασίας απορριμμάτων ξεπερνά σε θανατηφόρα ατυχήματα ακόμα και κλάδους όπως η κατασκευαστική βιομηχανία [61].



Σχήμα 3.1: Ποσοστά θανατηφόρων τραυματισμών ανά 100000 εργαζόμενους στο Ηνωμένο Βασίλειο ανά εργασιακό κλάδο [61].

Επίσης σύμφωνα με την υπηρεσία HSE του Ηνωμένου βασιλείου περίπου το 30% των θανατηφόρων τραυματισμών στον κλάδο της επεξεργασίας απορριμμάτων για την πενταετία από το 2016 έως το 2021 αφορούσε την κατηγορία της εμπλοκής των εργαζομένων με κινούμενα μηχανήματα [61]. Όσον αφορά τα μη θανατηφόρα ατυχήματα, δηλώθηκαν το 2021 μέσω του RIDDOR, 1476 περιστατικά, από τα οποία περίπου το 27% αφορά τραυματισμούς με άμεση/γρήγορη επιστροφή στην εργασία (λιγότερο από 7 ημέρες), ενώ το 73% αφορά τραυματισμούς με επιστροφή του εργαζόμενου μετά από επτά ημέρες [61].



Σχήμα 3.2: Ανάλυση μη θανατηφόρων ατυχημάτων ανά κατηγορία ατυχήματος στον κλάδο της επεξεργασίας απορριμμάτων [61].

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.2 το μεγαλύτερο ποσοστό των ατυχημάτων με άμεση/γρήγορη επιστροφή στην εργασία (σε λιγότερο από 7 ημέρες) αφορά ατυχήματα από πτώσεις ή γλίστρημα των εργαζόμενων στο ίδιο επίπεδο. Ωστόσο στο Σχήμα 3.2 φαίνεται, ότι οι τραυματισμοί κατά τις διαδικασίες διαχείρισης, ανύψωσης ή μεταφοράς, έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό σε τραυματισμούς με ανάρρωση πάνω από επτά ημέρες.

Πέρα από το σημαντικό ποσοστό τραυματισμών στον κλάδο της επεξεργασίας απορριμμάτων, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι επαγγελματικές ασθένειες. Τα προβλήματα που εμφανίζονται στον συγκεκριμένο κλάδο και μπορούν να οδηγήσουν σε κάποια επαγγελματική ασθένεια του εργαζόμενου σχετίζονται κυρίως με τα εξής [59]:

- Με την έκθεση σε αμίαντο.
- Με την έκθεση σε υδράργυρο.
- Τραυματισμούς και ερεθισμούς στα μάτια που σχετίζονται με έκθεση σε σκόνη ασβέστη.
- Με την έκθεση σε μόλυβδο από τα σπασμένα γυαλιά λυχνιών.
- Σε λοίμωξη από λεγιονέλλα (*legionella*).
- Σε προβλήματα ακοής από έκθεση σε θόρυβο.
- Λόγω έλλειψης επαρκών εγκαταστάσεων πλυσίματος στο χώρο εργασίας.
- Λόγω μη επαρκούς εκπαίδευσης πάνω σε θέματα υγιεινής και ασφάλειας στην εργασία.

- Λόγω δυσκολίας επικοινωνίας με αλλοδαπούς εργαζόμενους.
- Έλλειψη γνώσεων διαχείρισης της υγιεινής και ασφάλειας.

3.3. Εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου

Σύμφωνα με τη νομοθεσία και όσα απορρέουν από το νόμο 3850/2010 προκειμένου να διασφαλίζεται και να προστατεύεται η υγεία των εργαζομένων κρίνεται αναγκαία η Μελέτη Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου «**Μ.Ε.Ε.Κ.**». Πολλές φορές όταν το δυναμικό της εκάστοτε βιομηχανίας είναι αρκετά μεγάλο, ή σε περιπτώσεις που οι εργασιακές δραστηριότητες είναι πολύπλοκες κρίνεται σκόπιμη η εκπόνηση της εν λόγω μελέτης από Εξωτερικές Υπηρεσίες Προστασίας & Πρόληψης «**ΕΞ.Υ.Π.Π.**».

Σε περιπτώσεις όπου η εν λόγω μελέτη εκπονείται από ιδιώτες ελεύθερους επαγγελματίες, απαιτείται η επικύρωσή της και από τους δύο αρμοδίους συνεργάτες ή υπαλλήλους της εταιρείας, τον τεχνικό ασφαλείας και τον ιατρό εργασίας. Τέλος απαιτείται η ενυπόγραφη δήλωση του εργοδότη που πιστοποιεί ότι έλαβε γνώση για τη Μ.Ε.Ε.Κ. Η Μ.Ε.Ε.Κ περιλαμβάνει αρχικά την ανάλυση της επικινδυνότητας που περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια (Σχήμα 3.3) :

1. την καταγραφή των εργασιών συνοπτικά.
2. την καταγραφή των επιμέρους εργασιακών δραστηριοτήτων που απαιτούνται.
3. τον εντοπισμό του κινδύνου καθώς της αιτίας που τον προκαλεί (παράγοντας).
4. την εκτίμηση της συνέπειας και πιθανότητας που δύναται να έχει ο κίνδυνος τόσο σε ανθρώπινο όσο και σε οικονομικό επίπεδο.
5. την καταγραφή της υπάρχουσας επικινδυνότητας.

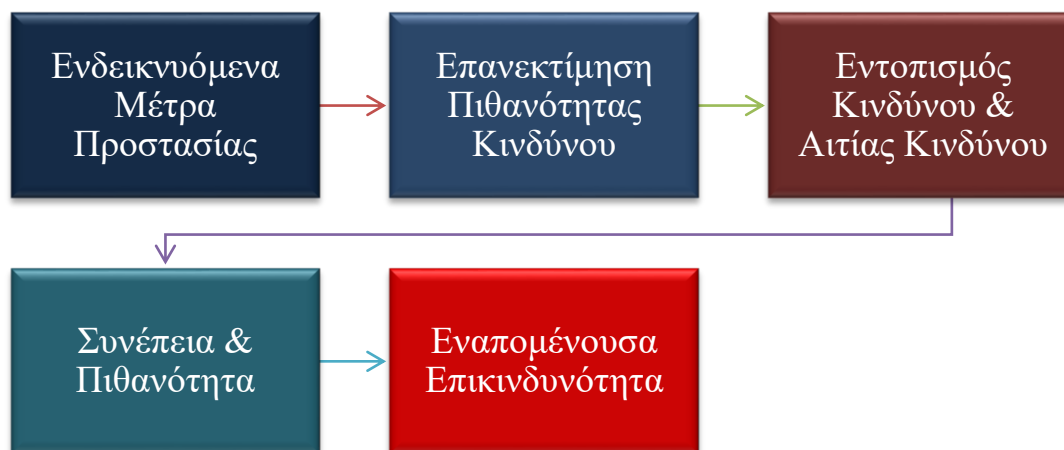


Σχήμα 3.3: Διάγραμμα απεικόνισης σταδίων ανάλυσης επικινδυνότητας.

Στη συνέχεια εκπονείται η **εκτίμηση** της επικινδυνότητας λαμβάνοντας υπόψη τα προτεινόμενα μέτρα μείωσης – εξάλειψης του κινδύνου, η οποία περιλαμβάνει τα παρακάτω στάδια (Σχήμα 3.4):

1. Εφαρμογή ενδεικνυόμενων μέτρων προστασίας που έχουν αποφασισθεί τόσο από τον ιατρό εργασίας όσο και από τον τεχνικό ασφαλείας.

2. Υπολογισμό εκ νέου της πιθανότητα εκδήλωσης κινδύνου μετά την εφαρμογή των μέτρων.
3. Υπολογισμός εκ νέου της εναπομένουσας επικινδυνότητας.



Σχήμα 3.4: Διάγραμμα απεικόνισης σταδίων εκτίμησης επικινδυνότητας.

Στην περίπτωση όπου μετά την εκτίμηση της εναπομένουσας επικινδυνότητας, δεν έχει περιοριστεί ή μετριαστεί ο κίνδυνος, θα πρέπει να εφαρμοσθούν άλλου τύπου μέτρα προστασίας προκειμένου αυτό να επιτευχθεί. Αξίζει να σημειωθεί πως σπανίως υπάρχουν εργασίες οι οποίες χαρακτηρίζονται εξ' ορισμού ως υψηλής επικινδυνότητας και δεν επιδέχονται μέτρα ασφαλείας τα οποία να εγγυώνται το μετριασμό αυτής. Σε τέτοιες περιπτώσεις αφιερώνεται χρόνος [17]:

1. σε «Safety Toolbox Meetings», ακριβώς πριν την εκκίνηση των εργασιών από τον «PRM (Project Risk Manager)», «SSHO (Site Safety & Health Officer)» «QC Manager (Quality Control Manager)».
2. σε εφαρμογή και καταγραφή των «On site» μέτρων ασφαλείας με φυσική παρουσία του SSHO «Site Safety & Health Officer» και του επιβλέποντος μηχανικού «Site Superintendent».
3. σε έλεγχο των εντύπων που πιστοποιούν ότι το προσωπικό που δύναται να μετέχει στις εργασίες είναι εξειδικευμένο.

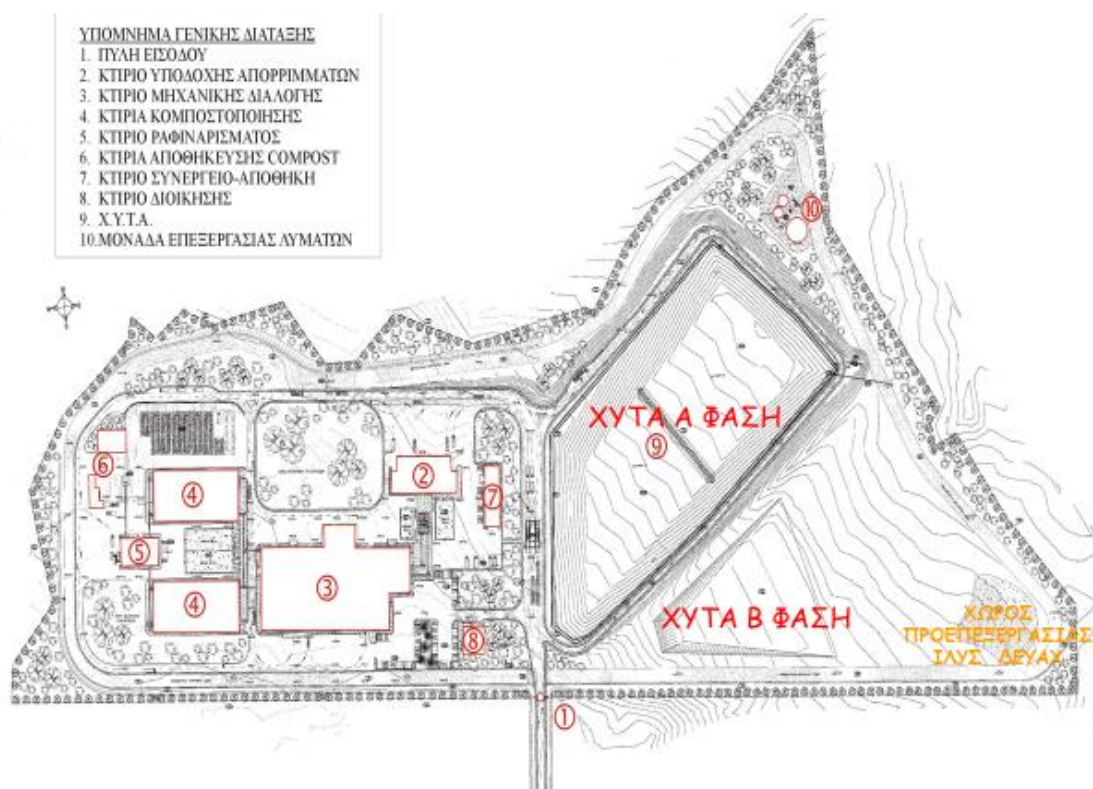
Ένα χρήσιμο ψηφιακό εργαλείο για την εκπόνηση της Μελέτης Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου σε μικρομεσαίες και πολύ μικρές επιχειρήσεις στον κλάδο των υπηρεσιών συλλογής και διαχείρισης απορριμμάτων και της ανακύκλωσης, είναι το εργαλείο OiRA (Online Interactive Risk Assessment tool). Το εργαλείο αυτό δημιουργήθηκε από το Εργαστήριο Νοσητικής Εργονομίας και Βιομηχανικής Ασφάλειας της Σχολής Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης. Στόχος του εργαλείου αυτού είναι η ανάπτυξη ενός σχεδίου δράσης με την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων πρόληψης και προστασίας μέσω της αναγνώρισης αλλά και της αξιολόγησης των επαγγελματικών κινδύνων [62].

4. Μέτρηση και αξιολόγηση βλαπτικών παραγόντων στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων

4.1. Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (Ε.Μ.Α.Κ.) του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.) Χανίων

4.1.1. Περιγραφή εγκατάστασης

Το Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης & Κομποστοποίησης (Ε.Μ.Α.Κ.) του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (Χ.Υ.Τ.Υ.) Χανίων βρίσκεται στην περιοχή του Ακρωτηρίου σε απόσταση περίπου 17 km από την πόλη των Χανίων. Η διαχείριση της μονάδας αποτελεί διαδημοτική συνεργασία της τοπικής αυτοδιοίκησης (Διαδημοτική Επιχείρηση Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων, ΔΕΔΙΣΑ Α.Ε. ΟΤΑ). Στο Σχήμα 4.1 δίνεται η κάτοψη της εγκατάστασης με την γενική διάταξη του εργοστασίου, όπου φαίνεται ο χώρος με αρίθμηση 3 που αποτελεί το κτίριο της μηχανικής διαλογής και ανακύκλωσης του εργοστασίου. Η συνολική εγκατάσταση καταλαμβάνει περίπου 235 στρέμματα και εξυπηρετεί τους 155 χιλιάδες μόνιμους κατοίκους του Νομού Χανίων [63].



Σχήμα 4.1: Γενική διάταξη εγκατάστασης [63].

Η Δ.Ε.ΔΙ.Σ.Α. απασχολεί περίπου 260 εργαζόμενους (το 10% είναι επιστημονικό προσωπικό) που απασχολούνται στα παρακάτω:

- Μηχανική Διαλογή & Χειρωνακτική διαλογή Αποβλήτων.

- Κομποστοποίηση Οργανικού Κλάσματος Αστικών Στερεών Αποβλήτων (ΑΣΑ).
- Συλλογή & Μεταφορά ΑΣΑ.
- Διαχείριση Ογκωδών Απορριμμάτων.
- Πρόγραμμα Διαλογής στη Πηγή Συσκευασιών (πλην γυάλινων) και Έντυπου Χαρτιού σε όλους τους Δήμους της Π.Ε. Χανίων, Συσκευασιών Γυαλιού και τροφικών αποβλήτων από μεγάλους παραγωγούς
- Λειτουργία του ΧΥΤ Χανίων.

Η εγκατάσταση ΕΜΑΚ και ΧΥΤΥ το 2016 επεξεργάστηκε περίπου 75000 τόνους Σύμμεικτα Απόβλητα, 13500 τόνους Προδιαλεγμένα Ανακυκλώσιμα Υλικά, 300 τόνους Γυαλιού, 3000 τόνους Ογκωδών Αποβλήτων και 2500 τόνους Προδιαλεγμένο Οργανικό υλικό από Διαλογή στην Πηγή (κλαδιά). Η ανάκτηση των υλικών (ΡΕ-Φίλμ, χαρτί, πλαστικά, μέταλλα και γυαλί) είναι περίπου 35% από το σύνολο των αποβλήτων που εισέρχονται στην εγκατάσταση [63].

4.1.2. Περιγραφή λειτουργίας του Ε.Μ.Α.Κ. Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων

Αρχικά τα απορριμματοφόρα εισέρχονται στον χώρο της μονάδας από την κεντρική πύλη εισόδου και κατευθύνονται στα ζυγιστήρια στο φυλάκιο εισόδου όπου γίνεται η καταγραφή του βάρους των αστικών στερεών απορριμμάτων. Τα ανακυκλώσιμα και τα σύμμεικτα απορρίμματα αποθηκεύονται ξεχωριστά στο κτίριο υποδοχής των απορριμμάτων και από εκεί τροφοδοτούνται με ειδικό μηχανικό σύστημα αρπαγής σε δύο διατάξεις διάνοιξης σάκων (σχίστες). Στο τμήμα αυτό έχει προβλεφθεί η απομάκρυνση των ογκωδών αντικειμένων μέσω γερανογέφυρας και συστήματος αρπαγής προς container προσωρινής αποθήκευσης.

Έπειτα τα απορρίμματα με την χρήση ταινιόδρομων εξέρχονται από το κτίριο υποδοχής και μεταφέρονται στο κτίριο μηχανικής διαλογής. Σε πρώτο στάδιο περνάνε από τη μονάδα χειρωνακτικής διαλογής ανεπιθύμητων υλικών όπου απομακρύνονται τα ανεπιθύμητα υλικά (μπαταρίες, πέτρες κ.α.) και μετά γίνεται ο διαχωρισμός των απορριμμάτων με πρωτοβάθμια κοσκίνιση με διάμετρο οπών έως 250mm και δευτεροβάθμια με διάμετρο οπών έως 80mm. Τα απορρίμματα στην συνέχεια περνάνε από μαγνήτες σιδηρών αντικειμένων για την ανάκτηση των αλουμινούχων και σιδηρούχων υλικών αλλά και από βαλλιστικούς διαχωριστές όπου τα πλαστικά διαχωρίζονται ανάλογα με το σχήμα τους. Στην συνέχεια για την ανάκτηση χαρτιού αλλά και του πλαστικού περνάνε από εννέα οπτικούς διαχωριστές και μετά εισέρχονται με την χρήση ταινιόδρομων στην κεντρική χειρωνακτική διαλογή, όπου γίνεται και ο τελικός διαχωρισμός των απορριμμάτων. Τα υλικά που προκύπτουν από τους οπτικούς διαχωριστές και την κύρια χειρωνακτική διαλογή οδηγούνται σε πρέσες για την δεματοποίηση τους.

Τα απορρίμματα που προέκυψαν από την δευτεροβάθμια κοσκίνηση μαζί με το υπόλοιπο οργανικό υλικό (κλαδιά) μεταφέρονται στο κτίριο της κομποστοποίησης για την παραγωγή κομπόστ (compost). Το υπολειμματικό κλάσμα το οποίο δεν μπορεί να ανακτηθεί οδηγείτε στο χώρο υγειονομικής ταφής της εγκατάστασης.

4.1.3. Περιγραφή κωδικοποιημένης θέσης και αντίστοιχης δραστηριότητας

Σε αυτήν την υπό ενότητα πραγματοποιείται καταγραφή των θέσεων ελέγχου εργασιακής όχλησης και μία σύντομη περιγραφή της αντίστοιχης εργασίας που λαμβάνει χώρα. Τα στοιχεία αυτά παρατίθενται στον Πίνακα 4.1 που ακολουθεί.

Πίνακας 4.1: Επεξήγηση κωδικών σημείων ελέγχου εργασιακής όχλησης.

A/A	Κωδικός	Περιγραφή Χώρου Εργασίας
1	OF01	Διοικητήριο
2	RD01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων εμπρός από το Διοικητήριο
3	HU01	Μονάδα Χειρωνακτικής διαλογής Ανεπιθύμητων Υλικών
4	RC03	Σχίστες σάκων απορριμμάτων
5	KEL3	Κέντρο Ελέγχου κατά την είσοδο των απορριμμάτων
6	MA01	Μηχανική Διαλογή
7	MA02	Μονάδα Ανακύκλωσης Πλαστικών «BRT»
8	MA04	Οπτικοί διαχωριστές απορριμμάτων
9	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής Ευμεγεθών Απορριμμάτων
10	KEL1	Κέντρο Ελέγχου Μονάδας Ανακύκλωσης Πλαστικών
11	HS01	Κύρια Μονάδα Χειρωνακτικής διαλογής
12	MB05	Μηχανική Διαλογή
13	KEL2	Κέντρο Ελέγχου Κύριας Χειρωνακτικής διαλογής
14	RF01	Ραφιναρία Υλικού και Κοσκίνισμα
15	GT01	Διαχωρισμός Οργανικών Απορριμμάτων από Πλαστικά Υλικά
16	FSE01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
17	BT01	Βιολογική Επεξεργασία
18	TR01	Προσωρινή Απόθεση
19	FN01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
20	FNW01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
21	FW01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
22	FSW01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
23	FS01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων στο Περιμετρικό Οδικό Δίκτυο
24	RD01	Δρόμος Διέλευσης Οχημάτων εμπρός από το Διοικητήριο

Στο Σχήμα 4.2 αναφέρονται με κωδικές ονομασίες όλα τα σημεία ελέγχου εργασιακής όχλησης εξ' αιτίας των προαναφερόμενων φυσικών παραγόντων που εξετάζονται από την ΕΣ.Υ.Π.Π.. Η κωδικοποίηση των σημείων είναι απαραίτητη όσον αφορά την ανάλυση του κινδύνου και πιο συγκεκριμένα στην επαναληψιμότητα των μετρήσεων.

Η επαναληψιμότητα των μετρήσεων συνεισφέρει θετικά στην ελαχιστοποίηση του πειραματικού σφάλματος. Άμεσο επακόλουθο αυτού είναι η προσομοίωση στις πραγματικές συνθήκες και η διασφάλιση αξιοπιστών μετρήσεων.



Σχήμα 4.2: Κάτοψη Ε.Μ.Α.Κ. Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων με αποτύπωση των σημείων ελέγχου.

Για τη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων και όσον αφορά τη διαχείριση κινδύνου συνίστανται η λήψη των παρακάτω μέτρων προστασίας ανά χώρο εργασίας.

1. **Είσοδος στο Χ.Υ.Τ.Α.** Υποχρεωτική Ενδυμασία ολόσωμης φόρμας και χρήσης των προβλεπόμενων Μ.Α.Π από τη στιγμή εισόδου στη βιομηχανική μονάδα. Έλεγχος της απαιτούμενης σήμανσης κυκλοφορίας εντός του οδικού δικτύου της περιμετρικής. Έλεγχος σωστής λειτουργίας της πλάστιγγας για τη ζύγιση του απορριμματοφόρου.
2. **Απόθεση απορριμμάτων στον προβλεπόμενο χώρο.** Αναμονή των μηχανοκίνητων μέσων για τη φόρτωση των απορριμμάτων προκειμένου να μεταφερθούν στο εργοστάσιο μηχανικής διαλογής.
3. **Είσοδος στο εργοστάσιο μηχανικής διαλογής.** Διατήρηση απόστασης ασφαλείας από τους σχίστες σάκων. Ιδιαίτερη προσοχή στα αυτοκινούμενα μέρη. Διατήρηση απόστασης ασφαλείας από τους μαγνητικούς διαχωριστές και πρέσες των υλικών. Λειτουργία κυρίως μέσω της όρασης και δευτερευόντως μέσω της ακοής. Έλεγχος για τα συστήματα αυτόματης ασφάλειας. Κατά τη διαλογή υλικών θα πρέπει να διατηρείται σταθερά χαμηλή ροή του ταινιόδρομου. Συνίσταται η παρουσία επόπτη στο ρόλο του συντονιστή της διαδικασίας διαλογής ανακυκλώσιμων υλικών.
4. **Μονάδα Βιολογικής Επεξεργασίας.** Διατήρηση απόστασης από τα προς βιολογική απόθεση απορρίμματα καθώς είναι πλούσια σε βιολογικούς παράγοντες και επιβλαβείς πτητικές χημικές ενώσεις. Χρήση μάσκας φίλτρου για την αποφυγή εισπνοής βλαπτικών πτητικών ενώσεων.

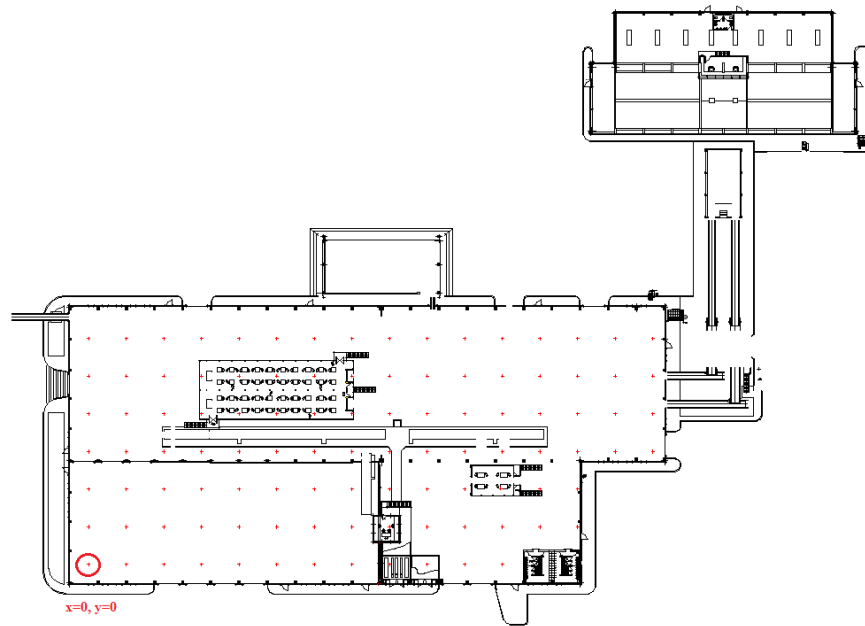
5. **Χώρος υγειονομικής ταφής.** Διατήρηση απόστασης ασφαλείας από όλα τα μηχανοκίνητα μέσα. Χαμηλή ταχύτητα διέλευσης οχημάτων <30km/h. Κατά τη διαδικασία εκφόρτωσης το όχημα θα πρέπει να εδράζεται σε υγιές έδαφος. Μετά την απόθεση του υπολείμματος ο ισοπεδωτής οφείλει να συμπυκνώσει το απορριμματικό φορτίο ώστε να μειωθεί ο βαθμός υδατοπερατότητας. Ακολουθώντας, πρέπει να γίνει χωματοκάλυψη για την αποφυγή ανάφλεξης ιδίως τους θερινούς μήνες.
6. Όλο το εργατικό δυναμικό υποχρεούται να παρακολουθείται από τον ιατρό εργασίας για τη διατήρηση των πιστοποιητικών καταλληλότητας και τη διασφάλιση των συνθηκών υγιεινής.
7. Στην εγκατάσταση, τα αποδυτήρια πρέπει να είναι σε καλή κατάσταση και να χρησιμοποιούνται από τους εργαζόμενους, ώστε το απορριμματικό φορτίο να περιορίζεται αυστηρά στον επαγγελματικό χώρο.
8. Ο διαρκής έλεγχος των βιολογικών παραγόντων κρίνεται επιτακτικός, καθώς και η οποιαδήποτε παροχή υπηρεσιών εμβολιασμού για προστασία από βλαπτικούς παράγοντες κατά την εργασία.

4.2. Περιγραφή μεθοδολογίας μετρήσεων φυσικών παραγόντων

Στα ανωτέρω κωδικοποιημένα σημεία ελέγχου (Σχήμα 4.2) πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις έντασης θορύβου, οσμής και μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων από την ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας τον Σεπτέμβριο του 2019.

Οι μετρήσεις «On site» που ελήφθησαν για τις ανάγκες της παρούσας διατριβής εργασίας έγιναν στο κτίριο της μηχανικής διαλογής και ανά 8 μέτρα κατά μήκος οριζοντίου και κάθετου άξονα τον Δεκέμβριο του 2019. Οι θέσεις σημείων ελέγχου παρίστανται με τη βοήθεια συντεταγμένων x, y και απεικονίζονται στο Σχήμα 4.3. Με τον τρόπο αυτό, γίνεται ανάλυση των κινδύνων με μεγαλύτερη ακρίβεια και δύναται η δυνατότητα της χωρικής απεικόνισης της επικινδυνότητας αλλά και της δημιουργίας ζωνών επικινδυνότητας. Στο σημείο αυτό, πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω των διαφορετικών θέσεων των μετρήσεων της ΕΣ.Υ.Π.Π. και των μετρούμενων «On site» δεν μπορεί να γίνει άμεση σύγκριση των δεδομένων πάρα μόνο για τις θέσεις που τα σημεία των μετρήσεων ταυτίζονται.

Οι διαδικασίες μετρήσεων ακολούθησαν πλήρως τις ακριβείς οδηγίες λειτουργίας και βαθμονόμησης των οργάνων μέτρησης όπως ορίζονταν στα σχετικά εγχειρίδια χρήσης.



Σχήμα 4.3: Αποτύπωση θέσεων σημείων ελέγχου.

4.2.1. Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης ηχητικής όχλησης

Οι μετρήσεις ελέγχου ηχητικής όχλησης διεξήχθησαν με τη χρήση ολοκληρωτικού ηχόμετρου τύπου **SVAN 971** (Σχήμα 4.4). Το ηχόμετρο διαθέτει καταγραφικό και λογισμικό επεξεργασίας των μετρήσεων. Τα μεγέθη που μετρήθηκαν είναι :

1. Η σταθμισμένη ισοδύναμη στάθμη θορύβου L_{eq} (dBA) που αποτελεί τον ισοδύναμο θόρυβο που δέχεται ο εργαζόμενος στο δωρο του και υπολογίζεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση.

$$L_{eqT} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \left(\frac{P(t)}{P_o} \right)^2 dt \right]$$

Όπου

T= Το χρονικό διάστημα $t_2 - t_1$

$P(t)$ = Η τιμή (rms) της ηχοπίεσης (Pa) που εκτίθεται ο εργαζόμενος την χρονική στιγμή t

P_o = Η ηχοπίεση αναφοράς 20μPa (κατώφλι ακουστικότητας)

Η ισοδύναμη στάθμη θορύβου L_{eq} (Equivalent Continuous sound Level) εκφράζει την σταθερή εκείνη στάθμη θορύβου, η οποία σε ορισμένη χρονική περίοδο, έχει το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με αυτό του πραγματικού θορύβου, σταθερού ή μεταβαλλόμενου.

2. Κορυφοτιμή L_{peak} (dBC) ηχητικής πίεσης. Αποτελεί την μέγιστη στιγμιαία τιμή θορύβου (κορυφοτιμή) που μετρήθηκε κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας και η οποία χρησιμοποιείται για τη μέτρηση θορύβου που παρουσιάζει έντονες μεταβολές όπως η περίπτωση του εκρηκτικού θορύβου.



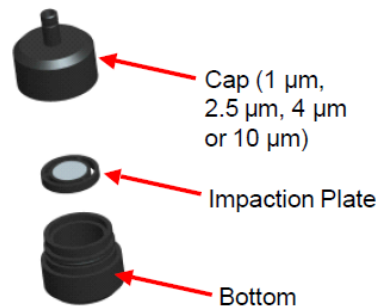
Σχήμα 4.4: Ηχόμετρο SVAN 971, διακόπτες χειρισμού και καταγραφικές ενδείξεις οργάνου [64].

Ιδιαίτερη σημασία στην μέτρηση των βλαπτικών παραγόντων αποτελεί και η επιλογή του χρόνου δειγματοληψίας, ώστε να αποτελούν τιμές αντιπροσωπευτικές του δώρου. Για τον λόγο αυτό, έγινε έλεγχος ως προς την σταθερότητα των τιμών της ισοδύναμης συνεχούς στάθμης θορύβου L_{eq} για τρεις (3) διαφορετικούς χρόνους δειγματοληψίας (ενός, τριών και πέντε λεπτών). Όμοια τακτική ακολουθήθηκε για την μέτρηση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων. Η σταθερότητα μεταξύ των μετρήσεων παρουσιάστηκε στα τρία λεπτά και επομένως ορίστηκε ως χρόνος δειγματοληψίας των μετρήσεων.

4.2.2. Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων

Οι μετρήσεις ελέγχου σκόνης και συγκεκριμένα στερεών σωματιδίων «On site» πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του μηχανήματος «DUST TRAK 8520», ενώ οι μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας έγιναν με την χρήση του μηχανήματος «DustTrak Model 8530/8530EP/8532». Τα εν λόγω μηχανήματα έχουν την ικανότητα να καταγράφουν συγκεντρώσεις αιωρούμενων σωματιδίων PM1, PM2.5, PM4, και PM10 διαμέτρων 1μm, 2.5μm, 4μm και 10μm αντίστοιχα.

Για την καταγραφή των σωματιδίων σκόνης γίνεται η απαραίτητη τοποθέτηση του αντίστοιχου φίλτρου (1μm, 2.5μm, 4μm, 10μm) στη συσκευή, όπως απεικονίζεται στην Σχήμα 4.5.



Σχήμα 4.5: Φίλτρο ανίχνευσης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων [65].

Για τις μετρήσεις σκόνης στο Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων από την ΕΣ.Υ.Π.Π. χρησιμοποιήθηκαν οι φορητές συσκευές που παρίσταται στο Σχήμα 4.6 και ελήφθησαν τιμές για τη συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10. Επίσης, επιλέχθηκαν πέντε θέσεις σημειακών μετρήσεων όπου ήταν κοντά σε θέσεις εργασίας με τους περισσότερους εργαζόμενους, ώστε να εξεταστούν και οι συγκεντρώσεις PM2.5 και PM1. Πιο συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν τρεις (3) θέσεις στον χώρο της χειρωνακτικής διαλογής διαλογής και δύο (2) στον χώρο χειρωνακτικής διαλογής και απομάκρυνσης ανεπιθύμητων υλικών. Οι «On site» μετρήσεις έγιναν για διάφορες χρονικές στιγμές εντός του μήνα Δεκεμβρίου 2019.



Σχήμα 4.6: Φορητή συσκευή DustTrak 8532 (αριστερά) και DUST TRAK 8520 (δεξιά) [65,66].

Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία διότι ο μήνας Δεκέμβριος από πλευράς παραγωγικής ικανότητας του εργοστασίου θεωρείται μήνας αιχμής. Προκειμένου η δειγματοληψία να είναι έγκυρη ελήφθησαν επιπλέον τιμές μέτρησης για κάθε ένα σημείο ελέγχου, «On site».

Τα μεγέθη που καταγράφηκαν είναι τα ακόλουθα:

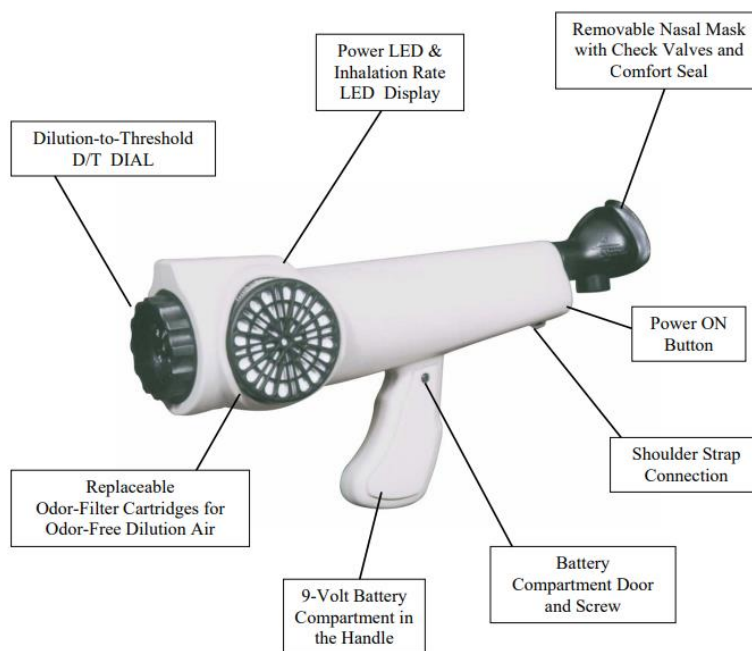
1. Η μέση τιμή ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Θεωρήθηκε ότι εκφράζει την μέση τιμή του δαφνίου.

2. Η ελάχιστη τιμή ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) η οποία μετρήθηκε κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας.
3. Η μέγιστη τιμή ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) η οποία μετρήθηκε κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας.

4.2.3. Περιγραφή μεθοδολογίας μέτρησης οσμής

Για τη μέτρηση της έντασης οσμής στο Εργοστάσιο Μηχανικής Ανακύκλωσης Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων η ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας χρησιμοποιεί τη συσκευή «Nasal Ranger» (Σχήμα 4.7). Πρόκειται για μία φορητή συσκευή μέτρησης και ανίχνευσης της οσμής που καθορίζει τα επίπεδα οσμής σε αντικειμενικές μονάδες ανάλογα με τον αριθμό αραιώσεων (Dilution to Threshold (D/T)). Ο αριθμός αραιώσεων αποτελεί διεθνώς χρησιμοποιούμενη μονάδα μέτρησης της οσμής. Η συσκευή αυτή διαθέτει μία υποδοχή αέρα, στην οποία τοποθετούνται τα φίλτρα ενεργού άνθρακα.

Τα φίλτρα αυτά έχουν τη μορφή κυκλικών δισκίων και είναι επαναχρησιμοποιήσιμα. Η συσκευή «Nasal Ranger» διαθέτει επίσης αντιδιαμετρικά της υποδοχής αέρα, ένα ακροφύσιο κατάλληλα διαμορφωμένο ώστε να προσαρμόζεται και να ασφαλίζει στη μύτη του ελεγκτή.



Σχήμα 4.7: Συσκευή «Nasal Ranger» [67].

Το λογισμικό του μηχανήματος είναι προγραμματισμένο σύμφωνα με το μαθηματικό μοντέλο [67]:

$$D/T = \text{Volume of Carbon Filtered Air} / \text{Volume of Odorous Air}.$$

Πιο συγκεκριμένα υπολογίζεται ο λόγος του όγκου των φίλτρων ενεργού άνθρακα που απαιτείται έως ότου να εξουδετερωθεί ή όποια δυσάρεστη οσμή προς τον όγκο του εισερχόμενου αέρα. Ο λόγος D/T αποδίδει την αναλογία αραιώσης και κατά συνέπεια τη ένταση οσμής.

Η ένταση οσμής έχει τρεις διαβαθμίσεις. Στην πρώτη, καθώς το μηχάνημα έχει τεθεί σε λειτουργία ο διακόπτης επιλογής D/T στρέφεται δεξιά στην επιλογή 60-D/T και κατόπιν αυτού ο ελεγκτής εισπνέει 2 φορές. Εάν δεν αντιληφθεί κάποια δυσάρεστη οσμή, τότε η ένταση οσμής είναι <60.

Όμοια, ο διακόπτης επιλογής D/T στρέφεται δεξιά στην επιλογή 30-D/T και κατόπιν αυτού ο ελεγκτής εισπνέει 2 φορές. Εάν δεν αντιληφθεί κάποια δυσάρεστη οσμή, τότε η ένταση οσμής είναι <30.

Εν συνεχεία εφόσον δεν έχει γίνει αντιληπτή κάποια δυσάρεστη οσμή, ο διακόπτης επιλογής D/T στρέφεται δεξιά και διαδοχικά στις επιλογές 15,7,4 και 2-D/T και κατόπιν αυτού ο ελεγκτής εισπνέει 2 φορές ανά επιλογή D/T.

Στις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας πραγματοποιήθηκε η εν λόγω δοκιμή και ελήφθησαν οι τιμές όχλησης για κάθε ένα σημείο ελέγχου ανά δύο-τρεις μήνες μεταξύ του χρονικού διαστήματος Μαρτίου 2019 – Σεπτεμβρίου 2019.

4.3. Παρουσίαση μετρήσεων

4.3.1. Παρουσίαση μετρήσεων ηχητικής όχλησης από ΕΣ.Υ.Π.Π. & «On site»

Στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μετρήσεις ηχητικής όχλησης που ελήφθησαν ανά περιοχή/τομέα εργασίας στο εργοστάσιο ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων από την ΕΣ.Υ.Π.Π.. Η διάρκεια της ηχομέτρησης ήταν τρία λεπτά, ενώ μέσω της δυνατότητας καταγραφής L_{eq} του οργάνου, οι καταγεγραμμένες τιμές αφορούν την ηχητική ένταση στο οκτάωρο για όλα τα σημεία ελέγχου.

Πίνακας 4.2: Μετρήσεις ηχητικής όχλησης από ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Κωδική Ονομασία	Τομέας Εργασίας	L_{peak} (dBC)	L_{eq} (dBA)
1	GT01	Πύλη Εισόδου	94.70	56.30
2	FSE01	Νότια-Ανατολική Αντιπυρική Ζώνη	95.70	43.90
3	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	108.80	70.00
4	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	100.60	63.50
5	FN01	Βόρεια Αντιπυρική Ζώνη	96.30	58.90
6	FW01	Δυτική Αντιπυρική Ζώνη	88.30	54.80
7	FS01	Νότια Αντιπυρική Ζώνη	97.80	55.60
8	MA01	Μηχανική Διαλογή	108.10	85.40
9	MA02	Μηχανική Διαλογή Πλαστικών	114.20	85.30
10	MA04	Οπτικοί Διαχωριστές	115.20	94.60
11	HS01	Κύρια Εγκατάσταση Χειρωνακτικής διαλογής	116.10	82.30

12	MB01	Βιολογική Επεξεργασία	109.70	81.10
13	KEL1	Κέντρο Μονάδας Ελέγχου	96.20	67.80
14	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής Ευμεγεθών	108.70	79.00
15	BPO1	Διαλογή Ευμεγεθών	103.60	76.10
16	RC03	Σχιστές Εισερχόμενων Απορριμμάτων.	103.30	70.10

Στον Πίνακα 4.3 που δίνεται παρακάτω αναφέρονται οι αντίστοιχες τιμές L_{eq} και L_{peak} που ελήφθησαν «On site» στην εγκατάσταση μέσω του ηχόμετρου SVAN 971.

Πίνακας 4.3: Μετρήσεις ηχητικής όχλησης «On site».

A/A	Θέση	Συντεταγμένη y (m)	Συντεταγμένη x (m)	$L_{eq}(dBA)$	$L_{peak}(dBC)$
1	88	0	0	60.70	96.90
2	87	0	8	73.10	101.80
3	86	0	16	72.60	114.60
4	85	0	24	79.10	128.20
5	84	0	32	73.50	101.60
6	83	0	56	64.20	84.80
7	63	0	64	73.40	98.30
8	64	0	72	76.10	108.60
9	50	0	80	74.10	97.40
10	49	0	88	74.00	104.00
11	96	8	0	73.50	109.90
12	97	8	8	73.70	108.70
13	98	8	16	74.60	102.00
14	90	8	24	68.80	102.40
15	89	8	32	58.70	101.80
16	82	8	56	66.90	94.20
17	62	8	64	71.10	102.20
18	61	8	72	73.90	102.20
19	51	8	80	74.30	99.70
20	48	8	88	72.00	93.60
21	47	8	96	68.80	93.10

22	46	8	104	73.20	95.00
23	95	16	0	72.00	108.10
24	94	16	8	75.40	107.60
25	93	16	16	75.50	104.80
26	91	16	24	68.20	92.20
27	92	16	32	68.30	91.40
28	81	16	56	74.00	100.20
29	65	16	64	78.80	102.20
30	60	16	72	76.80	101.70
31	52	16	80	74.70	104.70
32	58	16	88	71.40	98.80
33	56	16	96	74.90	104.40
34	57	16	104	69.10	91.70
35	74	24	0	78.30	101.80
36	67	24	8	84.50	106.60
37	75	24	16	81.00	105.60
38	76	24	24	79.70	104.80
39	77	24	32	78.60	98.50
40	78	24	40	78.70	98.40
41	79	24	48	79.00	105.20
42	80	24	56	77.90	109.20
43	66	24	64	82.80	108.30
44	59	24	72	75.80	100.60
45	53	24	80	74.40	95.50
46	54	24	88	75.20	102.60
47	55	24	96	77.90	107.80
48	34	24	104	77.90	104.80
49	33	24	112	74.10	96.80
50	32	24	120	80.40	107.40
51	73	32	0	81.50	101.60
52	68	32	8	83.30	106.80
53	71	32	16	81.90	107.00

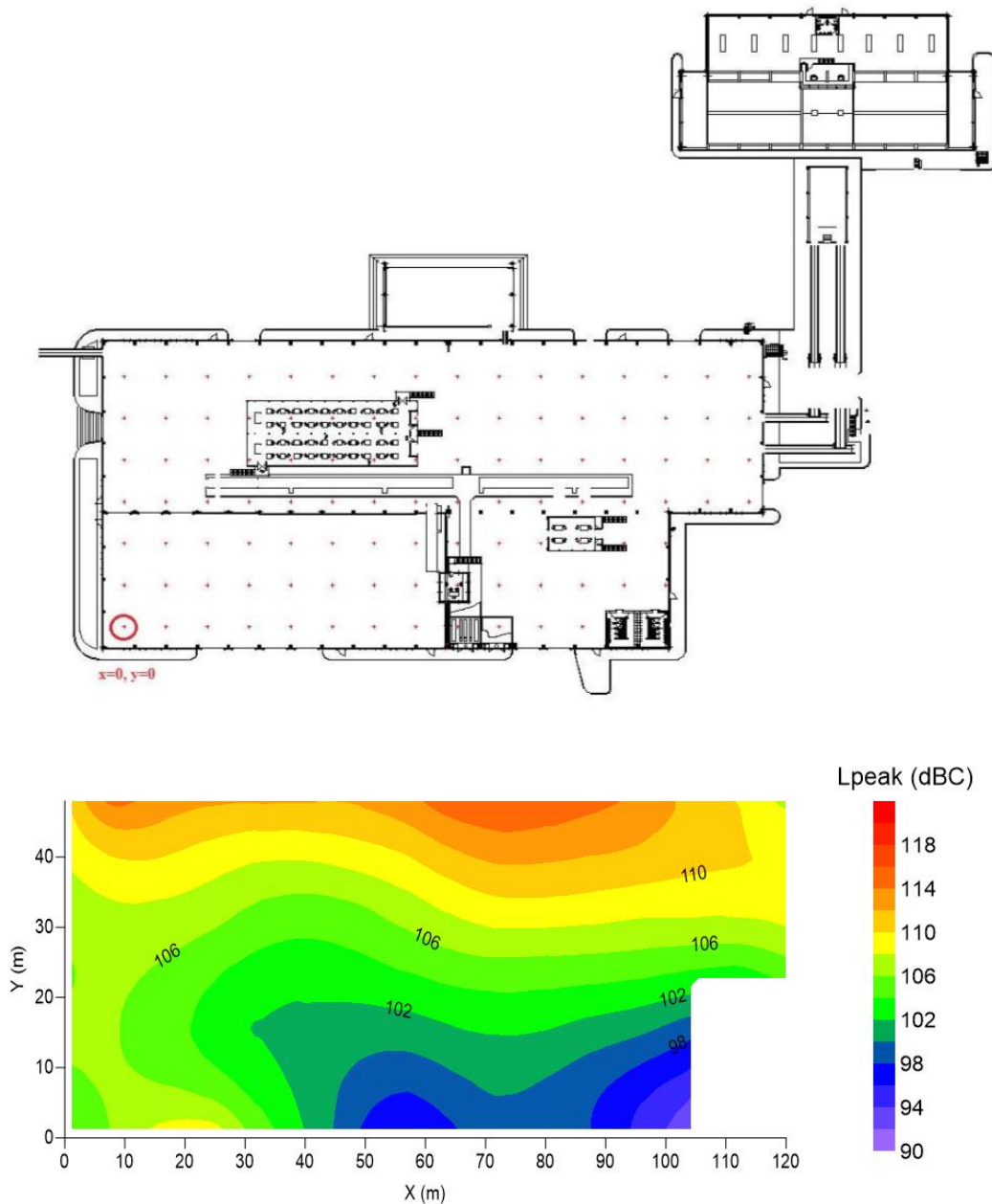
54	40	32	24	83.20	115.60
55	39	32	32	77.40	106.00
56	38	32	40	73.90	97.70
57	37	32	48	71.40	98.50
58	36	32	56	72.50	103.10
59	25	32	64	85.30	109.40
60	26	32	72	87.60	117.90
61	27	32	80	86.30	113.40
62	28	32	88	86.30	113.50
63	29	32	96	84.90	105.20
64	30	32	104	85.10	117.20
65	31	32	112	85.60	114.00
66	17	32	120	87.40	112.70
67	72	40	0	81.00	108.00
68	69	40	8	83.40	108.70
69	70	40	16	82.90	112.10
70	41	40	24	78.40	106.60
71	42	40	32	77.20	102.90
72	43	40	40	78.10	106.20
73	44	40	48	78.90	112.90
74	45	40	56	77.90	104.10
75	24	40	64	85.80	112.50
76	23	40	72	87.30	116.30
77	22	40	80	85.90	111.20
78	21	40	88	86.40	110.60
79	20	40	96	86.50	115.40
80	19	40	104	85.30	108.40
81	18	40	112	87.20	113.10
82	16	40	120	85.20	112.00
83	12	48	0	75.90	101.10
84	11	48	8	82.00	130.70
85	10	48	16	83.20	110.60

86	9	48	24	84.30	110.40
87	8	48	32	86.90	112.70
88	7	48	40	88.40	113.90
89	6	48	48	87.10	109.40
90	5	48	56	87.00	110.70
91	4	48	64	86.00	119.30
92	3	48	72	86.70	119.30
93	2	48	80	87.60	114.20
94	1	48	88	86.90	114.50
95	15	48	96	87.70	113.10
96	14	48	104	83.50	108.30
97	13	48	112	84.30	110.40
98	35	48	120	78.40	101.90
99	MA04			90.20	115.50
100	HS01			76.00	100.80
101	HB01			76.80	113.70
102	WCM1			74.60	103.80

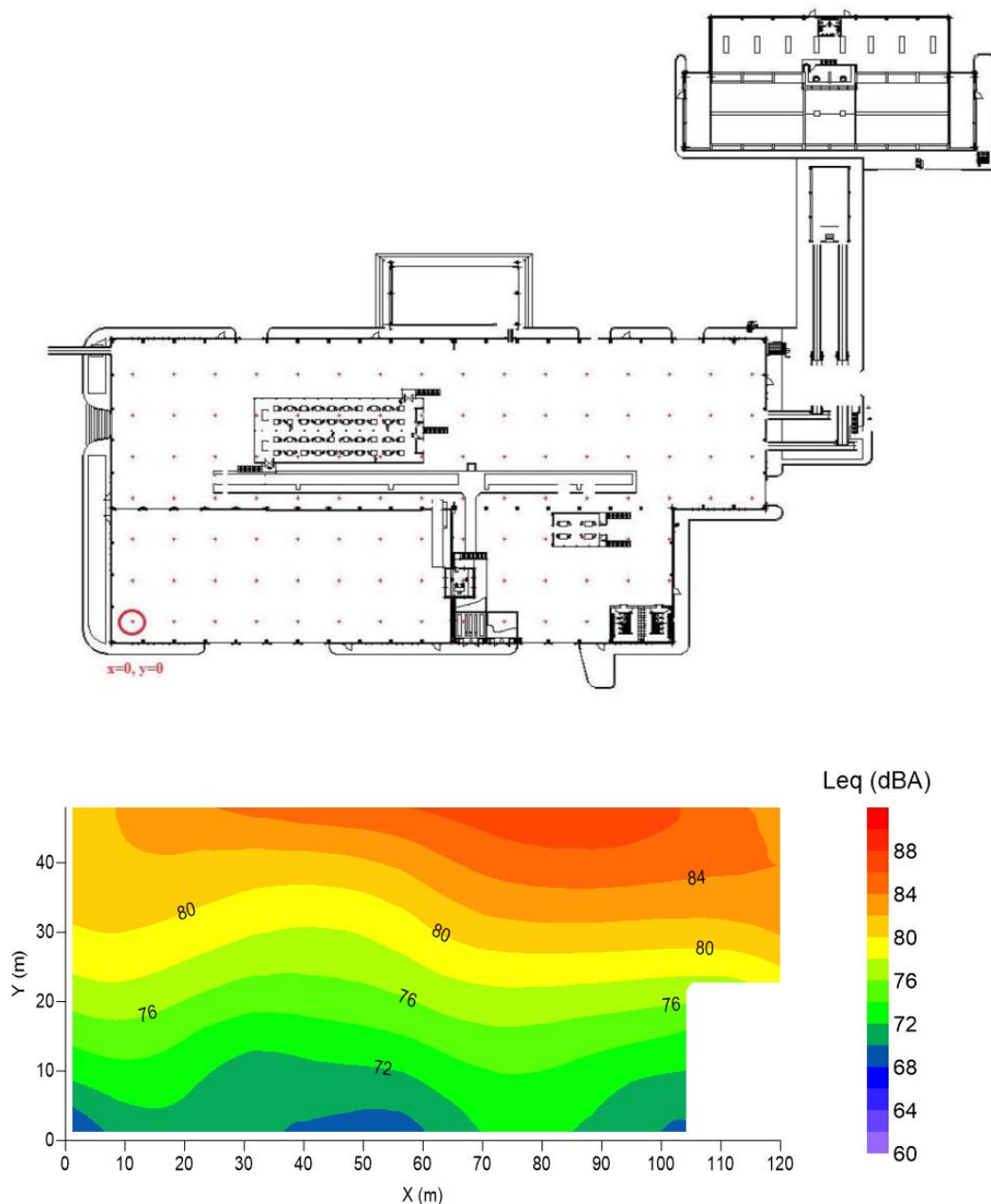
Για την γενική εκτίμηση της χωρικής κατανομής των τιμών L_{eq} και L_{peak} που ελήφθησαν από τις «On site» μετρήσεις στο κτίριο της μηχανικής διαλογής, δημιουργήθηκαν οι χάρτες που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.8 και Σχήμα 4.9 με την χρήση του προγράμματος Surfer 8.0. Για την χωρική παρεμβολή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των τοπικών πολυωνύμων.

Στο κτίριο της μηχανικής διαλογής, αφού πρώτα έχουν απομακρυνθεί τα ογκώδη υλικά, τα απορρίμματα εισέρχονται με την χρήση ταινιόδρομων, στην χειρωνακτική διαλογής ανεπιθύμητων υλικών η οποία βρίσκεται στο εσωτερικό πλαίσιο κάτω δεξιά του κτιρίου. Έπειτα, τα απορρίμματα διαχωρίζονται με την εφαρμογή πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας κοσκίνισης, μαγνητών σιδήρου, βαλλιστικών διαχωριστών και οπτικών διαχωριστών στην πάνω δεξιά μεριά του κτιρίου. Μετά, τα απορρίμματα εισέρχονται στο τμήμα όπου είναι η κύρια χειρωνακτική διαλογή απορριμμάτων που βρίσκεται κεντρικά του κτιρίου και αριστερά των μηχανημάτων διαχωρισμού. Η μονάδα συμπίεσης σιδηρούχων μετάλλων και αλουμινίου και η μονάδα δεματοποίησης και αποθήκευσης ανακτημένων υλικών, βρίσκονται στην αριστερή μεριά του κτιρίου, μετά την κύρια χειρωνακτική διαλογή. Ο χώρος υποδοχής και τροφοδοσίας υλικών διαλογής στην πηγή, βρίσκεται στο κεντρικό και κάτω μέρος του κτιρίου.

Στο κτίριο της μηχανικής διαλογής, όπου ελήφθησαν οι μετρήσεις «On site», απασχολούνται οι περισσότεροι εργάτες που σχετίζονται με τις εργασίες μηχανικής διαλογής απορριμμάτων της εγκατάστασης και ειδικότερα πρόκειται για εργάτες που είναι χειριστές μηχανημάτων, εργάτες χειρωνακτικής διαλογής, χειριστές κλαρκ και οδηγοί.



Σχήμα 4.8: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC).



Σχήμα 4.9: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} (dBA).

Παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις μετρήσεων, οι τιμές της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} (dBA) αλλά και της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC), διαφοροποιούνται ανάλογα με τη θέση μέτρησης. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι για κάθε θέση εργασίας θα πρέπει να εξεταστεί η επικινδυνότητα που προκύπτει. Επιπλέον, από το Σχήμα 4.9 και τον Πίνακα 4.3 παρατηρούμε ότι σε μερικές θέσεις, οι τιμές της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} (dBA) ξεπερνούν την οριακή τιμή των 87 dBA που αποτελεί την οριακή τιμή του δώρου.

Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το Σχήμα 4.8 και το Σχήμα 4.9 παρατηρούμε ότι οι υψηλότερες τιμές ηχητικής όχλησης εμφανίζονται στην πάνω δεξιά μεριά της

εγκατάστασης δηλαδή στους χώρους που γειτνιάζουν άμεσα με τον χώρο όπου είναι εγκατεστημένοι οι οπτικοί, βαλλιστικοί διαχωριστές που είναι εξοπλισμός ιδιαίτερα θορυβώδης. Η στάθμη του θορύβου μειώνεται σταδιακά και σε απόσταση ~20m από τον χώρο των διαχωριστών πέφτει κάτω των 80 dBA που αποτελεί το κατώτερο όριο ανάληψης δράσης. Η κορυφοτιμή L_{peak} εμφανίζει σε όλο τον χώρο της εγκατάστασης τιμές κάτω από το κατώτατο όριο ανάληψης δράσης των 135 dBC, με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται στην άνω δεξιά μεριά της εγκατάστασης με τον πιο θορυβώδη εξοπλισμό. Στον χώρο όπου βρίσκεται η χειρωνακτική διαλογή των απορριμμάτων, η στάθμη θορύβου βρίσκεται μεταξύ της κατώτατης (80 dBA) και ανώτατης (85 dBA) τιμής έκθεσης για ανάληψη δράσης του 8ώρου. Ενώ στην κάτω μεριά της εγκατάστασης όπου βρίσκεται ο χώρος υποδοχής και τροφοδοσίας υλικών διαλογής στην πηγή και η μονάδα αποθήκευσης ανακτημένων υλικών, η στάθμη θορύβου είναι μεταξύ 65 και 76 dBA.

4.2.2. Παρουσίαση μετρήσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 από ΕΣ.Υ.Π.Π. & «On site»

Στον Πίνακα 4.4 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μετρήσεις όχλησης από αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 που ελήφθησαν από την ΕΣ.Υ.Π.Π της μονάδας ανά περιοχή/τομέα εργασίας στο εργοστάσιο ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων με την χρήση του DustTrak 8532. Αξίζει να σημειωθεί ότι στον επόμενο πίνακα παρίστανται οι μέσες τιμές σκόνης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων που μετρήθηκαν καθώς και οι μέγιστες και οι ελάχιστες τιμές.

Πίνακας 4.4: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 από ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Κωδική Ονομασία	Περιγραφή Εργασίας	Τομέα	Μέση τιμή PM10 (μg/m ³)	Ελάχιστη Τιμή PM10 (μg/m ³)	Μέγιστη τιμή PM10 (μg/m ³)
1	GT01	Πύλη Εισόδου		299.00	42.00	2980.00
2	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη		38.00	32.00	66.00
3	BT01	Βιολογική Επεξεργασία		44.00	34.00	69.00
4	FN01	Αντιπυρική Ζώνη		29.00	22.00	48.00
5	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη		27.00	25.00	28.00
6	FW01	Αντιπυρική Ζώνη		37.00	26.00	73.00
7	FS01	Αντιπυρική Ζώνη		60.00	51.00	77.00
8	MA01	Αίθουσα Διαλογής	Μηχανικής	365.00	151.00	588.00
9	MA02	Αίθουσα Διαλογής Πλαστικών	Μηχανικής	195.00	130.00	418.00
10	MA04	Οπτικοί Διαχωριστές		488.00	330.00	676.00

11	HS01	Κύρια Χειρωνακτικής διαλογής	345.00	301.00	397.00
12	MB05	Μηχανική Διαλογή	226.00	86.00	644.00
13	KEL1	Κέντρο Ελέγχου	49.00	45.00	52.00
14	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής Ευμεγεθών	180.00	162.00	203.00
15	BP01	Βιολογική Επεξεργασία	154.00	34.00	933.00
16	KEL2	Κέντρο Ελέγχου	427.00	261.00	479.00
17	KEL2	Κέντρο Ελέγχου	351.00	309.00	397.00
18	RC03	Πρέσες Υλικών	27.00	23.00	38.00

Στον Πίνακα 4.5 που παρίσταται κατωτέρω αναφέρονται οι αντίστοιχες τιμές σκόνης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 που ελήφθησαν «On site» στην εγκατάσταση μέσω του DUST TRAK 8520. Αξίζει να σημειωθεί ότι στον επόμενο πίνακα παρίστανται οι μέσες τιμές σκόνης αιωρούμενων στερεών σωματιδίων που μετρήθηκαν καθώς και οι μέγιστες και οι ελάχιστες που προέκυψαν κατά την διαδικασία των μετρήσεων.

Πίνακας 4.5: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 «On site».

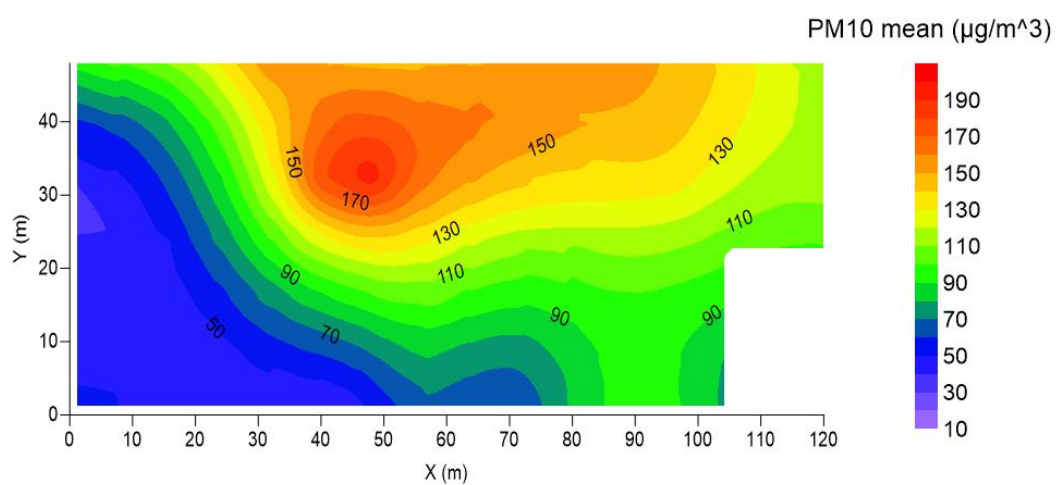
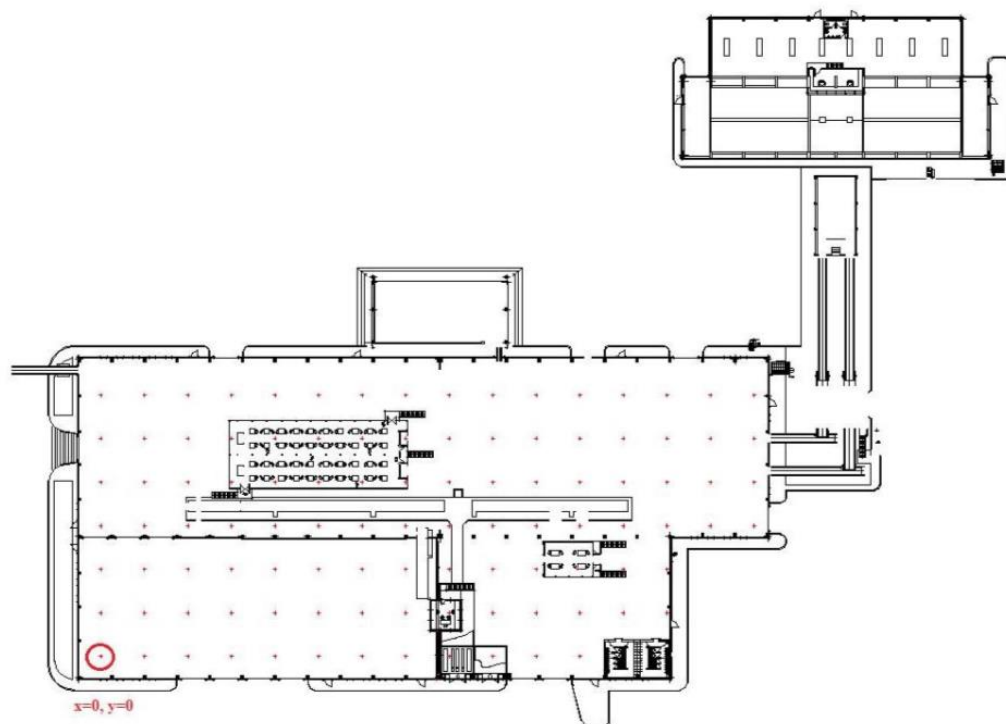
A/A	Θέση	Συντεταγμένη y (m)	Συντεταγμένη x (m)	Μέση τιμή PM10 (μg/m ³)	Ελάχιστη Τιμή PM10 (μg/m ³)	Μέγιστη τιμή PM10 (μg/m ³)
1	88	0	0	56.00	42.00	86.00
2	87	0	8	54.00	35.00	87.00
3	86	0	16	55.00	32.00	118.00
4	85	0	24	69.00	39.00	101.00
5	84	0	32	26.00	15.00	42.00
6	83	0	56	133.00	113.00	166.00
7	63	0	64	39.00	35.00	46.00
8	64	0	72	38.00	34.00	44.00
9	50	0	80	110.00	87.00	143.00
10	49	0	88	115.00	94.00	148.00
11	96	8	0	34.00	23.00	50.00
12	97	8	8	52.00	24.00	91.00

13	98	8	16	34.00	24.00	57.00
14	90	8	24	16.00	10.00	26.00
15	89	8	32	43.00	20.00	66.00
16	82	8	56	130.00	119.00	144.00
17	62	8	64	39.00	37.00	42.00
18	61	8	72	5.00	55.00	83.00
19	51	8	80	115.00	85.00	201.00
20	48	8	88	127.00	101.00	158.00
21	47	8	96	105.00	73.00	158.00
22	46	8	104	68.00	56.00	85.00
23	95	16	0	50.00	37.00	63.00
24	94	16	8	51.00	39.00	72.00
25	93	16	16	36.00	27.00	55.00
26	91	16	24	23.00	14.00	32.00
27	92	16	32	21.00	15.00	30.00
28	81	16	56	118.00	104.00	139.00
29	65	16	64	57.00	42.00	92.00
30	60	16	72	65.00	50.00	79.00
31	52	16	80	106.00	86.00	155.00
32	58	16	88	74.00	66.00	92.00
33	56	16	96	69.00	60.00	84.00
34	57	16	104	94.00	77.00	122.00
35	74	24	0	32.00	29.00	36.00
36	67	24	8	34.00	31.00	39.00
37	75	24	16	37.00	35.00	40.00
38	76	24	24	35.00	31.00	41.00
39	77	24	32	36.00	33.00	46.00
40	78	24	40	36.00	34.00	40.00
41	79	24	48	40.00	37.00	40.00
42	80	24	56	54.00	43.00	134.00
43	66	24	64	38.00	33.00	46.00
44	59	24	72	55.00	47.00	74.00

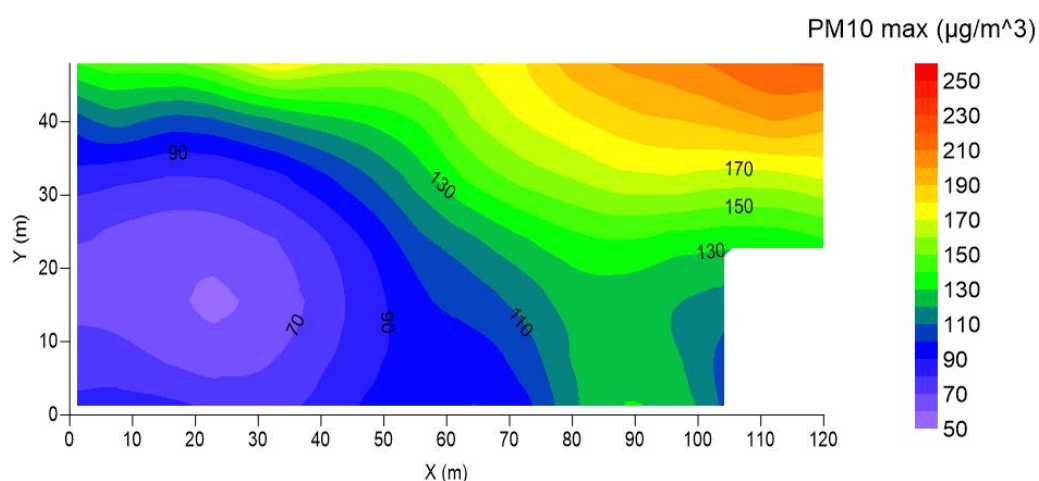
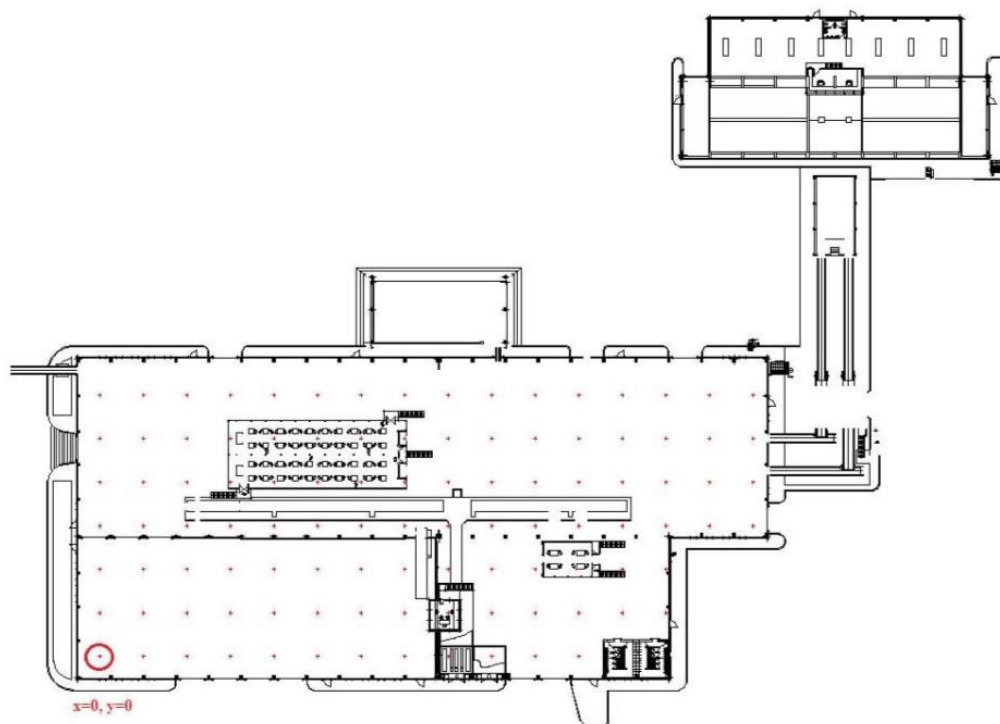
45	53	24	80	85.00	74.00	102.00
46	54	24	88	108.00	94.00	123.00
47	55	24	96	101.00	92.00	12.00
48	34	24	104	79.00	68.00	87.00
49	33	24	112	105.00	80.00	117.00
50	32	24	120	101.00	81.00	147.00
51	73	32	0	30.00	28.00	101.00
52	68	32	8	31.00	28.00	40.00
53	71	32	16	30.00	27.00	42.00
54	40	32	24	51.00	47.00	55.00
55	39	32	32	50.00	47.00	55.00
56	38	32	40	700.00	63.00	780.00
57	37	32	48	900.00	61.00	108.00
58	36	32	56	116.00	100.00	138.00
59	25	32	64	206.00	187.00	228.00
60	26	32	72	198.00	187.00	217.00
61	27	32	80	160.00	140.00	175.00
62	28	32	88	192.00	159.00	257.00
63	29	32	96	250.00	224.00	282.00
64	30	32	104	123.00	101.00	145.00
65	31	32	112	103.00	79.00	133.00
66	17	32	120	153.00	126.00	195.00
67	72	40	0	31.00	24.00	42.00
68	69	40	8	47.00	29.00	225.00
69	70	40	16	33.00	28.00	41.00
70	41	40	24	48.00	45.00	52.00
71	42	40	32	49.00	46.00	54.00
72	43	40	40	80.00	60.00	115.00
73	44	40	48	78.00	67.00	108.00
74	45	40	56	57.00	53.00	63.00
75	24	40	64	200.00	185.00	216.00
76	23	40	72	169.00	154.00	188.00

77	22	40	80	140.00	124.00	153.00
78	21	40	88	135.00	87.00	185.00
79	20	40	96	138.00	100.00	179.00
80	19	40	104	154.00	124.00	202.00
81	18	40	112	102.00	124.00	296.00
82	16	40	120	120.00	96.00	155.00
83	12	48	0	106.00	90.00	137.00
84	11	48	8	131.00	107.00	161.00
85	10	48	16	114.00	101.00	132.00
86	9	48	24	121.00	89.00	147.00
87	8	48	32	291.00	210.00	331.00
88	7	48	40	144.00	124.00	160.00
89	6	48	48	136.00	117.00	158.00
90	5	48	56	144.00	132.00	160.00
91	4	48	64	120.00	101.00	148.00
92	3	48	72	129.00	119.00	9151.00
93	2	48	80	172.00	136.00	213.00
94	1	48	88	170.00	130.00	209.00
95	15	48	96	133.00	93.00	178.00
96	14	48	104	143.00	100.00	195.00
97	13	48	112	116.00	56.00	210.00
98	35	48	120	112.00	86.00	223.00
99	MA04			164.00	139.00	215.00
100	HS01			142.00	105.00	187.00
101	HB01			152.00	127.00	196.00
102	WCM1			29.00	22.00	39.00

Για την γενική εκτίμηση της χωρικής κατανομής των τιμών της μέσης αλλά και της μέγιστης τιμής της συγκέντρωσης PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) που ελήφθησαν από τις «On site» μετρήσεις στην εγκατάσταση, δημιουργήθηκαν οι χάρτες που παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.10 και Σχήμα 4.11 με την χρήση του προγράμματος Surfer 8.0. Για την χωρική παρεμβολή χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος τοπικών πολωνύμων.



Σχήμα 4.10: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της μέσης συγκέντρωσης PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Σχήμα 4.11: Χάρτης χωρικής κατανομής των «On site» μετρήσεων της μέγιστης τιμής συγκέντρωσης PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Σύμφωνα με το Σχήμα 4.10 παρατηρούμε ότι οι μεγαλύτερες τιμές της μέσης συγκέντρωσης των στερεών σωματιδίων PM10 εμφανίζονται στο κέντρο της εγκατάστασης και κυρίως στον χώρο της χειρωνακτικής διαλογής. Αντίθετα στο Σχήμα 4.11, όπου αποτυπώνονται οι μέγιστες τιμές συγκέντρωσης PM10 οι υψηλότερες τιμές βρίσκονται στην πάνω δεξιά μεριά της εγκατάστασης και η μεταβολή της συγκέντρωσης στον χώρο είναι πιο ομαλή σε σχέση με την μεταβολή των ισοκαμπλών της μέσης συγκέντρωσης. Οι μεγαλύτερες μέγιστες τιμές συγκέντρωσης εμφανίζονται στην άνω δεξιά μεριά της εγκατάστασης, διότι ο χώρος σε εκείνο το σημείο της εγκατάστασης έχει δύο κεντρικές εισόδους (πύλες δεξιά και πάνω) από τις οποίες μπορούν να δημιουργήσουν ρεύματα τα οποία να προκαλέσουν την στιγμιαία αύξηση

συγκέντρωσης σκόνης, ενώ κεντρικά και ειδικότερα στον χώρο της χειρωνακτικής διαλογής η μονάδα είναι απομονωμένη με εσωτερικό κέλυφος διαχωρισμού του χώρου, δημιουργώντας σχετικά σταθερές συνθήκες στις οποίες εμφανίζονται συνεχόμενα υψηλές συγκεντρώσεις με την ροή εισερχόμενων απορριμμάτων. Απεναντίας, στην κάτω αριστερή μεριά της εγκατάστασης όπου βρίσκεται ο χώρος υποδοχής και τροφοδοσίας υλικών διαλογής στην πηγή και η μονάδα αποθήκευσης ανακτημένων υλικών, οι μέγιστες και οι μέσες τιμές συγκέντρωσης PM10 βρίσκονται σε αρκετά χαμηλότερα επίπεδα, αν και πάλι ξεπερνούν την οριακή τιμή των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Όπως είναι λογικό και σε αυτήν την περίπτωση, οι τιμές διαφοροποιούνται αρκετά ανάλογα με τη θέση εργασίας και το σημείο μέτρησης και σε αρκετές θέσεις οι τιμές ξεπερνούν την οριακή τιμή των 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Επομένως, γίνεται αντιληπτό ότι για κάθε θέση εργασίας θα πρέπει να εξεταστεί η επικινδυνότητα που προκύπτει. Ο υπολογισμός της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης των εργαζομένων σε αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 πραγματοποιείται στο κεφάλαιο 5.6.

Παρακάτω στους Πίνακες 4.6 και 4.7 αποτυπώνονται αντίστοιχα οι μετρήσεις και για τις συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών PM2.5 και PM1 για τις πέντε επιλεγμένες θέσεις χειρωνακτικής διαλογής HB01, 58, 39, 38 και 43.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2008/50/EK η οριακή τιμή έκθεσης για τα PM2.5 ορίζεται στα 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Παρατηρούμε ότι σε όλες τις θέσεις μέτρησης η μέση τιμή συγκέντρωσης ξεπερνάει την οριακή τιμή (Πίνακας 4.6). Επιπρόσθετα, στον Πίνακα 4.7 παρατηρούμε ότι και σε αυτή την περίπτωση οι τιμές της μέσης συγκέντρωσης είναι αρκετά υψηλές.

Πίνακας 4.6: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM2.5 «On site».

A/A	Θέση	Συντεταγμένη y (m)	Συντεταγμένη x (m)	Μέση τιμή PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ελάχιστη Τιμή PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Μέγιστη τιμή PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	HB01			116.00	68.00	427.00
2	58	16	88	38.00	23.00	103.00
3	39	32	40	65.00	58.00	80.00
4	38	32	32	120.00	93.00	151.00
5	43	40	40	156.00	125.00	201.00

Πίνακας 4.7: Μετρήσεις αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM1 «On site».

A/A	Θέση	Συντεταγμένη y (m)	Συντεταγμένη x (m)	Μέση τιμή PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ελάχιστη Τιμή PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Μέγιστη τιμή PM1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	HB01			139.00	100.00	230.00
2	58	16	88	50.00	32.00	66.00

3	39	32	40	85.00	68.00	104.00
4	38	32	32	542.00	340.00	782.00
5	43	40	40	374.00	311.00	437.00

4.2.3. Παρουσίαση μετρήσεων οσμής

Στον Πίνακα 4.8 παρουσιάζονται οι μετρήσεις έντασης της οσμής που ελήφθησαν ανά περιοχή/τομέα εργασίας στο εργοστάσιο ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων. Οι τιμές ελήφθησαν με τη βοήθεια του οργάνου «Nasal Ranger». Για το συγκεκριμένο φυσικό παράγοντα η ΕΣ.Υ.Π.Π. της εγκατάστασης είχε λάβει επαρκές δείγμα μετρήσεων. Έτσι όλες οι μετρήσεις που παρίστανται είναι οι μετρήσεις από τα δεδομένα της ΕΣ.Υ.Π.Π.

Πίνακας 4.8: Μετρήσεις έντασης οσμής από τα δεδομένα της ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Θέση	Περιγραφή Εργασίας	Ένταση Οσμής (D/T's)
1	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2
2	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	4
3	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
4	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
5	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7
6	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
7	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	4
8	GT01	Πύλη Εισόδου	4
9	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0
10	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2
11	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7
12	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
13	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
14	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7
15	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
16	GT01	Πύλη Εισόδου	4
17	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	2
18	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	4
19	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	4
20	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7

21	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	7
22	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
23	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7
24	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
25	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	4
26	GT01	Πύλη Εισόδου	4
27	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	2
28	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	0
29	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7
30	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	4
31	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
32	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4
33	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
34	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
35	GT01	Πύλη Εισόδου	2
36	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0
37	GT01	Πύλη Εισόδου	0
38	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4
39	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2
40	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0
41	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
42	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
43	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
44	GT01	Πύλη Εισόδου	7
45	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0
46	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
47	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2
48	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0
49	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	7
50	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	2
51	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	30
52	GT01	Πύλη Εισόδου	0

53	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2
54	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2
55	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
56	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0
57	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4
58	GT01	Πύλη Εισόδου	2
59	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	0
60	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	0
61	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0
62	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
63	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	0
64	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	2

Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται για την εύρεση της δυσαρέσκειας από την οσμή ανά σημείο ελέγχου της εγκατάστασης. Η ανάλυση – εκτίμηση της δυσαρέσκειας οσμών πραγματοποιείται στο κεφάλαιο 5.7.

4.4. Περιγραφική στατιστική ανάλυση δεδομένων μετρήσεων

Για την καλύτερη κατανόηση της μεταβολής των δεδομένων των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των βασικών στατιστικών παραμέτρων τους (περιγραφική στατιστική) και η κατασκευή των αντίστοιχων θηκογραμμάτων (box-plot diagram). Το θηκόγραμμα απεικονίζει την μεταβολή των μετρήσεων μιας παραμέτρου με την χρήση ενός ορθογωνίου με δύο “κεραίες” (whiskers), η μία στην επάνω βάση του ορθογωνίου με σχήμα αντεστραμμένου T και η άλλη στην κάτω βάση σε σχήμα T. Η διάμεσος των μετρήσεων παρίστανται με ένα οριζόντιο ευθύγραμμο τμήμα εσωτερικά του ορθογωνίου και ανήκει σε παραμέτρους όπως τα ποσοστιαία σημεία ή μόρια με συμβολισμό Q_i . Η κάτω βάση του ορθογωνίου βρίσκεται στο τεταρτημόριο Q_1 το οποίο χωρίζει τα δεδομένα x_i που βρίσκονται στο 25% των τιμών, το δεύτερο τεταρτημόριο Q_2 ταυτίζεται με τη διάμεσο και είναι το 50% και το τρίτο τεταρτημόριο Q_3 είναι το 75% των τιμών, ενώ επάνω βρίσκεται το υπόλοιπο 25% των τιμών. Το ενδοτεταρτημοριακό εύρος που αποτελεί την διαφορά Q_3-Q_1 αποτελεί το εύρος των τιμών που καλύπτουν το 50% των δεδομένων κοντά στη διάμεσο. Οι βάσεις του ορθογωνίου σχήματος έχουν αυθαίρετο μήκος, ενώ οι “κεραίες” εκτείνονται έως τις τιμές $Q_1-1.5(Q_3-Q_1)$ και $Q_3+1.5(Q_3-Q_1)$. Στην περίπτωση ακραίων τιμών αυτές εμφανίζονται εξωτερικά των “κεραίων”, ενώ αν η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή των μετρήσεων είναι εντός αυτών των ορίων τότε οι “κεραίες” μετατοπίζονται στη μέγιστη και ελάχιστη τιμή [68]. Με την εφαρμογή της περιγραφικής στατιστικής γίνεται μια αποτελεσματική και συνοπτική παρουσίαση των δεδομένων που περιλαμβάνει μέτρα θέσεις, όπως μέση τιμή αλλά και μέτρα διασποράς, όπως η μέση απόκλιση τετραγώνου (τυπική απόκλιση) και η διακύμανση. Η ανάλυση των δεδομένων μετρήσεων έγινε με την χρήση του προγράμματος λογιστικών φύλλων Microsoft Excel.

4.4.1. Στατιστική ανάλυση δεδομένων θορύβου

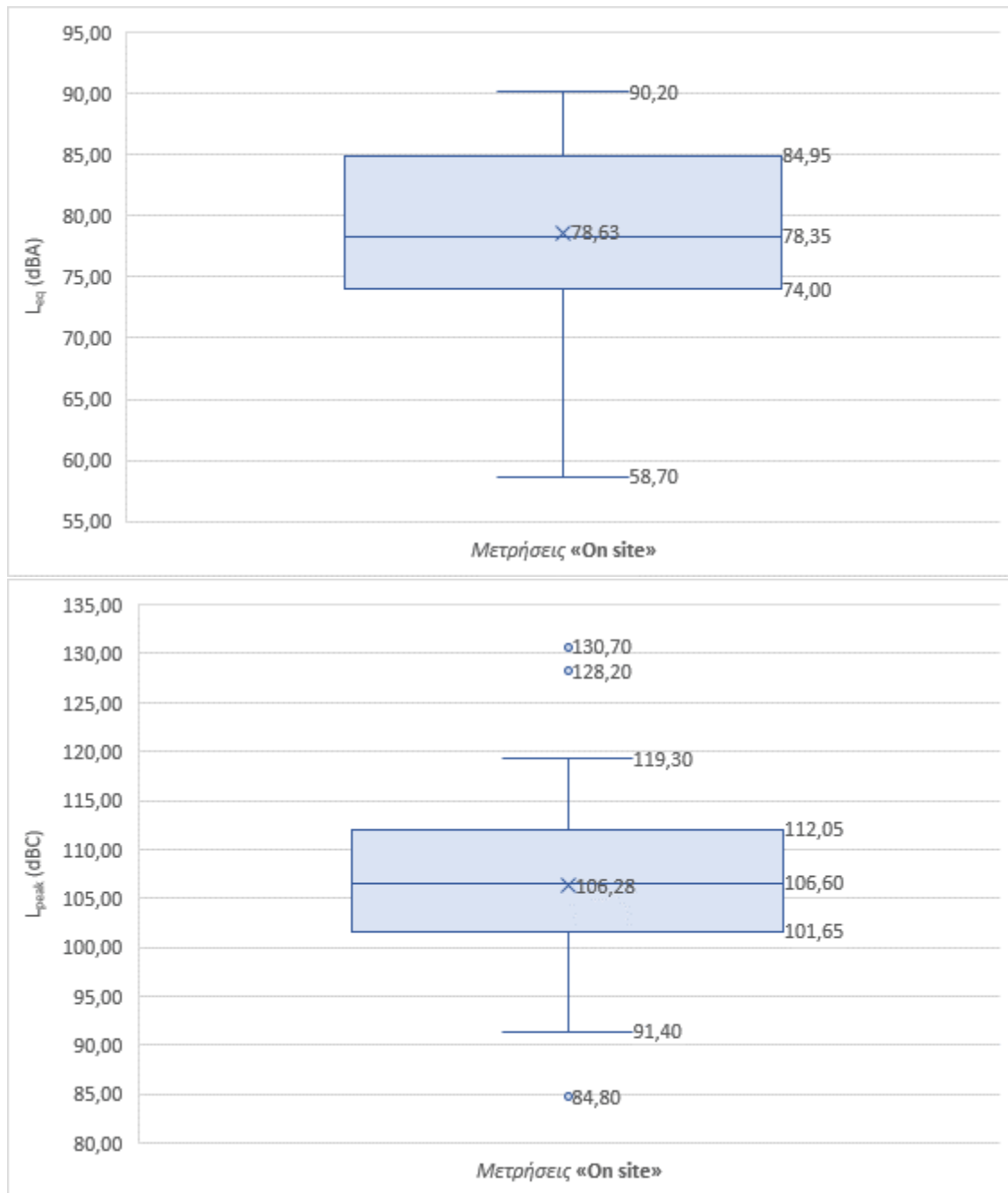
Στον συγκεντρωτικό Πίνακας 4.9 δίνονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα μετρήσεων του θορύβου και στα Σχήματα 4.8 και 4.9 απεικονίζονται τα αντίστοιχα θηκογράμματα που προέκυψαν.

Στον πίνακα 4.9 παρατηρούμε ότι τα δεδομένα των μετρήσεων από την ΕΣ.Υ.Π.Π. παρουσιάζουν μεγαλύτερο τυπικό σφάλμα εκτίμησης της μέσης τιμής και διακύμανση σε σχέση με τα δεδομένα από τις μετρήσεις «On site». Η μέγιστη τιμή από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. και τις «On site» για την σταθμισμένη ισοδύναμη στάθμη θορύβου L_{eq} , οι οποίες είναι 94.60 dBA και 90.20 dBA αντίστοιχα, ξεπερνούν σε μεγάλο βαθμό τη θεσμοθετούμενη ημερήσια οριακή τιμή έκθεσης των εργαζομένων στα 87 dBA. Επομένως, είναι εμφανές ότι στη μονάδα επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων «ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων» απαιτείται περαιτέρω έλεγχος της επικινδυνότητας που αφορά την εκτίμηση του κινδύνου στους εργαζόμενους εξαιτίας της έκθεσης τους σε θόρυβο.

Πίνακας 4.9: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων του θορύβου.

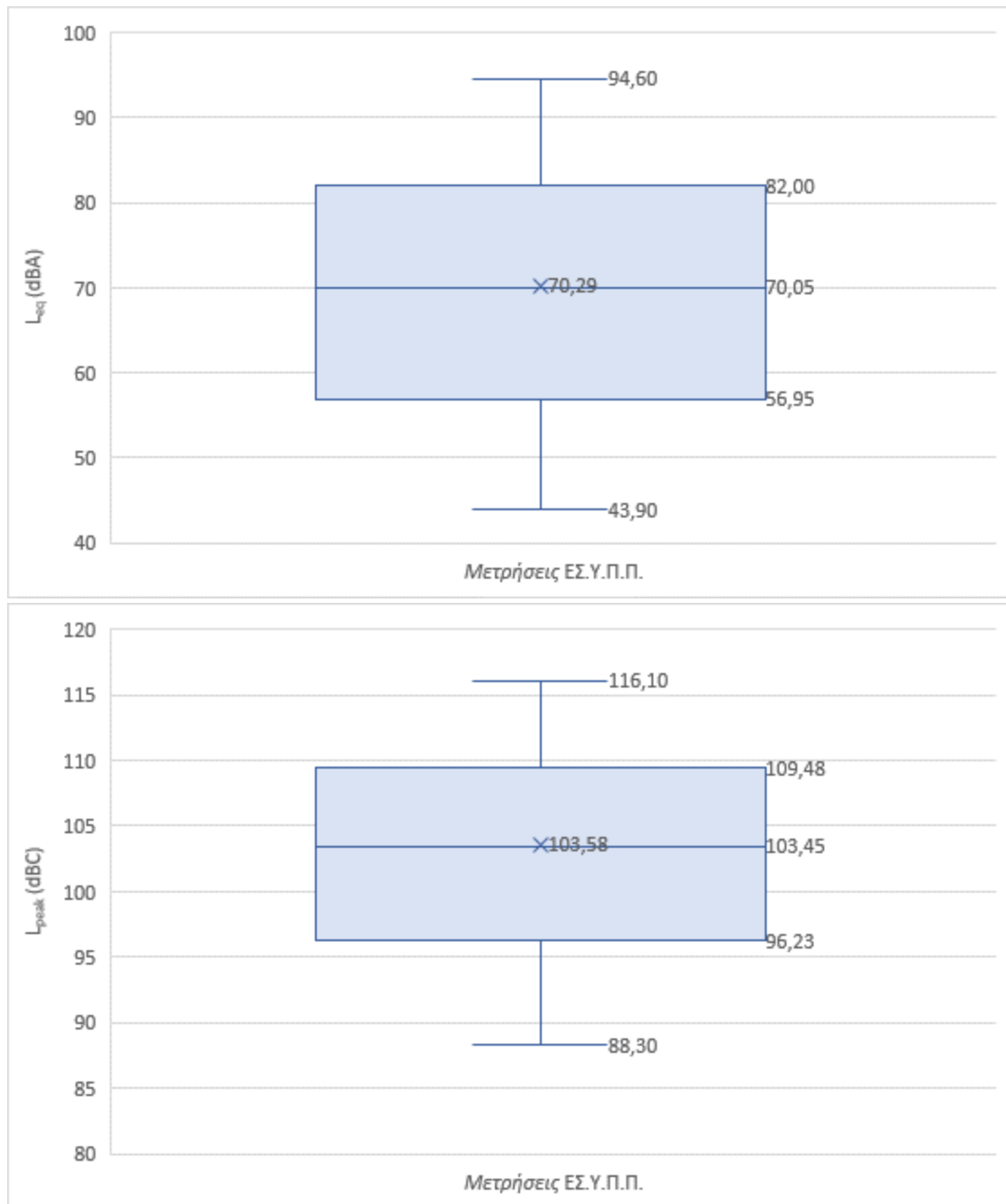
Στατιστική παράμετρος	Μετρήσεις ΕΣ.Υ.Π.Π.		Μετρήσεις «On site»	
	L_{eq} (dBA)	L_{peak} (dBC)	L_{eq} (dBA)	L_{peak} (dBC)
Μέσος	70.29	103.58	78.63	106.25
Τυπικό σφάλμα μέσου	3.50	2.08	0.65	0.76
Διάμεσος	70.05	103.45	78.35	106.40
Τυπική απόκλιση	14.01	8.33	6.56	7.67
Ελάχιστο	43.90	88.30	58.70	84.80
Μέγιστο	94.60	116.10	90.20	130.70
Πλήθος	16.00	16.00	102.00	102.00

Από τα θηκογράμματα (Σχήμα 4.12) που αφορούν τα δεδομένα L_{eq} και L_{peak} των «On site» μετρήσεων παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η κατανομή παρουσιάζει ελάχιστα αρνητική ασυμμετρία, καθώς η διάμεσος βρίσκεται πιο κοντά στην κάτω πλευρά του ορθογωνίου. Στην περίπτωση του L_{peak} παρατηρούμε ότι σύμφωνα με το θηκόγραμμα εμφανίζονται δυο ακραίες τιμές και μια εξαιρετικά ακραία τιμή (130.70 dBC). Για την εξαιρετικά ακραία τιμή των 130.70 dBC αλλά και για την ακραία τιμή των 128.20 dBC είχε σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια των μετρήσεων προέκυψαν δυνατοί κρότοι από διερχόμενα οχήματα, κάτι που δεν χαρακτηρίζει τις τιμές ως λανθασμένες (outliers) και επομένως θα ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση της επικινδυνότητας. Το 50% των μετρήσεων της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} βρίσκονται μεταξύ των 74.00 και 84.95 dBA, ενώ της κορυφοτιμής L_{peak} μεταξύ των 91.40 και 119.30 dBC.



Σχήμα 4.12: Θηκογράμματα μετρήσεων θορύβου L_{eq} (dBA) και L_{peak} (dBC) «On site».

Στην περίπτωση των θηκογραμμάτων (Σχήμα 4.13) που αφορούν τα δεδομένα L_{eq} και L_{peak} των μετρήσεων από την ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας, παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η κατανομή παρουσιάζει ελάχιστα θετική ασυμμετρία, καθώς η διάμεσος βρίσκεται πιο κοντά στην άνω πλευρά του ορθογωνίου. Στην περίπτωση των δεδομένων από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας σύμφωνα με τα θηκογράμματα δεν παρατηρούμε ακραίες τιμές. Το 50% των μετρήσεων της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου L_{eq} βρίσκονται μεταξύ των 56.95 και 82.00 dBA, ενώ της κορυφοτιμής L_{peak} μεταξύ των 96.22 και 109.47 dBC.



Σχήμα 4.13: Θηκογράμματα μετρήσεων θορύβου L_{eq} (dBA) και L_{peak} (dBC) της ΕΣ.Υ.Π.Π..

4.4.2. Στατιστική ανάλυση δεδομένων στερεών αιωρούμενων σωματιδίων PM10

Έπειτα από την σχετική επεξεργασία, προέκυψαν ο παρακάτω συγκεντρωτικός Πίνακας 4.10 περιγραφικών στατιστικών δεδομένων αλλά και τα Σχήματα 4.10 και 4.11 που περιέχουν τα θηκογράμματα για τα δεδομένα μετρήσεων στερεών αιωρούμενων σωματιδίων PM10.

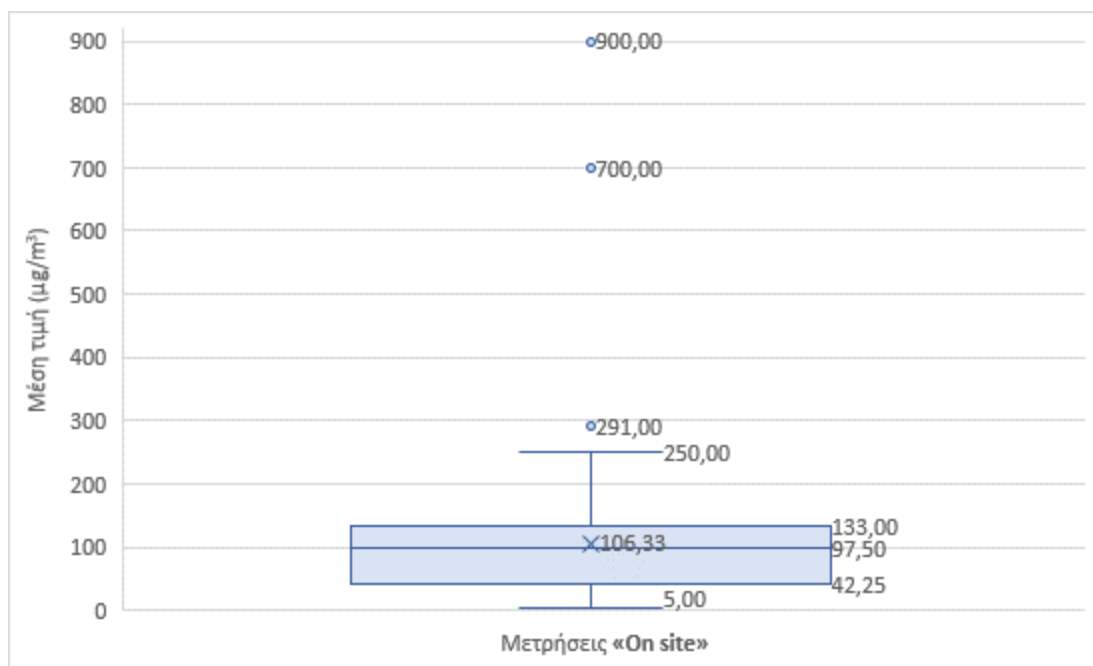
Στον Πίνακα 4.10 παρατηρούμε ότι όπως και στην περίπτωση του θορύβου, τα δεδομένα των μετρήσεων από την ΕΣ.Υ.Π.Π. παρουσιάζουν μεγαλύτερο τυπικό σφάλμα και διακύμανση σε σχέση με τα δεδομένα από της μετρήσεις «On site». Η

μέγιστη τιμή από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. και τις «On site» για την μέση τιμή συγκέντρωσης των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10, οι οποίες είναι 488.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και 900.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ αντίστοιχα, ξεπερνούν σε μεγάλο βαθμό τη θεσμοθετούμενη οριακή τιμή έκθεσης των εργαζομένων στα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, οι οποία δεν θα πρέπει να ξεπεραστεί πάνω από 35 φορές μέσα σε ένα ημερολογιακό έτος. Επομένως, είναι εμφανές ότι στη μονάδα επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων «ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων» απαιτείται περαιτέρω έλεγχος της επικινδυνότητας που αφορά την εκτίμηση του κινδύνου στους εργαζόμενους εξαιτίας της έκθεσης τους σε αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10.

Πίνακας 4.10: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10.

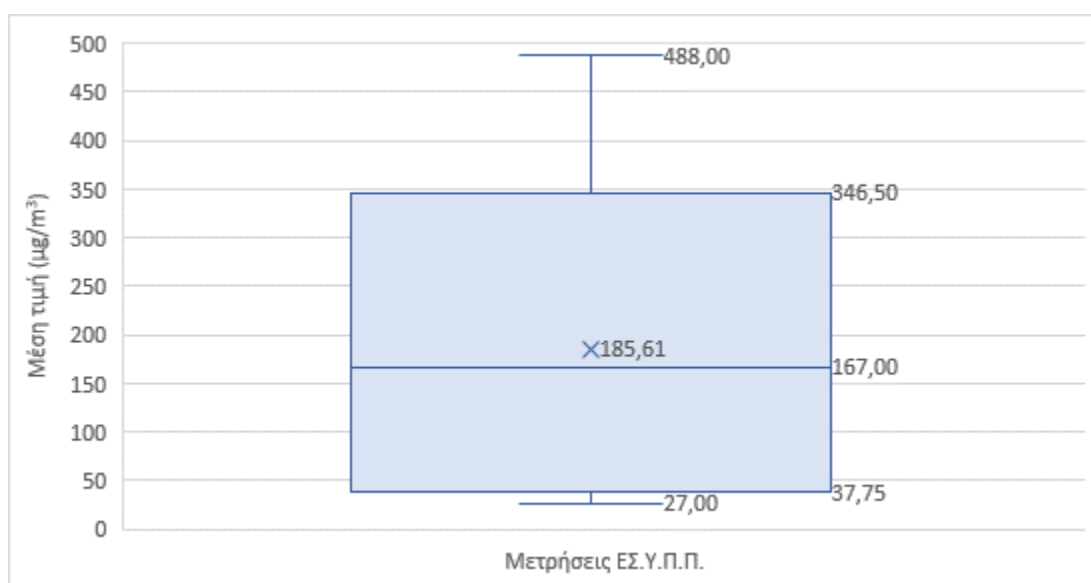
Στατιστική παράμετρος	Μετρήσεις ΕΣ.Υ.Π.Π.	Μετρήσεις «On site»
	Μέση τιμή ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Μέση τιμή ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Μέσος	185.61	106.33
Τυπικό σφάλμα μέσου	37.20	11.28
Διάμεσος	167.00	95.70
Τυπική απόκλιση	157.83	113.92
Ελάχιστο	27.00	5.00
Μέγιστο	488.00	900.00
Πλήθος	18.00	102.00

Από το θηκόγραμμα (Σχήμα 4.14) που αφορά τα δεδομένα μέσων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 των «On site» μετρήσεων παρατηρούμε ότι η κατανομή παρουσιάζει ελάχιστα θετική ασυμμετρία, καθώς η διάμεσος βρίσκεται πιο κοντά στην άνω πλευρά του ορθογωνίου. Η μέση συγκέντρωση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 σύμφωνα με το θηκόγραμμα στο σχήμα 4.10 εμφανίζει μια ακραία τιμή (291.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) και δύο εξαιρετικά ακραίες τιμές (900.00 και 700.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Οι τιμές αυτές δεν χαρακτηρίζονται ως λανθασμένες (outliers), καθώς στις συγκεκριμένες θέσεις είχε παρατηρηθεί και από το άρθρο που είχαν δημοσιεύσει οι Chalvatzaki et al., (2010) ότι παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις σε μετρήσεις που έγιναν σε εσωτερικούς χώρους και θα ληφθούν υπόψη για την εκτίμηση της επικινδυνότητας [10]. Το 50% των μετρήσεων των μέσων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 βρίσκονται μεταξύ των 42.25 και 133.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.14: Θηκογράμμα μετρήσεων μέσης τιμής ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 «On site».

Στην περίπτωση των θηκογραμμάτων (Σχήμα 4.15) που αφορούν τα δεδομένα μέσων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας, παρατηρούμε ότι και στις δύο περιπτώσεις η κατανομή παρουσιάζει ελάχιστα αρνητική ασυμμετρία, καθώς η διάμεσος βρίσκεται πιο κοντά στην κάτω πλευρά του ορθογωνίου. Στην περίπτωση των δεδομένων από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας σύμφωνα με τα θηκογράμματα δεν παρατηρούμε ακραίες τιμές. Το 50% των μετρήσεων των μέσων συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 βρίσκονται μεταξύ των 27.00 και 346.50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Σχήμα 4.15: Θηκογράμμα μετρήσεων μέσης τιμής ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) συγκεντρώσεων αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 της ΕΣ.Υ.Π.Π..

4.4.3. Στατιστική ανάλυση δεδομένων μέτρησης οσμών

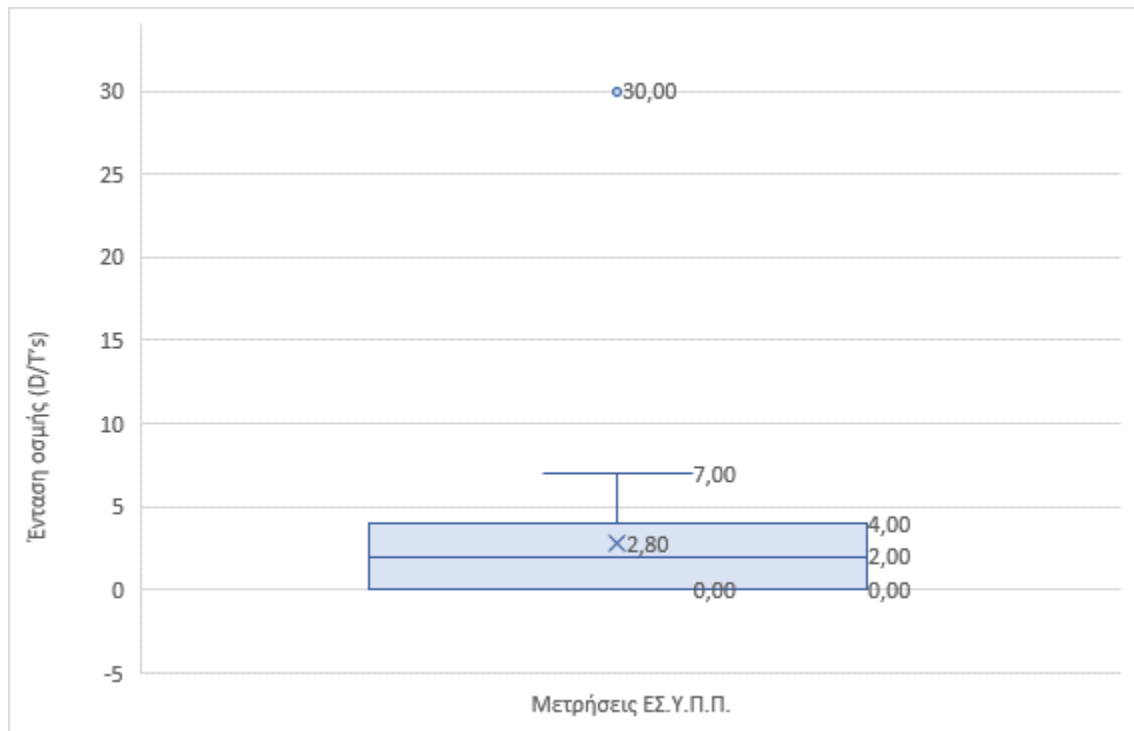
Έπειτα από την σχετική επεξεργασία, προέκυψαν ο παρακάτω συγκεντρωτικός Πίνακας 4.11 περιγραφικών στατιστικών δεδομένων αλλά και το σχήμα 4.12 που περιέχει το θηκόγραμμα για τα δεδομένα μετρήσεων έντασης της οσμής από την ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας.

Στον Πίνακα 4.11 παρατηρούμε ότι η μέγιστη τιμή από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. ήταν 30 και η ελάχιστη 0 D/T's, κάτι που επιβεβαιώνει την διαφοροποίηση των τιμών ανάλογα με τη θέση εργασίας. Η μέγιστη τιμή μέτρησης της οσμής αποτυπώνει το πρόβλημα των δυσάρεστων οσμών που ενδέχεται να υπάρχουν σε τέτοιες εγκαταστάσεις, ενώ σύμφωνα με την μέση τιμή η οποία είναι 2.80 D/T's, φαίνεται ότι το πρόβλημα της οσμής δεν είναι τόσο έντονο σε σχέση με το πόσο αναμένονταν εξαιτίας της φύσης της εγκατάστασης. Παρόλα αυτά είναι ακόμα σημαντικό να τονιστεί, ότι οι μετρήσεις των οσμών εξαρτώνται και επηρεάζονται σημαντικά από παράγοντες όπως είναι για παράδειγμα ο άνεμος και η θερμοκρασία.

Πίνακας 4.11: Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για τα δεδομένα των μετρήσεων οσμής.

Στατιστική παράμετρος	Μετρήσεις ΕΣ.Υ.Π.Π. Ένταση οσμής (D/T's)
Μέσος	2.80
Τυπικό σφάλμα μέσου	0.52
Διάμεσος	2.00
Τυπική απόκλιση	4.19
Ελάχιστο	0.00
Μέγιστο	30.00
Πλήθος	64.00

Από το θηκόγραμμα (Σχήμα 4.16) που αφορά τα δεδομένα μετρήσεων οσμών της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας, παρατηρούμε ότι η κατανομή παρουσιάζει ελάχιστα θετική ασυμμετρία, καθώς η διάμεσος βρίσκεται πιο κοντά στην άνω πλευρά του ορθογωνίου. Στο θηκόγραμμα παρατηρούμε μια ακραία τιμή η οποία όμως δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως λανθασμένη, διότι το συγκεκριμένο σημείο μέτρησης (αντιπυρική ζώνη) είναι δίπλα από τα ΧΥΤΑ και είναι αναμενόμενο σε τέτοιες θέσεις να υπάρχουν έντονες δυσάρεστες οσμές. Το 50% των μετρήσεων της οσμής βρίσκονται μεταξύ 0 και 4 D/T's.



Σχήμα 4.16: Θηκογράμμα μετρήσεων έντασης οσμής της ΕΣ.Υ.Π.Π..

5. Μεθοδολογία προσδιορισμού επικινδυνότητας φυσικών παραγόντων στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων

5.1. Γενική μεθοδολογία προσδιορισμού της επικινδυνότητας λόγω των βλαπτικών παραγόντων

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή και προκειμένου να διεξαχθεί ο προσδιορισμός επικινδυνότητας του περιβάλλοντος εργασίας στη μονάδα ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων, για όλους τους φυσικούς παράγοντες που μελετήθηκαν πραγματοποιείται ημιποσοτικός προσδιορισμός με την χρήση πινάκων προσδιορισμού επικινδυνότητας και χωρική απεικόνιση της επικινδυνότητας με την χρήση του προγράμματος Surfer 8.0.

Ωστόσο, η επικινδυνότητα, όπως ήδη έχει αναφερθεί στο Κεφάλαιο 2.2, προσδιορίζεται από το γινόμενο της συνέπειας που έχει ένας παράγοντας εργασιακής όχλησης και της πιθανότητας εκδήλωσής της σχετιζόμενης με τον παράγοντα αυτό εργασιακής ασθένειας ή βλάβης της υγείας.

Για την ποσοτικοποίηση της επαγγελματικής επικινδυνότητας, σύμφωνα με τους Papadakis & Chalkidou το 2008, χρησιμοποιείται η μέθοδος που βασίζεται στις αρχές της ποσοτικής αξιολόγησης κινδύνου για την εκτίμηση της ατομικής επαγγελματικής επικινδυνότητας. Ο δείκτης του ατομικού επαγγελματικού κινδύνου υπολογίζεται ως το γινόμενο των τεσσάρων μεταβλητών, κανονικοποιημένων στον πραγματικό χρόνο εργασίας (8ωρο) δηλαδή από α) τη συχνότητα εμφάνισης ενός ενεργού κινδύνου, β) την πιθανότητα ενός εργαζομένου να βρίσκεται στο χώρο εργασίας, γ) την έκταση των διακριτών ζωνών συνεπειών και δ) την ευπάθεια των εργαζομένων η οποία είναι ισοδύναμη της πιθανότητας εμφάνισης ορισμένων συνεπειών στην υγεία των εργαζομένων [69].

Στην εργασία αυτή, ο προσδιορισμός της επικινδυνότητας των βλαπτικών παραγόντων, θα υπολογιστεί με βάση την απόκλιση του εξεταζόμενου βλαπτικού παράγοντα από τα ασφαλή θεσμοθετημένα όρια και με την σοβαρότητα της σχετιζόμενης επαγγελματικής ασθένειας ή γενικότερα βλάβη υγείας, λόγω της αντικειμενικής αδυναμίας προσδιορισμού της πιθανότητας. Η απόκλιση του βλαπτικού παράγοντα από τα θεσμοθετημένα όρια οκταώρου σχετίζεται εξάλλου άμεσα με την πιθανότητα εκδήλωσης επαγγελματικής ασθένειας ή γενικότερα βλάβης της υγείας του εργαζομένου, ενώ ταυτόχρονα, για τον υπολογισμό της ατομικής επαγγελματικής επικινδυνότητας, βασική μεταβλητή αποτελεί και η ευπάθεια των εργαζομένων [3,69].

Η επιλογή προσδιορισμού επικινδυνότητας για κάθε μετρούμενο παράγοντα άπτεται της φυσικής σημασίας αυτού και κατά συνέπεια των μετρούμενων δεδομένων.

Ειδικότερα, για την σταθμισμένη ισοδύναμη στάθμη θορύβου L_{eq} (dBA) και την συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων σκόνης PM10, η επικινδυνότητα προσδιορίζεται με χρήση της απόκλισης του εξεταζόμενου βλαπτικού παράγοντα από τα ασφαλή θεσμοθετημένα όρια αλλά και της επίπτωσης που έχει στην υγεία των εργαζομένων σύμφωνα με δεδομένα που προέκυψαν από την υπάρχουσα βιβλιογραφία. Τα δεδομένα αυτά αναπαρίστανται με την μορφή πινάκων όπου ανάλογα

με την απόκλιση των μετρούμενων τιμών από τα εκάστοτε όρια προσδίδεται και η αντίστοιχη καθοριζόμενη τιμή. Για τους δύο αυτούς εξεταζόμενους βλαπτικούς παράγοντες ο υπολογισμός και χαρακτηρισμός του βαθμού επικινδυνότητας βασίζεται στον παρακάτω τύπο:

Βαθμός επικινδυνότητας = Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια x Βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία

Πιο συγκεκριμένα, για τους βλαπτικούς παράγοντες για τους οποίους έχουν θεσπιστεί κατώτερη τιμή ανάληψης δράσης, ανώτερη τιμή ανάληψης δράσης και οριακή τιμή οκταώρου όπως ο θόρυβος, η βαθμολόγηση της απόκλισης πραγματοποιείται με βάση τις τιμές του Πίνακα 5.1. Ομοίως, στην περίπτωση των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων σκόνης PM10, η βαθμονόμηση της απόκλισης βασίστηκε στην θεσμοθετούμενη οριακή τιμή έκθεσης στα 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ και στην βαθμιαία απόκλιση της από αυτή (Πίνακας 5.1).

Κατά τον προσδιορισμό της επικινδυνότητας, σε πρώτη φάση αξιολογείται η εκάστοτε μετρούμενη τιμή όχλησης του προς μελέτη φυσικού παράγοντα για κάθε σημείο ελέγχου, σε σχέση με τα θεσμοθετημένα όρια. Ανάλογα με την απόκλιση της από τα όρια αυτά ταξινομείται σύμφωνα με τον Πίνακα 5.1 και αποκτά ένα βαθμό απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια. Με την ίδια λογική και ανάλογα με την επίπτωση που θα έχει στην υγεία των εργαζομένων σύμφωνα με δεδομένα που προέκυψαν από την διεθνή βιβλιογραφία δημιουργήθηκε ο αντίστοιχος Πίνακας 5.2. όπου ανάλογα με κατάταξη της μετρούμενης τιμής αποκτά ένα βαθμό επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία. Κατόπιν αυτού, για τον προσδιορισμό της επικινδυνότητάς, υπολογίζεται το γινόμενο των βαθμών αυτών (Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια x Βαθμό επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία), δημιουργώντας τον Πίνακα 5.3, στον οποίο αποτυπώνεται ο υπολογισμός και ο χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας.

Για παράδειγμα, εάν οι μετρούμενη τιμή του βλαπτικού παράγοντα ξεπερνά την θεσμοθετούμενη οριακή τιμή του οκταώρου (Πίνακα 5.1) αλλά βρίσκεται μεταξύ των οριακών τιμών μέσης και μέγιστης επίπτωσης στην υγεία (Πίνακας 11), θα αποκτήσει ως βαθμό απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια την τιμή 4 και ως βαθμό επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία την τιμή 3. Το γινόμενο τους ($4 \times 3 = 12$) βάση του Πίνακα 5.3 καθορίζει την επικινδυνότητα του βλαπτικού αυτού παράγοντα στην συγκεκριμένη θέση μέτρησης ως «Πολύ υψηλή».

Πίνακας 5.1: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια.

Μετρούμενη τιμή σε σχέση με τα θεσμοθετημένα όρια	Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια
<κατώτατη τιμή ανάληψης δράση	1
κατώτατη τιμή ανάληψης δράσης - ανώτατη τιμή ανάληψης δράσης	2
ανώτατη τιμή ανάληψης δράσης -οριακή τιμή οκταώρου	3

Πίνακας 5.2: Προσδιορισμός βαθμού επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία.

Όρια σχετιζόμενα με την επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία	Βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία
<όριο χαμηλότερης επίπτωσης	1
όριο χαμηλότερης επίπτωσης - όριο μέσης επίπτωσης	2
όριο μέσης επίπτωσης - όριο μέγιστης επίπτωσης	3
>όριο μέγιστης επίπτωσης	4

Πίνακας 5.3: Πίνακας εκτίμησης επικινδυνότητας.

		Βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία				Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
		1	2	3	4	
Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια	1	1	2	3	4	Μικρή
	2	2	4	6	8	Μέτρια
	3	3	6	9	12	Υψηλή
	4	4	8	12	16	Πολύ υψηλή

Για την χωρική απεικόνισή της επικινδυνότητας κάθε βλαπτικού παράγοντα δημιουργήθηκαν ζώνες επικινδυνότητας σύμφωνα με τον Πίνακα 5.3 και με την χρήση του προγράμματος Surfer 8.0.

Στην περίπτωση του εργασιακού θορύβου για την εκτίμηση του κινδύνου σε περίπτωση υπέρβασης της μέγιστης τιμής της κορυφοτιμής L_{peak} , η επικινδυνότητα υπολογίζεται μόνο με βάση την απόκλιση από τα θεσμοθετημένα όρια, καθώς στην περίπτωση που ξεπεραστούν, θεωρείται βέβαιο ότι θα προκύψει βλάβη στην υγεία του εργαζόμενου.

Τέλος, στην περίπτωση των δυσάρεστων οσμών γίνεται εκτίμηση της προκαλούμενης δυσάρεσκειας και όχι της επικινδυνότητας, καθώς εξαιτίας της υποκειμενικότητας της οσμής, δεν υπάρχει διαδεδομένη μονάδα μέτρησης ώστε να μπορεί να εκτιμηθεί η όποια επικινδυνότητα μπορεί να προκληθεί. Ο υπολογισμός της δυσάρεσκειας βασίζεται στην τιμή της αναλογίας αραίωσης που μετρήθηκε, σύμφωνα με τις οδηγίες του οργάνου μέτρησης Nasal Ranger.

Αξίζει να σημειωθεί πως η αποδεκτή επικινδυνότητα είναι εκείνη, της οποίας η τιμή είναι μικρότερη ίση της ανάλογης τιμής «Χαμηλής» και αποτελεί την μέγιστη

οριακή αποδεκτή επικινδυνότητα για την αξιολόγηση των δεδομένων. Με την χρήση της επιλεγμένης αυτής ημιποσοτικής μεθόδου, γίνεται η ιεράρχηση των κινδύνων ανάλογα την θέση εργασίας και τη δραστηριότητα, ώστε να γίνει το πρώτο βήμα για τον καθορισμό της ορθής σειράς προτεραιότητας για την αντιμετώπιση τους.

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, η μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας και κατά συνέπεια της αξιολόγησης των βλαπτικών παραγόντων διαφοροποιείται αναλόγως με τον βλαπτικό παράγοντα που εξετάζεται όπως αναλύεται στα επόμενα υποκεφάλαια.

5.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας από τον θόρυβο

Όπως προαναφέρθηκε για την εκτίμηση της επικινδυνότητάς από τον θόρυβο θα χρησιμοποιηθούν δύο διαφορετικοί τρόποι εκτίμησης, όπου ο πρώτος βασίζεται στη μέτρηση της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου δώρου L_{eq} (dBA) και ο δεύτερος στη μέτρηση της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC). Ο λόγος και ο σκοπός που αυτοί οι δύο παράγοντες εκτιμώνται διαφορετικά οφείλεται στο ότι αντιπροσωπεύουν διαφορετικούς κινδύνους για τους εργαζόμενους. Με την εκτίμηση της επικινδυνότητας της σταθμισμένης ισοδύναμης στάθμης θορύβου δώρου L_{eq} (dBA) θα εξεταστεί η ημερήσια ηχοέκθεση του εργαζομένου, ενώ με την εκτίμηση της επικινδυνότητας της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC) θα εκτιμηθεί ο κίνδυνος των εργαζομένων εξαιτίας της υπέρβασης των ορίων έκθεσης σε αιχμές θορύβου.

5.2.1. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA)

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας από τον ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) δημιουργήθηκε ο πίνακας 5.4 στον οποίο αποτυπώνεται ο η απόκλιση από τα θεσμοθετημένα εθνικά όρια και ο πίνακας 5.6, στον οποίο προσδιορίζονται οι επιπτώσεις που αφορούν την σοβαρότητα ανάπτυξης βαρηκοΐας και απώλειας της ακοής σύμφωνα με έρευνα των Themann και Masterson το 2019 [70].

Για τον προσδιορισμό του βαθμού επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία από τον εργασιακό θόρυβο επιλέχθηκε η σοβαρότητα ανάπτυξης βαρηκοΐας-κώφωσης, καθώς αποτελεί κύριο και μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα της έκθεσης των εργαζομένων σε θόρυβο. Εργαζόμενοι στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής Η.Π.Α. με ιστορικό έκθεσης σε εργασιακό θόρυβο παρουσιάζουν σε ποσοστό περίπου 33% ενδείξεις βλάβης της ακοής, ενώ το 16% έχει υποστεί απώλεια της ακοής του [70].

Πίνακας 5.4: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα L_{eq} (dBA) από τα θεσμοθετημένα όρια.

Θεσμοθετημένα όρια εργασιακού θορύβου dBA (Π.Δ. 149/2006 (ΦΕΚ 159/Α` 28.7.2006))	Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια
≤80	1
80-85	2
85-87	3
≥87	4

Η επιλογή των ορίων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.6 επιλέχθηκαν με βάση της σοβαρότητας ανάπτυξης βαρηκοΐας-κώφωσης αλλά και το ποσοστό των σταθμισμένων ετών ζωής με αναπηρία (disability-adjusted life years (DALYs)) - που ισοδυναμεί με τον συνολικό αριθμό ετών υγιούς ζωής τα οποία χάνονται εξαιτίας ασθένειας, αναπηρίας και θανάτου. Ειδικότερα, σύμφωνα με τους Themann et al., (2019) και Masterson et al., (2016), παρουσιάζεται ο Πίνακας 5.5 στον οποίο παρατίθεται η σοβαρότητα ανάπτυξης βαρηκοΐας-κώφωσης, ανάλογα με την ένταση του θορύβου και το ποσοστό των σταθμισμένων ετών ζωής με αναπηρία ανά 1000 εργαζόμενους για τα έτη 2003-2012 στις Η.Π.Α. [70,71]. Παρατηρούμε, ότι το ποσοστό των σταθμισμένων ετών ζωής με αναπηρία μειώνεται σε σχέση με την αύξηση της σοβαρότητας βαρηκοΐας, διότι παρόλο που η σοβαρότητα αυξάνεται τα περιστατικά που έχουν προκληθεί στους εργασιακούς χώρους είναι λιγότερα.

Πίνακας 5.5: Σοβαρότητα βαρηκοΐας-κώφωσης και ποσοστό των σταθμισμένων ετών ζωής με αναπηρία ανά 1000 εργαζόμενους σε σχέση με τη στάθμη θορύβου για τα έτη 2003-2012 στις Η.Π.Α [70,71].

Στάθμη θορύβου dBA	20–34	35–49	50–64	65–79	80–94	≥ 95
Επίπτωση	Χαμηλή	Μέτρια	Μέτρια προς σοβαρή	Σοβαρή	Πολύ σοβαρή	Εξαιρετικά σοβαρή
DALYs (%)	51.64	26.66	4.83-23.38	5.58	1.82	0.69

Για τον προσδιορισμό του βαθμού επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του Πίνακα 5.5 και δημιουργήθηκε με βάση αυτά ο αντίστοιχος Πίνακας 5.6. Η μετατροπή της εξαβάθμιας κλίμακας του πίνακα 5.5 στην τετραβάθμια του 5.6 έγινε με ενοποίηση των δύο κατώτερων και δύο ανώτερων κατηγοριών. Συγκεκριμένα ομαδοποιήθηκε η χαμηλή και η μέτρια σοβαρότητα σε μια κατηγορία (≤ 49 dBA) και αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης ίσος με 1, στη μέτρια προς σοβαρή (50-64 dBA) αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης 2 (50-64 dBA), στη σοβαρή (65-79 dBA) βαθμός επίπτωσης 3 (65-79), ενώ η πολύ σοβαρή και η απόλυτη ομαδοποιήθηκαν (≥ 80 dBA) και αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης 4.

Πίνακας 5.6: Προσδιορισμός του βαθμού επίπτωσης του εργασιακού θορύβου στην ανθρώπινη υγεία με βάση την ισοδύναμη στάθμη οκταώρου. L_{eq} (dBA).

Ισοδύναμη στάθμη οκταώρου εργασιακού θορύβου. L_{eq} (dBA)	Βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία
≤ 49	1
50-64	2
65-79	3
≥ 80	4

Για παράδειγμα αν σε μια θέση εργασίας η ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) είναι ίση με 86 dBA, τότε σύμφωνα με τον πίνακα 5.4 ο βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια ισούται με 3, ενώ με βάση τον πίνακα 5.6 ο βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία ισούται με 4 και το γινόμενο τους που δίνει την επικινδυνότητα είναι ίσο με 12. Με βάση τον Πίνακα 5.3 η επικινδυνότητα του βλαπτικού αυτού παράγοντα στην συγκεκριμένη θέση μέτρησης χαρακτηρίζεται ως «Πολύ υψηλή».

5.2.2. Μεθοδολογία εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμή θορύβου L_{peak} (dBC)

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας από τη κορυφοτιμή L_{peak} (dBC) δημιουργήθηκε ο πίνακας 5.7 στον οποίο αποτυπώνεται με βάση την απόκλιση από τα θεσμοθετημένα όρια, ο χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας. Όπως προηγουμένως έχει αναφερθεί, στην περίπτωση έκθεσης των εργαζομένων σε υψηλές τιμές κορυφοτιμές θορύβου, είναι βέβαιη η επίπτωση βλάβης στην υγεία του εργαζόμενου και για αυτό το λόγο, ο συγκεκριμένος βλαπτικός παράγοντας εξετάζεται μόνο από την απόκλιση του από τα θεσμοθετημένα όρια.

Πίνακας 5.7: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα L_{peak} (dBC) από τα θεσμοθετημένα όρια και χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας.

Θεσμοθετημένα όρια εργασιακού θορύβου για κορυφοτιμή ηχητικής πίεσης dBC (Π.Δ. 149/2006 (ΦΕΚ 159/Α' 28.7.2006))		Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
<=135		Μικρή
135-137		Μέτρια
137-140		Υψηλή
>=140		Πολύ υψηλή

Επομένως, στην περίπτωση που η μέτρηση της κορυφοτιμής L_{peak} (dBC) είναι ίση με 138 dBC, θα αποκτήσει σύμφωνα με τον πίνακα 5.7 βαθμό απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια ίσο με 3 και η επικινδυνότητα του βλαπτικού αυτού παράγοντα στην συγκεκριμένη θέση μέτρησης θα χαρακτηριστεί ως «Υψηλή».

5.3. Μεθοδολογία προσδιορισμού επικινδυνότητας αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας από την έκθεση σε αιωρούμενα στερεά σωματίδια σκόνης PM10 δημιουργήθηκε ο πίνακας 5.8 στον οποίο αποτυπώνεται ο βαθμός της απόκλισης από τα θεσμοθετημένα εθνικά όρια και ο Πίνακας 5.10, στον οποίο προσδιορίζεται ο βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία, βάση του δείκτη ποιότητας αέρα (Air quality index AQI) της Υπηρεσίας προστασίας του περιβάλλοντος των Ηνωμένων πολιτειών (Σχήμα 5.1) και της επίπτωσης που έχει στην ανθρώπινη υγεία (Πίνακας 5.9) [72].

Πίνακας 5.8: Προσδιορισμός βαθμού απόκλισης του παράγοντα PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) από τα θεσμοθετημένα όρια.

Θεσμοθετημένα όρια έκθεσης σε PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Βαθμός απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια
≤ 25	1
26-35	2
36-49	3
≥ 50	4

Στον Πίνακα 5.9 δίνεται η αντιστοιχία των συγκεντρώσεων ατμοσφαιρικών ρύπων σύμφωνα με τον δείκτη ποιότητάς αέρα AQI και των επιπτώσεων στην ανθρώπινη υγεία, όπως εκτιμήθηκε από την έρευνα των Yadav & Jain (2020) [73,74].

Πίνακας 5.9: Δείκτης ποιότητας αέρα και η συσχέτιση τους με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία [73,74].

Συγκέντρωση PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Τιμές του δείκτη ποιότητας αέρα AQI	Επιπτώσεις στην υγεία
0-54	Καλή κατάσταση (0-50)	Ελάχιστες επιπτώσεις
55-154	Ικανοποιητική κατάσταση (51- 100)	Μπορεί να προκαλέσει μικρή δυσφορία στην αναπνοή σε άτομα με ευαισθησίες στο αναπνευστικό
155-254	Μέτρια κατάσταση (101-200)	Μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στην αναπνοή σε άτομα με πνευμονική νόσο όπως το άσθμα και δυσφορία σε άτομα με καρδιακές παθήσεις, παιδιά και ηλικιωμένους
255-354	Κακή κατάσταση (201-300)	Μπορεί να προκαλέσει δυσφορία στην αναπνοή σε άτομα με παρατεταμένη έκθεση και δυσφορία σε άτομα με καρδιακές παθήσεις
355-424	Πολύ κακή κατάσταση (301- 400)	Μπορεί να προκαλέσει αναπνευστική ασθένεια στα άτομα με παρατεταμένη έκθεση. Η επίδραση μπορεί να είναι πιο έντονη σε άτομα με πνευμονικές και καρδιακές παθήσεις
≥ 425	Σοβαρή κατάσταση (>400)	Μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικά αποτελέσματα, ακόμη και σε υγιή άτομα και σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία σε άτομα με αναπνευστικά προβλήματα ή καρδιοπάθειες. Οι επιπτώσεις στην υγεία μπορεί να παρουσιαστούν ακόμα και με ελαφριά σωματική δραστηριότητα.

Για τον προσδιορισμό του βαθμού επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα του πίνακα 5.9 και δημιουργήθηκε με βάση αυτά ο αντίστοιχος Πίνακας 5.10. Η μετατροπή της εξαβάθμιας κλίμακας του πίνακα 5.9 στην τετραβάθμια του 5.10 έγινε με ενοποίηση των τεσσάρων ενδιάμεσων κατηγοριών, δηλαδή με την ενοποίηση της δεύτερης με την τρίτη κατηγορία και της τέταρτης με την

πέμπτη κατηγορία. Συγκεκριμένα στη κατηγορία καλής κατάστασης της ποιότητα του αέρα ($\leq 54 \mu\text{g}/\text{m}^3$) αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης ίσος με 1, η ικανοποιητική κατάσταση και η μέτρια κατάσταση ομαδοποιήθηκαν ($55\text{-}254 \mu\text{g}/\text{m}^3$) και αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης 2, η κακή κατάσταση και η πολύ κακή κατάσταση ομαδοποιήθηκαν ($255\text{-}424 \mu\text{g}/\text{m}^3$) και αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης 3, ενώ στη σοβαρή κατάσταση ($\geq 425 \mu\text{g}/\text{m}^3$) αποδόθηκε βαθμός επίπτωσης 4.

Πίνακας 5. 10: Προσδιορισμός καθοριζόμενης τιμής επίπτωσης του παράγοντα PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) στην ανθρώπινη υγεία.

Όρια σε σχέση με την επίπτωση στην ανθρώπινη υγεία ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Βαθμός επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία σύμφωνα με την βιβλιογραφία
≤ 54	1
55-254	2
255-424	3
≥ 425	4

Συνεπώς, στην περίπτωση που η μέτρηση της μέσης συγκέντρωσης αιωρούμενων σωματιδίων PM10 σε μια θέση εργασίας είναι ίση με $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, θα αποκτήσει σύμφωνα με τον Πίνακα 5.8 βαθμό απόκλισης από τα θεσμοθετημένα όρια ίσο με 3, ενώ βάσει του Πίνακα 5.10 θα αποκτήσει βαθμό επίπτωσης στην ανθρώπινη υγεία ίσο με 1. Το γινόμενο τους θα δώσει βαθμό επικινδυνότητας ίσο με 3, όπου με βάση τον Πίνακα 5.3 καθορίζει την επικινδυνότητα του βλαπτικού αυτού παράγοντα στην συγκεκριμένη θέση μέτρησης ως «Μέτρια».

5.4. Μεθοδολογία προσδιορισμού δυσaréσκειας οσμών

Για τον προσδιορισμό της δυσaréσκειας που ενδέχεται δημιουργούν οι δυσάρεστες οσμές δημιουργήθηκε ο Πίνακας 5.11 στον οποίο αποτυπώνεται ο χαρακτηρισμός της προκαλούμενης δυσaréσκειας σε σχέση με τα μετρούμενα επίπεδα οσμής σε αντικειμενικές μονάδες (Dilution to Threshold (D/T)) οι οποίες αποτελούν τον αριθμό αραιώσεων και χρησιμοποιούντε διεθνώς ως μονάδα μέτρησης της έντασης της οσμής. Η ταξινόμηση του πίνακα βασίστηκε στις αρχές λειτουργίας και στην κλίμακα D/T του οργάνου μετρήσεων Nasal Ranger [67].

Πίνακας 5.11: Προσδιορισμός δυσaréσκειας του παράγοντα της έντασης της οσμής (D/T).

Επίπεδο έντασης οσμής (D/T)	Χαρακτηρισμός δυσaréσκειας
0	Καθόλου
2	Ελάχιστη
4	Μέτρια
7	Μέτρια προς έντονη
15	Έντονη
30	Έντονη προς υπερβολικά έντονη
60	Υπερβολικά έντονη

Άρα, στην περίπτωση που η μέτρηση της έντασης της οσμής είναι ίση με 4 D/T, τότε σύμφωνα με τον Πίνακα 5.11, η δυσαρέσκεια θα χαρακτηριστεί ως «Μέτρια», ενώ στην περίπτωση μέτρησης ίση με 30 D/T η δυσαρέσκεια θα χαρακτηριστεί ως «Έντονη προς υπερβολική».

5.5. Ανάλυση και εκτίμηση επικινδυνότητας από τον θόρυβο

Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται η ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας από τον θόρυβο με την παρουσίαση και επεξήγηση των δεδομένων υπό την μορφή πινάκων και χωρικών απεικονίσεων. Αρχικά στο υποκεφάλαιο 5.5.1 παρουσιάζεται η εκτίμηση της επικινδυνότητας για τη σταθμισμένη ισοδύναμη στάθμη θορύβου δώρου L_{eq} (dBA) και 5.5.2 για τη κορυφοτιμή θορύβου L_{peak} (dBC).

5.5.1. Ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA)

Με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.1 υπολογίστηκε ο βαθμός επικινδυνότητας εξαιτίας της συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) καθώς και ο χαρακτηρισμός αυτής, όπως αποτυπώνονται στον Πίνακα 5.12 για τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. και στον Πίνακα 5.13 αντίστοιχα για τις μετρήσεις «On site».

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.12, τα σημεία μετρήσεων με μικρή επικινδυνότητα, αφορούν κυρίως εξωτερικούς χώρους εργασίας. Αντίθετα, μέτρια έως και πολύ υψηλή επικινδυνότητα εμφανίζεται στους εσωτερικούς χώρους του εργοστασίου. Η υψηλότερη επικινδυνότητα με χαρακτηρισμό «Πολύ υψηλή» αφορά τις θέσεις εσωτερικά του χώρου της μηχανικής διαλογής, και σχετίζεται με τη συνεχή λειτουργία των μηχανημάτων οπτικών διαχωριστών και μηχανικής διαλογής.

Πίνακας 5.12: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{eq}) με βάση τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Κωδική Ονομασία	Τομέας Εργασίας	L_{eq} (dBA)	Βαθμός επικινδυνότητας	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
1	GT01	Πύλη Εισόδου	56.30	2	Μικρή
2	FSE01	Νότια-Ανατολική Αντιτυρική Ζώνη	43.90	1	Μικρή
3	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	70.00	3	Μέτρια
4	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	63.50	2	Μικρή
5	FN01	Βόρεια Αντιτυρική Ζώνη	58.90	2	Μικρή

6	FW01	Δυτική Αντιτυρική Ζώνη	54.80	2	Μικρή
7	FS01	Νότια Αντιτυρική Ζώνη	55.60	2	Μικρή
8	MA01	Μηχανική Διαλογή	85.40	12	Πολύ υψηλή
9	MA02	Μηχανική Διαλογή Πλαστικών	85.30	12	Πολύ υψηλή
10	MA04	Οπτικοί Διαχωριστές	94.60	16	Πολύ υψηλή
11	HS01	Κύρια Εγκατάσταση Χειρωνακτικής	82.30	8	Υψηλή
12	MB01	Βιολογική Επεξεργασία	81.10	8	Υψηλή
13	KEL1	Κέντρο Μονάδας Ελέγχου	67.80	3	Μέτρια
14	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής ευμεγεθών	79.00	3	Μέτρια
15	BPO1	Διαλογή Ευμεγεθών	76.10	3	Μέτρια
16	RC03	Σχίστες εισερχόμενων	70.10	3	Μέτρια

Στον Πίνακα 5.13, παρατηρούμε ότι ο χώρος της μηχανικής διαλογής εμφανίζει σε μόλις τρία (3) από τα εκατό δύο (102) σημεία μετρήσεων, μικρή επικινδυνότητα. Στα περισσότερα σημεία η επικινδυνότητα χαρακτηρίζεται μέτρια, υψηλή και πολύ υψηλή.

Πίνακας 5.13: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{eq}) από τις μετρήσεις «On site».

A/A	Θέση	Συντεταγ- μένη y	Συντεταγ- μένη x	$L_{eq}(dBA)$	Βαθμός επικινδυνότητα	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητα
1	88	0	0	60.70	2	Μικρή
2	87	0	8	73.10	3	Μέτρια
3	86	0	16	72.60	3	Μέτρια
4	85	0	24	79.10	3	Μέτρια
5	84	0	32	73.50	3	Μέτρια
6	83	0	56	64.20	2	Μικρή
7	63	0	64	73.40	3	Μέτρια
8	64	0	72	76.10	3	Μέτρια
9	50	0	80	74.10	3	Μέτρια
10	49	0	88	74.00	3	Μέτρια

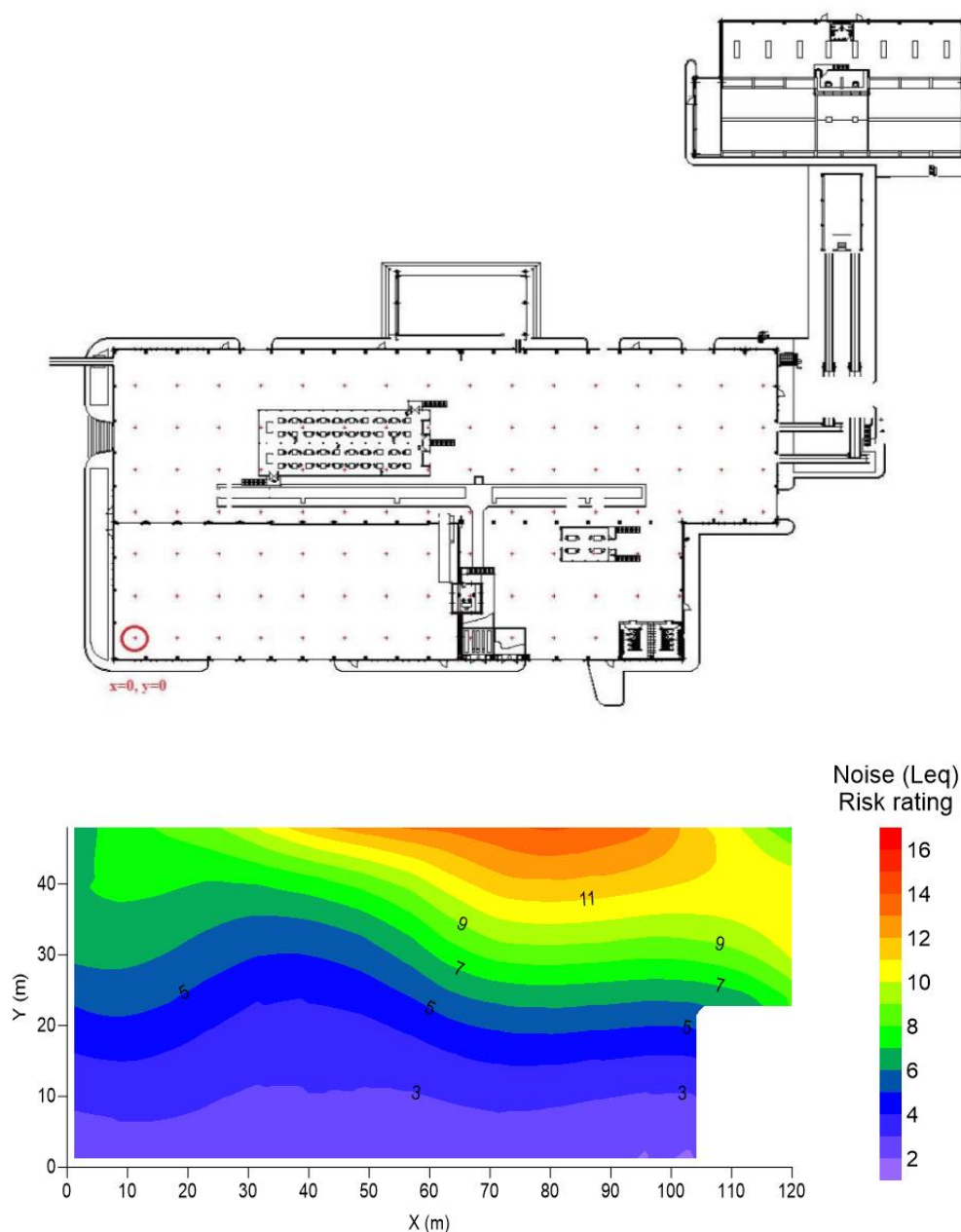
11	96	8	0	73.50	3	Μέτρια
12	97	8	8	73.70	3	Μέτρια
13	98	8	16	74.60	3	Μέτρια
14	90	8	24	68.80	3	Μέτρια
15	89	8	32	58.70	2	Μικρή
16	82	8	56	66.90	3	Μέτρια
17	62	8	64	71.10	3	Μέτρια
18	61	8	72	73.90	3	Μέτρια
19	51	8	80	74.30	3	Μέτρια
20	48	8	88	72.00	3	Μέτρια
21	47	8	96	68.80	3	Μέτρια
22	46	8	104	73.20	3	Μέτρια
23	95	16	0	72.00	3	Μέτρια
24	94	16	8	75.40	3	Μέτρια
25	93	16	16	75.50	3	Μέτρια
26	91	16	24	68.20	3	Μέτρια
27	92	16	32	68.30	3	Μέτρια
28	81	16	56	74.00	3	Μέτρια
29	65	16	64	78.80	3	Μέτρια
30	60	16	72	76.80	3	Μέτρια
31	52	16	80	74.70	3	Μέτρια
32	58	16	88	71.40	3	Μέτρια
33	56	16	96	74.90	3	Μέτρια
34	57	16	104	69.10	3	Μέτρια
35	74	24	0	78.30	3	Μέτρια
36	67	24	8	84.50	8	Υψηλή
37	75	24	16	81.00	8	Υψηλή
38	76	24	24	79.70	3	Μέτρια
39	77	24	32	78.60	3	Μέτρια
40	78	24	40	78.70	3	Μέτρια

41	79	24	48	79.00	3	Μέτρια
42	80	24	56	77.90	3	Μέτρια
43	66	24	64	82.80	8	Υψηλή
44	59	24	72	75.80	3	Μέτρια
45	53	24	80	74.40	3	Μέτρια
46	54	24	88	75.20	3	Μέτρια
47	55	24	96	77.90	3	Μέτρια
48	34	24	104	77.90	3	Μέτρια
49	33	24	112	74.10	3	Μέτρια
50	32	24	120	80.40	8	Υψηλή
51	73	32	0	81.50	8	Υψηλή
52	68	32	8	83.30	8	Υψηλή
53	71	32	16	81.90	8	Υψηλή
54	40	32	24	83.20	8	Υψηλή
55	39	32	32	77.40	3	Μέτρια
56	38	32	40	73.90	3	Μέτρια
57	37	32	48	71.40	3	Μέτρια
58	36	32	56	72.50	3	Μέτρια
59	25	32	64	85.30	12	Πολύ υψηλή
60	26	32	72	87.60	16	Πολύ υψηλή
61	27	32	80	86.30	12	Πολύ υψηλή
62	28	32	88	86.30	12	Πολύ υψηλή
63	29	32	96	84.90	8	Υψηλή
64	30	32	104	85.10	12	Πολύ υψηλή
65	31	32	112	85.60	12	Πολύ υψηλή
66	17	32	120	87.40	16	Πολύ υψηλή
67	72	40	0	81.00	8	Υψηλή
68	69	40	8	83.40	8	Υψηλή
69	70	40	16	82.90	8	Υψηλή
70	41	40	24	78.40	3	Μέτρια

71	42	40	32	77.20	3	Μέτρια
72	43	40	40	78.10	3	Μέτρια
73	44	40	48	78.90	3	Μέτρια
74	45	40	56	77.90	3	Μέτρια
75	24	40	64	85.80	12	Πολύ υψηλή
76	23	40	72	87.30	16	Πολύ υψηλή
77	22	40	80	85.90	12	Πολύ υψηλή
78	21	40	88	86.40	12	Πολύ υψηλή
79	20	40	96	86.50	12	Πολύ υψηλή
80	19	40	104	85.30	12	Πολύ υψηλή
81	18	40	112	87.20	16	Πολύ υψηλή
82	16	40	120	85.20	12	Πολύ υψηλή
83	12	48	0	75.90	3	Μέτρια
84	11	48	8	82.00	8	Υψηλή
85	10	48	16	83.20	8	Υψηλή
86	9	48	24	84.30	8	Υψηλή
87	8	48	32	86.90	12	Πολύ υψηλή
88	7	48	40	88.40	16	Πολύ υψηλή
89	6	48	48	87.10	16	Πολύ υψηλή
90	5	48	56	87.00	16	Πολύ υψηλή
91	4	48	64	86.00	12	Πολύ υψηλή
92	3	48	72	86.70	12	Πολύ υψηλή
93	2	48	80	87.60	16	Πολύ υψηλή
94	1	48	88	86.90	12	Πολύ υψηλή
95	15	48	96	87.70	16	Πολύ υψηλή
96	14	48	104	83.50	8	Υψηλή
97	13	48	112	84.30	8	Υψηλή
98	35	48	120	78.40	3	Μέτρια
99	MA04			90.20	16	Πολύ υψηλή
100	HS01			76.00	3	Μέτρια

101	HB01	76.80	3	Μέτρια
102	WCM 1	74.60	3	Μέτρια

Για την απεικόνιση της χωρικής μεταβολής του βαθμού επικινδυνότητας εξαιτίας της συνεχούς έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) από τις «On site» μετρήσεις στην εγκατάσταση, δημιουργήθηκε ο χάρτης κινδύνου που παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.1.



Σχήμα 5.1: Χάρτης χωρικής κατανομής της επικινδυνότητας του παράγοντα L_{eq} (dBA) από τις μετρήσεις «On site».

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.1, παρατηρούμε ότι οι ισοκαμπύλες κατανέμουν τις ζώνες κινδύνου του παράγοντα L_{eq} (dBA), με τη χαμηλότερη επικινδυνότητα να παρουσιάζεται στο κάτω τμήμα του χώρου της εγκατάστασης, ενώ η υψηλότερη στο πάνω. Οι μεταβολές των ζωνών επικινδυνότητας έχουν σχεδόν ομαλή σχετικά μεταβολή σε όλο τον χώρο της εγκατάστασης, εκτός από τα σημεία που βρίσκονται στο κέντρο δεξιά, όπου είναι λίγο πιο έντονη. Οι περιοχές που βρίσκονται, στο επίπεδο του μη αποδεκτού κινδύνου είναι αυτές που βρίσκονται από την ζώνη με βαθμό επικινδυνότητας 6 και πάνω, δηλαδή στους χώρους της μηχανικής διαλογής με την χρήση μηχανημάτων (βαλλιστικοί διαχωριστές, οπτικοί διαχωριστές κ.α.) και στον χώρο της κύριας χειρωνακτικής διαλογής. Στην κάτω μεριά του κτιρίου, όπου βρίσκονται ο χώρος υποδοχής και τροφοδοσίας υλικών διαλογής στην πηγή και η μονάδα αποθήκευσης ανακτημένων υλικών το επίπεδο του κινδύνου χαρακτηρίζεται ως αποδεκτό.

5.5.2. Ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμή θορύβου L_{peak} (dBC)

Με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.2.2 υπολογίστηκε ο χαρακτηρισμός της επικινδυνότητας εξαιτίας της έκθεσης του εργαζομένου σε θόρυβο με βάση τις κορυφοτιμές θορύβου L_{peak} (dBC), όπως δίνονται στον Πίνακα 5.14 για τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. και στον Πίνακα 5.15 αντίστοιχα για τις μετρήσεις «On site».

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.14, όλα τα σημεία μετρήσεων εμφανίζουν μικρή επικινδυνότητα, κάτι που δείχνει ότι κατά την λειτουργία του εργοστασίου δεν παρουσιάζονται θόρυβοι αιχμής υψηλής έντασης.

Πίνακας 5.14: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{peak}) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Κωδική Ονομασία	Τομέας Εργασίας	L_{peak} (dBC)	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
1	GT01	Πύλη Εισόδου	94.70	Μικρή
2	FSE01	Νότια-Ανατολική Αντιπυρική Ζώνη	95.70	Μικρή
3	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	108.80	Μικρή
4	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	100.60	Μικρή
5	FN01	Βόρεια Αντιπυρική Ζώνη	96.30	Μικρή
6	FW01	Δυτική Αντιπυρική Ζώνη	88.30	Μικρή
7	FS01	Νότια Αντιπυρική Ζώνη	97.80	Μικρή

8	MA01	Μηχανική Διαλογή	108.10	Μικρή
9	MA02	Μηχανική Διαλογή Πλαστικών	114.20	Μικρή
10	MA04	Οπτικοί Διαχωριστές	115.20	Μικρή
11	HS01	Κύρια Εγκατάσταση Χειρωνακτικής διαλογής	116.10	Μικρή
12	MB01	Βιολογική Επεξεργασία	109.70	Μικρή
13	KEL1	Κέντρο Μονάδας Ελέγχου	96.20	Μικρή
14	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής Ευμεγεθών	108.70	Μικρή
15	BPO1	Διαλογή Ευμεγεθών	103.60	Μικρή
16	RC03	Σχιστές Εισερχόμενων Απορριμμάτων	103.30	Μικρή

Ομοίως και στον Πίνακα 5.15, όλα τα σημεία μετρήσεων εμφανίζουν μικρή επικινδυνότητα.

Πίνακας 5.15: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για τον θόρυβο (L_{peak}) από τις μετρήσεις «On site».

A/A	Θέση	Συντεταγμένη y (m)	Συντεταγμένη x (m)	$L_{peak}(dBC)$	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
1	88	0	0	96.90	Μικρή
2	87	0	8	101.80	Μικρή
3	86	0	16	114.60	Μικρή
4	85	0	24	128.20	Μικρή
5	84	0	32	101.60	Μικρή
6	83	0	56	84.80	Μικρή
7	63	0	64	98.30	Μικρή
8	64	0	72	108.60	Μικρή
9	50	0	80	97.40	Μικρή
10	49	0	88	104.00	Μικρή
11	96	8	0	109.90	Μικρή
12	97	8	8	108.70	Μικρή

13	98	8	16	102.00	Μικρή
14	90	8	24	102.40	Μικρή
15	89	8	32	101.80	Μικρή
16	82	8	56	94.20	Μικρή
17	62	8	64	102.20	Μικρή
18	61	8	72	102.20	Μικρή
19	51	8	80	99.70	Μικρή
20	48	8	88	93.60	Μικρή
21	47	8	96	93.10	Μικρή
22	46	8	104	95.00	Μικρή
23	95	16	0	108.10	Μικρή
24	94	16	8	107.60	Μικρή
25	93	16	16	104.80	Μικρή
26	91	16	24	92.20	Μικρή
27	92	16	32	91.40	Μικρή
28	81	16	56	100.20	Μικρή
29	65	16	64	102.20	Μικρή
30	60	16	72	101.70	Μικρή
31	52	16	80	104.70	Μικρή
32	58	16	88	98.80	Μικρή
33	56	16	96	104.40	Μικρή
34	57	16	104	91.70	Μικρή
35	74	24	0	101.80	Μικρή
36	67	24	8	106.60	Μικρή
37	75	24	16	105.60	Μικρή
38	76	24	24	104.80	Μικρή
39	77	24	32	98.50	Μικρή
40	78	24	40	98.40	Μικρή
41	79	24	48	105.20	Μικρή
42	80	24	56	109.20	Μικρή

43	66	24	64	108.30	Μικρή
44	59	24	72	100.60	Μικρή
45	53	24	80	95.50	Μικρή
46	54	24	88	102.60	Μικρή
47	55	24	96	107.80	Μικρή
48	34	24	104	104.80	Μικρή
49	33	24	112	96.80	Μικρή
50	32	24	120	107.40	Μικρή
51	73	32	0	101.60	Μικρή
52	68	32	8	106.80	Μικρή
53	71	32	16	107.00	Μικρή
54	40	32	24	115.60	Μικρή
55	39	32	32	106.00	Μικρή
56	38	32	40	97.70	Μικρή
57	37	32	48	98.50	Μικρή
58	36	32	56	103.10	Μικρή
59	25	32	64	109.40	Μικρή
60	26	32	72	117.90	Μικρή
61	27	32	80	113.40	Μικρή
62	28	32	88	113.50	Μικρή
63	29	32	96	105.20	Μικρή
64	30	32	104	117.20	Μικρή
65	31	32	112	114.00	Μικρή
66	17	32	120	112.70	Μικρή
67	72	40	0	108.00	Μικρή
68	69	40	8	108.70	Μικρή
69	70	40	16	112.10	Μικρή
70	41	40	24	106.60	Μικρή

71	42	40	32	102.90	Μικρή
72	43	40	40	106.20	Μικρή
73	44	40	48	112.90	Μικρή
74	45	40	56	104.10	Μικρή
75	24	40	64	112.50	Μικρή
76	23	40	72	116.30	Μικρή
77	22	40	80	111.20	Μικρή
78	21	40	88	110.60	Μικρή
79	20	40	96	115.40	Μικρή
80	19	40	104	108.40	Μικρή
81	18	40	112	113.10	Μικρή
82	16	40	120	112.00	Μικρή
83	12	48	0	101.10	Μικρή
84	11	48	8	130.70	Μικρή
85	10	48	16	110.60	Μικρή
86	9	48	24	110.40	Μικρή
87	8	48	32	112.70	Μικρή
88	7	48	40	113.90	Μικρή
89	6	48	48	109.40	Μικρή
90	5	48	56	110.70	Μικρή
91	4	48	64	119.30	Μικρή
92	3	48	72	119.30	Μικρή
93	2	48	80	114.20	Μικρή
94	1	48	88	114.50	Μικρή
95	15	48	96	113.10	Μικρή
96	14	48	104	108.30	Μικρή
97	13	48	112	110.40	Μικρή

98	35	48	120	101.90	Μικρή
99	MA04			115.50	Μικρή
100	HS01			100.80	Μικρή
101	HB01			113.70	Μικρή
102	WCM1			103.80	Μικρή

Στην περίπτωση του παράγοντα L_{peak} (dBC) από τις μετρήσεις «On site», δεν κατασκευάστηκε χάρτης επικινδυνότητας, καθώς η επικινδυνότητα που προέκυψε είχε παντού τον ίδιο χαρακτηρισμό (Μικρή).

5.6. Ανάλυση και εκτίμηση επικινδυνότητας από Αιωρούμενα Στερεά Σωματίδια PM10

Με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.3 υπολογίστηκε ο βαθμός επικινδυνότητας εξαιτίας της έκθεσης του εργαζομένου σε σκόνη με βάση την μέση μετρούμενη συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) καθώς και ο χαρακτηρισμός αυτής, όπως δίνεται στον Πίνακα 5.16 για τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. και στον Πίνακα 5.17 αντίστοιχα για τις μετρήσεις «On site».

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.16, μόλις τρία (3) σημεία μετρήσεων εμφανίζουν μικρή επικινδυνότητα, ενώ τα περισσότερα σημεία εμφανίζουν μέτρια έως και πολύ υψηλή επικινδυνότητα. Η υψηλότερη επικινδυνότητα με χαρακτηρισμό «Πολύ υψηλή» αφορά θέσεις σε χώρους εσωτερικά των εγκαταστάσεων αλλά και εξωτερικούς χώρους του εργοστασίου. Στους εσωτερικούς χώρους οφείλεται στη συνεχή λειτουργία των μηχανημάτων διαλογής και τη συνεχή διακίνηση των υλικών, ενώ στους εξωτερικούς χώρους κυρίως στην κίνηση βαρέων οχημάτων αλλά και λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών.

Πίνακας 5.16: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για αιωρούμενα στερεά σωματίδια (PM10) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Κωδική Ονομασία	Περιγραφή Τομέα Εργασίας	Μέση τιμή PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Βαθμός επικινδυνότητας	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
1	GT01	Πύλη Εισόδου	299.00	12	Πολύ υψηλή

2	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	38.00	3	Μέτρια
3	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	44.00	3	Μέτρια
4	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	29.00	2	Μικρή
5	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	27.00	2	Μικρή
6	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	37.00	3	Μέτρια
7	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	60.00	8	Υψηλή
8	MA01	Αίθουσα Μηχανικής Διαλογής	365.00	12	Πολύ υψηλή
9	MA02	Αίθουσα Μηχανικής Διαλογής Πλαστικών	195.00	8	Υψηλή
10	MA04	Οπτικοί Διαχωριστές	488.00	16	Πολύ υψηλή
11	HS01	Κύρια Χειρωνακτικής διαλογής	345.00	12	Πολύ υψηλή
12	MB05	Μηχανική Διαλογή	226.00	8	Υψηλή
13	KEL1	Κέντρο Ελέγχου	49.00	3	Μέτρια
14	HB01	Χειρωνακτικής διαλογής Ευμεγεθών	180.00	8	Υψηλή
15	BP01	Βιολογική Επεξεργασία	154.00	8	Υψηλή
16	KEL2	Κέντρο Ελέγχου	427.00	16	Πολύ υψηλή
17	KEL2	Κέντρο Ελέγχου	351.00	12	Πολύ υψηλή
18	RC03	Πρέσες Υλικών	27.00	2	Μικρή

Στον Πίνακα 5.17, παρατηρούμε ότι ο χώρος της μηχανικής διαλογής εμφανίζει σε αρκετά σημεία μετρήσεων μικρή επικινδυνότητα, όμως στα περισσότερα σημεία η επικινδυνότητα χαρακτηρίζεται υψηλή. Πολύ υψηλή επικινδυνότητα εμφανίζεται μόνο σε τρία (3) σημεία, τα οποία όμως βρίσκονται κοντά στις θέσεις χειρωνακτικής διαλογής.

Πίνακας 5.17: Εκτίμηση της επικινδυνότητας για αιωρούμενα στερεά σωματίδια (PM10) από τις μετρήσεις «On site».

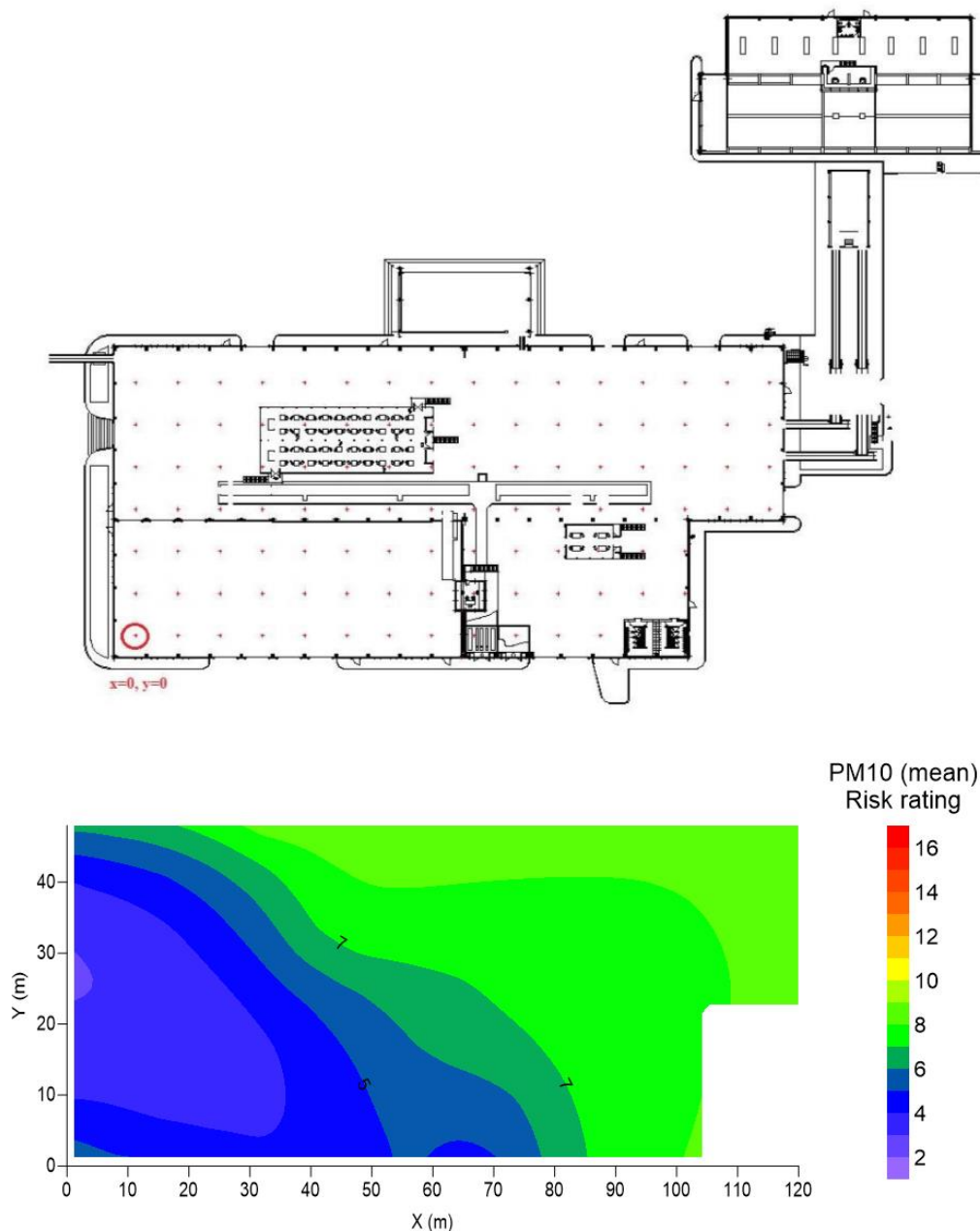
A/A	Θέση	Συντεταγ- μένη y (m)	Συντεταγ- μένη x (m)	Μέση τιμή PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Βαθμός επικινδυνότητας	Χαρακτηρισμός επικινδυνότητας
1	88	0	0	56.00	8	Υψηλή
2	87	0	8	54.00	4	Μέτρια
3	86	0	16	55.00	8	Υψηλή
4	85	0	24	69.00	8	Υψηλή
5	84	0	32	26.00	2	Μικρή
6	83	0	56	133.00	8	Υψηλή
7	63	0	64	39.00	3	Μέτρια
8	64	0	72	38.00	3	Μέτρια
9	50	0	80	110.00	8	Υψηλή
10	49	0	88	115.00	8	Υψηλή
11	96	8	0	34.00	2	Μικρή
12	97	8	8	52.00	4	Μέτρια
13	98	8	16	34.00	2	Μικρή
14	90	8	24	16.00	1	Μικρή
15	89	8	32	43.00	3	Μέτρια
16	82	8	56	130.00	8	Υψηλή
17	62	8	64	39.00	3	Υψηλή
18	61	8	72	5.00	1	Μικρή
19	51	8	80	115.00	8	Υψηλή
20	48	8	88	127.00	8	Υψηλή
21	47	8	96	105.00	8	Υψηλή
22	46	8	104	68.00	8	Υψηλή
23	95	16	0	50.00	4	Μέτρια
24	94	16	8	51.00	4	Μέτρια
25	93	16	16	36.00	3	Μέτρια
26	91	16	24	23.00	1	Μικρή

27	92	16	32	21.00	1	Μικρή
28	81	16	56	118.00	8	Υψηλή
29	65	16	64	57.00	8	Υψηλή
30	60	16	72	65.00	8	Υψηλή
31	52	16	80	106.00	8	Υψηλή
32	58	16	88	74.00	8	Υψηλή
33	56	16	96	69.00	8	Υψηλή
34	57	16	104	94.00	8	Υψηλή
35	74	24	0	32.00	2	Υψηλή
36	67	24	8	34.00	2	Μικρή
37	75	24	16	37.00	3	Μέτρια
38	76	24	24	35.00	2	Μικρή
39	77	24	32	36.00	2	Μικρή
40	78	24	40	36.00	2	Μικρή
41	79	24	48	40.00	3	Μέτρια
42	80	24	56	54.00	4	Μέτρια
43	66	24	64	38.00	3	Μέτρια
44	59	24	72	55.00	8	Υψηλή
45	53	24	80	85.00	8	Υψηλή
46	54	24	88	108.00	8	Υψηλή
47	55	24	96	101.00	8	Υψηλή
48	34	24	104	79.00	8	Υψηλή
49	33	24	112	105.00	8	Υψηλή
50	32	24	120	101.00	8	Υψηλή
51	73	32	0	30.00	2	Μικρή
52	68	32	8	31.00	2	Μικρή
53	71	32	16	30.00	2	Μικρή
54	40	32	24	51.00	4	Μέτρια
55	39	32	32	50.00	4	Μέτρια
56	38	32	40	700.00	16	Πολύ υψηλή

57	37	32	48	900.00	16	Πολύ υψηλή
58	36	32	56	116.00	8	Υψηλή
59	25	32	64	206.00	8	Υψηλή
60	26	32	72	198.00	8	Υψηλή
61	27	32	80	160.00	8	Υψηλή
62	28	32	88	192.00	8	Υψηλή
63	29	32	96	250.00	8	Υψηλή
64	30	32	104	123.00	8	Υψηλή
65	31	32	112	103.00	8	Υψηλή
66	17	32	120	153.00	8	Υψηλή
67	72	40	0	31.00	2	Μικρή
68	69	40	8	47.00	3	Μέτρια
69	70	40	16	33.00	2	Μικρή
70	41	40	24	48.00	3	Μέτρια
71	42	40	32	49.00	3	Μέτρια
72	43	40	40	80.00	8	Υψηλή
73	44	40	48	78.00	8	Υψηλή
74	45	40	56	57.00	8	Υψηλή
75	24	40	64	200.00	8	Υψηλή
76	23	40	72	169.00	8	Υψηλή
77	22	40	80	140.00	8	Υψηλή
78	21	40	88	135.00	8	Υψηλή
79	20	40	96	138.00	8	Υψηλή
80	19	40	104	154.00	8	Υψηλή
81	18	40	112	102.00	8	Υψηλή
82	16	40	120	120.00	8	Υψηλή
83	12	48	0	106.00	8	Υψηλή
84	11	48	8	131.00	8	Υψηλή
85	10	48	16	114.00	8	Υψηλή
86	9	48	24	121.00	8	Υψηλή

87	8	48	32	291.00	12	Πολύ υψηλή
88	7	48	40	144.00	8	Υψηλή
89	6	48	48	136.00	8	Υψηλή
90	5	48	56	144.00	8	Υψηλή
91	4	48	64	120.00	8	Υψηλή
92	3	48	72	129.00	8	Υψηλή
93	2	48	80	172.00	8	Υψηλή
94	1	48	88	170.00	8	Υψηλή
95	15	48	96	133.00	8	Υψηλή
96	14	48	104	143.00	8	Υψηλή
97	13	48	112	116.00	8	Υψηλή
98	35	48	120	112.00	8	Υψηλή
99	MA04			164.00	8	Υψηλή
100	HS01			142.00	8	Υψηλή
101	HB01			152.00	8	Υψηλή
102	WCM1			29.00	2	Μικρή

Για την γενική εκτίμηση της χωρικής μεταβολής του βαθμού της επικινδυνότητας που προκύπτει από τις τιμές της μέσης συγκέντρωσης PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) από τις «On site» μετρήσεις στην εγκατάσταση, δημιουργήθηκε ο χάρτης κινδύνου που παρουσιάζεται στο Σχήμα 5.2.



Σχήμα 5.2: Χάρτης χωρικής μεταβολής της επικινδυνότητας λόγω αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) από τις μετρήσεις «On site».

Σύμφωνα με το Σχήμα 5.2, παρατηρούμε από τις ισοκαμπύλες επικινδυνότητας ότι η χαμηλότερη επικινδυνότητα παρουσιάζεται στο κάτω αριστερό τμήμα του χώρου της εγκατάστασης, ενώ η υψηλότερη στο πάνω δεξιό. Η χωρική μεταβολή είναι σχετικά ομαλή. Οι υψηλότερες τιμές επικινδυνότητας που εμφανίζονται στο άνω και δεξιό τμήμα της εγκατάστασης σχετίζεται με την ύπαρξη και λειτουργία των μηχανημάτων της μηχανικής διαλογής, ενώ οι χαμηλότερες τιμές επικινδυνότητας στο κάτω αριστερό τμήμα σχετίζονται με την έλλειψη της έντονης δραστηριότητας μηχανημάτων και εξοπλισμού στα τμήματα αυτά. Οι περιοχές που βρίσκονται, στο επίπεδο του μη

αποδεκτού κινδύνου είναι αυτές που βρίσκονται από την ζώνη με βαθμό επικινδυνότητας 6 και πάνω, δηλαδή στους χώρους της μηχανικής διαλογής με την χρήση μηχανημάτων (βαλλιστικοί διαχωριστές, οπτικοί διαχωριστές κ.α.) και στον χώρο της κύριας χειρωνακτικής διαλογής. Στην κάτω και αριστερή μεριά του κτιρίου, όπου βρίσκονται ο χώρος υποδοχής και τροφοδοσίας υλικών διαλογής στην πηγή και η μονάδα αποθήκευσης ανακτημένων υλικών το επίπεδο του κινδύνου χαρακτηρίζεται ως αποδεκτό.

5.7. Ανάλυση και εκτίμηση δυσaréσκειας οσμών

Με την μεθοδολογία που αναπτύχθηκε στο υποκεφάλαιο 5.4 υπολογίστηκε ο χαρακτηρισμός της δυσaréσκειας, εξαιτίας της έκθεσης του εργαζομένου σε δυσάρεστες οσμές με βάση την μετρούμενα επίπεδα οσμής σε αντικειμενικές μονάδες αραίωσης (D/T), όπως αποτυπώνονται στον Πίνακα 5.18 για τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π. της μονάδας.

Όπως φαίνεται στον Πίνακα 5.18, μόλις σε ένα (1) σημείο μέτρησης εμφανίζεται έντονη προς υπερβολικά έντονη δυσaréσκεια, ενώ τα περισσότερα σημεία εμφανίζουν ελάχιστη έως και μέτρια προς έντονη δυσaréσκεια. Η υψηλότερη δυσaréσκεια με χαρακτηρισμό «Έντονη προς υπερβολικά έντονη» αφορά θέση που βρίσκεται στην αντιπυρική ζώνη και που βρίσκεται σε κοντινή απόσταση από τα ΧΥΤΑ. Είναι δεδομένο ότι σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας απορριμμάτων, θα υπάρχουν δυσάρεστες οσμές, παρόλα αυτά στην περίπτωση της βιομηχανικής μονάδας επεξεργασίας και διαχείρισης αποβλήτων «ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων», η γενική κατάσταση του χώρου προς την δυσaréσκεια εξαιτίας της έντασης των οσμών δεν φαίνεται να αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα.

Πίνακας 5. 18: Εκτίμηση της δυσaréσκειας του παράγοντα της έντασης της οσμής (D/T) από τις μετρήσεις της ΕΣ.Υ.Π.Π..

A/A	Θέση	Περιγραφή Εργασίας	Ένταση Οσμής (D/T)	Χαρακτηρισμός δυσaréσκειας
1	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2	Ελάχιστη
2	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
3	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
4	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
5	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
6	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη

7	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
8	GT01	Πύλη Εισόδου	4	Μέτρια
9	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0	Καθόλου
10	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2	Ελάχιστη
11	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
12	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
13	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
14	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
15	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
16	GT01	Πύλη Εισόδου	4	Μέτρια
17	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	2	Ελάχιστη
18	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
19	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	4	Μέτρια
20	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
21	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
22	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
23	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
24	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
25	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
26	GT01	Πύλη Εισόδου	4	Μέτρια

27	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	2	Ελάχιστη
28	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	0	Καθόλου
29	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
30	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
31	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
32	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
33	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
34	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
35	GT01	Πύλη Εισόδου	2	Ελάχιστη
36	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0	Καθόλου
37	GT01	Πύλη Εισόδου	0	Καθόλου
38	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
39	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2	Ελάχιστη
40	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
41	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
42	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
43	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
44	GT01	Πύλη Εισόδου	7	Μέτρια προς έντονη
45	RD02	Σχίστες Απορριμμάτων	0	Καθόλου
46	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη

47	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2	Ελάχιστη
48	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
49	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	7	Μέτρια προς έντονη
50	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
51	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	30	Έντονη προς υπερβολικά έντονη
52	GT01	Πύλη Εισόδου	0	Καθόλου
53	FSW01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη
54	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	2	Ελάχιστη
55	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
56	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
57	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	4	Μέτρια
58	GT01	Πύλη Εισόδου	2	Ελάχιστη
59	FSE01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
60	BT01	Βιολογική Επεξεργασία	0	Καθόλου
61	FN01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
62	FNW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
63	FW01	Αντιπυρική Ζώνη	0	Καθόλου
64	FS01	Αντιπυρική Ζώνη	2	Ελάχιστη

5.8 Ενδεικτικά μέτρα διαχείρισης επαγγελματικού κινδύνου-Προτάσεις

Ως ενδεικτικά μέτρα διαχείρισης του επαγγελματικού κινδύνου για τους φυσικούς παράγοντες που μελετήθηκαν προτείνονται τα παρακάτω:

A) Όσον αφορά την ηχητική όχληση, στα σημεία της μηχανικής διαλογής και βιολογικής επεξεργασίας, όπου η επικινδυνότητα είναι υψηλή συνίστανται:

1. Τακτικά ολιγόλεπτα διαλείμματα ιδίως εκεί όπου η ένταση ήχου ήταν άνω των 85 dBA. Πιο συγκεκριμένα η εργάσιμη ώρα προτιμάται να έχει διάρκεια 45 λεπτών και τα 15 υπολειπόμενα λεπτά να είναι ο χρόνος του ολιγόλεπτου διαλείμματος.
2. Αλλαγή προσωπικού εβδομαδιαίως και ενημέρωση από εκπρόσωπο της ΕΣ.Υ.Π.Π., σχετικά με την ανάληψη καθηκόντων του εργατικού δυναμικού, την επικινδυνότητα της εργασίας που πρόκειται να εκπονήσει καθώς και για τους προβλεπόμενους κανόνες ασφαλούς συμπεριφοράς. Αυτό προτείνεται κυρίως για να αποφεύγεται η συνθήκη μονοτονίας κατά την εργασία αλλά και για τη συνεχή επιμόρφωση του εργατικού δυναμικού.
3. Χρήση ακουστικών τύπου «headsets» από όλο το εργατικό δυναμικό. Τα ακουστικά αυτού του τύπου επιτρέπουν τη μείωση της έντασης του λαμβανόμενου ηχητικού κύματος αλλά συγχρόνως αφήνουν περιθώριο ηχητικής αντίληψης του περιβάλλοντος χώρου εργασίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση επικινδυνότητας ηχητικής όχλησης, χωρίς την αύξηση επικινδυνότητας από άλλους παράγοντες κινδύνου.
4. Επισήμανση των χώρων εργασίας με υψηλή ηχοστάθμη θορύβου σύμφωνα με τον εξαγόμενο χάρτη κατανομής της επικινδυνότητας (Σχήμα 5.1)

B) Όσον αφορά την επικινδυνότητα που προκύπτει από αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10, στα σημεία της μηχανικής διαλογής, χειρωνακτικής διαλογής περιμετρικής οδού και κέντρων ελέγχου, όπου η επικινδυνότητα είναι υψηλή συνίστανται:

1. Τακτικά ολιγόλεπτα διαλείμματα. Πιο συγκεκριμένα η εργάσιμη ώρα προτιμάται να έχει διάρκεια 45 λεπτών και τα 15 υπολειπόμενα λεπτά να είναι ο χρόνος του ολιγόλεπτου διαλείμματος.
2. Χρήση μυζητικών ανεμιστήρων εξαερισμού με φίλτρο ανακυκλοφορίας αέρα στις κλειστές αίθουσες της εγκατάστασης.
3. Αλλαγή προσωπικού εβδομαδιαίως και ενημέρωση από εκπρόσωπο της ΕΣ.Υ.Π.Π., σχετικά με την ανάληψη καθηκόντων του εργατικού δυναμικού, την επικινδυνότητα της εργασίας που πρόκειται να εκπονήσει καθώς και για τους προβλεπόμενους κανόνες ασφαλούς συμπεριφοράς. Αυτό προτείνεται κυρίως για να αποφεύγεται η συνθήκη μονοτονίας κατά την εργασία αλλά και για τη συνεχή επιμόρφωση του εργατικού δυναμικού.
4. Χρήση μασκών φίλτρου τύπου «KN 95/FFP2» από όλο το εργατικό δυναμικό, ιδίως στους χώρους υψηλής επικινδυνότητας που προαναφέρθηκαν. Η χρήση αυτού

του τύπου μάσκας αποτρέπει την εισπνοή αιωρούμενων στερεών σωματιδίων μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης μόνιμης βλάβης στο μέλλον.

5. Επισημάνση των χώρων εργασίας με υψηλή συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων PM10 σύμφωνα με τον εξαγόμενο χάρτη κατανομής της επικινδυνότητας (Σχήμα 5.2).

Γ) Όσον αφορά την δυσαρέσκεια που προκαλείται από την οσμή, η εστίαση προσοχής πρέπει να δοθεί στα σημεία τα οποία αποτίθενται τα απορρίμματα, είτε σαν πρώτος χώρος απόθεσης είτε σαν χώρος βιολογικής επεξεργασίας, καθώς αποτελούν την πηγή έκλυσης δυσάρεστων οσμών. Έτσι λοιπόν συνίσταται:

1. Διαμόρφωση κλειστής εγκατάστασης αρχικής απόθεσης απορριμμάτων.
2. Χρήση μυζητικών ανεμιστήρων εξαερισμού με φίλτρο ανακυκλοφορίας αέρα στις κλειστές εγκαταστάσεις.
3. Αλλαγή προσωπικού εβδομαδιαίως και ενημέρωση από εκπρόσωπο της ΕΣ.Υ.Π.Π.. σχετικά με την ανάληψη καθηκόντων του εργατικού δυναμικού, την επικινδυνότητα της εργασίας που πρόκειται να εκπονήσει καθώς και για τους προβλεπόμενους κανόνες ασφαλούς συμπεριφοράς. Αυτό προτείνεται κυρίως για να αποφεύγεται η συνθήκη μονοτονίας κατά την εργασία αλλά και για τη συνεχή επιμόρφωση του εργατικού δυναμικού.
4. Χρήση μασκών φίλτρου τύπου «KN 95/FFP2» από όλο το εργατικό δυναμικό, ιδίως στους χώρους υψηλής επικινδυνότητας που προαναφέρθηκαν. Η χρήση αυτού του τύπου μάσκας αποτρέπει σε μεγάλο βαθμό την εισπνοή δυσάρεστων οσμών.

6. Συμπεράσματα - Προτάσεις

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή αναπτύχθηκε μεθοδολογία για την αξιολόγηση των συνήθων βλαπτικών παραγόντων στον κλάδο της μηχανικής ανακύκλωσης απορριμμάτων και υπολογισμό της σχετιζόμενης με αυτούς επικινδυνότητας. Ως παράδειγμα εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε η μονάδα του Εργοστασίου Μηχανικής Ανακύκλωσης και Κομποστοποίησης και του Χώρου Υγειονομικής Ταφής του Νομού Χανίων. Οι βλαπτικοί παράγοντες που εξετάστηκαν ήταν ο θόρυβος, τα αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 και η οσμή. Από την ανάλυση και εκτίμηση της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης των εργαζομένων στους ανωτέρω βλαπτικούς παράγοντες προέκυψαν τα παρακάτω:

Όσον αφορά τη συνεχή έκθεση των εργαζομένων σε θόρυβο με βάση την ισοδύναμη στάθμη θορύβου του οκταώρου L_{eq} (dBA) διαπιστώθηκε ότι:

- Η μέση τιμή των μετρήσεων της ΕΣ.Υ.Π.Π (70.29(dBA)) και των «On site» (78.63(dBA)) για την ισοδύναμη στάθμη θορύβου δεν ξεπερνάει τα θεσπισμένα από τη νομοθεσία όρια, παρόλα αυτά οι τιμές των μετρήσεων σε αρκετές περιπτώσεις (θέσεις εργασίας) τα υπερβαίνουν καθώς κυμαίνονται μεταξύ 43.90-94.60(dBA).
- Στα σημεία μηχανικής διαλογής εμφανίζουν πολύ υψηλή επικινδυνότητα λόγω θορύβου. Αυτό οφείλεται κυρίως στη λειτουργία των μηχανικών μέσων (οπτικοί διαχωριστές, πρέσες, μαγνητικοί διαχωριστές κλπ).
- Τα σημεία βιολογικής επεξεργασίας εμφανίζουν μέτρια προς υψηλή επικινδυνότητα. Αυτό οφείλεται κυρίως στη λειτουργία μηχανοκίνητων μέσων για τη μεταφορά του βιολογικού απορρίμματος στους βιομηχανικούς χώρους προσωρινής απόθεσης.
- Τα περισσότερα σημεία ελέγχου εμφανίζουν μέτρια επικινδυνότητα, ενώ η μεγαλύτερη επικινδυνότητα εμφανίζεται στο τμήμα του κτιρίου της μηχανικής διαλογής όπου βρίσκονται οι οπτικοί και οι βαλλιστικοί διαχωριστές καθώς και οι διαχωριστές σιδηρούχων (μαγνήτες).
- Από την ανάλυση και εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης των εργαζομένων σε θόρυβο υψηλής έντασης μικρής διάρκειας με βάση την μετρούμενη κορυφοτιμή θορύβου L_{peak} (dBC) φάνηκε ότι δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου και η επικινδυνότητα χαρακτηρίζεται ως μικρή.

Η ανάλυση και εκτίμησης της επικινδυνότητας λόγω έκθεσης των εργαζομένων σε αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 έδειξε ότι:

- Η μέση τιμή των μετρήσεων της ΕΣ.Υ.Π.Π (185.61($\mu\text{g}/\text{m}^3$)) και των «On site» (106.33($\mu\text{g}/\text{m}^3$)) για αιωρούμενα στερεά σωματίδια PM10 ξεπερνάει τα όρια και οι τιμές των μετρήσεων κυμαίνονται μεταξύ 5.00-900.00($\mu\text{g}/\text{m}^3$).
- Τα σημεία μηχανικής διαλογής, χειρωνακτικής διαλογής, κέντρων ελέγχου και περιμετρικής οδικού δικτύου εμφανίζουν την υψηλότερη επικινδυνότητα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην έκλυση σκόνης κατά τη λειτουργία των μηχανικών

μέσων (σχίστες σάκων, πρέσες, μαγνητικοί διαχωριστές κλπ) και μηχανοκίνητου εξοπλισμού αντίστοιχα.

- Τα σημεία βιολογικής επεξεργασίας εμφανίζουν μέτρια επικινδυνότητα. Αυτό οφείλεται κυρίως στην επίδραση της περιεχόμενης υγρασίας η οποία επιδρά αποτρεπτικά στην έκλυση αιωρούμενων στερεών σωματιδίων.
- Τα περισσότερα σημεία ελέγχου εμφανίζουν μέτρια και υψηλή επικινδυνότητα, με την υψηλή επικινδυνότητα να εμφανίζεται στο πάνω δεξιά τμήμα του κτιρίου της μηχανικής διαλογής.

Από την ανάλυση και εκτίμηση της προκαλούμενης δυσαρέσκειας εξαιτίας της οσμής φάνηκε ότι:

- Τα σημεία περιμετρικού οδικού δικτύου εντός της εγκατάστασης, τα κέντρα ελέγχου και τα σημεία εισόδου - εξόδου εμφανίζουν την υψηλότερη δυσαρέσκεια, με χαρακτηρισμό μέτρια προς έντονη. Σημαντική είναι η επίδραση του ανέμου ο οποίος ουσιαστικά μεταφέρει τη δυσάρεστη οσμή των απορριμμάτων σε επιπλέον σημεία της εγκατάστασης.
- Τα σημεία βιολογικής επεξεργασίας εμφανίζουν ελάχιστη ή και καθόλου δυσαρέσκεια. Αυτό οφείλεται κυρίως στη λειτουργία μέσω εξερισμού και της επίδρασης ηλιακής ακτινοβολίας. Με την παρουσία ακτινοβολίας UV ιδίως στους χώρους βιολογικής επεξεργασίας που είναι έκθετοι (όχι βιοκελιά), το βιολογικό απόρριμμα φωτοκαταλύεται και επιταχύνεται η χημική διεργασία έκλυσης τάσης ατμών στο ευρύτερο περιβάλλον.
- Όλα τα υπόλοιπα σημεία ελέγχου εμφανίζουν καθόλου έως μέτρια προς έντονη δυσαρέσκεια.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής γίνεται κατανοητό πως απαιτείται και η εξέταση και άλλων βλαπτικών παραγόντων (χημικοί, βιολογικοί) πέρα από τους εξεταζόμενους, ώστε να είναι δυνατή η αξιολόγηση και η εκτίμηση της συνολικής επικινδυνότητας της μονάδας ΕΜΑΚ Χ.Υ.Τ.Υ. Χανίων λόγω βλαπτικών παραγόντων. Επίσης είναι σημαντικό να εξεταστεί η συνεργατική δράση των βλαπτικών παραγόντων καθώς στην εργασία αυτή μελετήθηκε η επικινδυνότητα κάθε ενός βλαπτικού παράγοντα μεμονωμένα και όχι η συνολική επικινδυνότητα της μονάδας. Τέλος, προτείνεται έλεγχος και περαιτέρω έρευνα σχετικά με τη χωροχρονική κατανομή της επικινδυνότητας των εργασιακών βλαπτικών παραγόντων, εξετάζοντας την διακύμανση τους σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Βιβλιογραφία

1. Wilson, DC, Rodic, L, Modak, P, Soos, R, Carpintero, A, Velis, K, Iyer, M, Simonett, O, (2015) Global Waste Management Outlook, Report., UNEP ISBN: 978-92-807-3479-9 DTI /1957/JA.
2. Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). What a waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Urban Development; Washington, DC: World Bank.
3. Kontogianni, S., & Moussiopoulos, N. (2017). Investigation of the occupational health and safety conditions in Hellenic solid waste management facilities and assessment of the in-situ hazard level. *Safety Science*, 96, 192–197. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.03.025>
4. Jeong, K. S., Lee, K. W., & Lim, H. K. (2010). Risk assessment on hazards for decommissioning safety of a nuclear facility. *Annals of Nuclear Energy*, 37(12), 1751–1762. <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2010.07.002>
5. Ettala, M., Rahkonen, P., & Rahkonen, V. (1989). WORK SAFETY IN WASTE TREATMENT. In *Waste Management & Research* (Vol. 7). 249-258.
6. Gladding, T. L., Thorn, J., & Smith, R. (2003). Air quality and worker health effects in materials recovery facilities (MRFs) in England and Wales Sardinia 2003: Proceedings of the 9th International Landfill Symposium, 6–10 October, Cagliari, Sardinia (2003)
7. Tolvanen, O. K. (2004). Exposure to bioaerosols and noise at a Finnish dry waste treatment plant. *Waste Management and Research*, 22(5), 346–357. <https://doi.org/10.1177/0734242X04045427>
8. Tolvanen, O. K., & Hänninen, K. I. (2006). Mechanical-biological waste treatment and the associated occupational hygiene in Finland. *Waste Management*, 26(10), 1119–1125. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.020>
9. Aatamila, M., Verkasalo, P. K., Korhonen, M. J., Viluksela, M. K., Pasanen, K., Tiittanen, P., & Nevalainen, A. (2010). Odor annoyance near waste treatment centers: A population-based study in Finland. *Journal of the Air and Waste Management Association*, 60(4), 412–418. <https://doi.org/10.3155/1047-3289.60.4.412>
10. Chalvatzaki, E., Kopanakis, I., Kontaksakis, M., Glytsos, T., Kalogerakis, N., & Lazaridis, M. (2010). Measurements of particulate matter concentrations at a landfill site (Crete, Greece). *Waste Management*, 30(11), 2058–2064.
11. Marhavilas, P., Koulouriotis, D., Nikolaou, I., & Tsotoulidou, S. (2018). International occupational health and safety management-systems standards as a frame for the sustainability: Mapping the territory. *Sustainability* (Switzerland), 10(10). <https://doi.org/10.3390/su10103663>
12. Ramos, D., Afonso, P., & Rodrigues, M. A. (2020). Integrated management systems as a key facilitator of occupational health and safety risk management: A case study in a medium sized waste management firm. *Journal of Cleaner Production*, 262. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121346>

13. Τερεζόπουλος, Ν., (2012). Σημειώσεις για θέματα Διαχείρισης και Ανάλυσης Εργασιακού Κινδύνου. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο.
14. Garvin, T, Kimbleton, S.(2021) Artificial intelligence as ally in hazard analysis. *Process Saf Prog.*; 40: 43– 49. <https://doi.org/10.1002/prs.12243>
15. Rajkumar, I. & Subash, K. & Pradeesh, T. & Manikandan, R. & Marimuthu, Ramaganesh. (2021). Job safety hazard identification and risk analysis in the foundry division of a gear manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*. 46. 10.1016/j.matpr.2021.02.326.
16. EU OSHA,. (2021). European Occupational Health and Safety Department. Federal Institute for Occupational Health and Safety (Πρόσβαση 20-07-2021, Ανακτήθηκε από <https://osha.europa.eu/en/safety-and-health-legislation>)
17. U.S. Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration. (2021). Shipyard Industry Standards. OSHA 2268-10R 2021
18. Jaddi Madarsara, T., Yari, S., & Saeidabadi, H. (2019). Health and Safety Risk Assessment Using a Combined FMEA and JSA Method in a Manufacturing Company. *Asian Pacific Journal of Environment and Cancer*, 2(1), 63-68. <https://doi.org/10.31557/apjec.2019.2.1.63-68>
19. U.S. Department of Labor. Occupational Safety and Health Administration. (2022). Job Hazard Analysis. OSHA 3071
20. Ν.3850/2010. Κώδικας νόμων για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζομένων. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (Φ.Ε.Κ. 84/Α/2-6-2010).
21. Health and Safety Authority. (2013). BEHAVIOUR BASED SAFETY GUIDE DOING WHAT WE DO BETTER, SMARTER, SAFER.
22. Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (2021) Ρυθμιστικός έλεγχος για την ασφάλεια των ακτινοβολιών (Πρόσβαση 15-08-2021, Ανακτήθηκε <https://eeae.gr/>)
23. Ulutasdemir, N., Kilic, M., Zeki, Ö., & Begendi, F. (2015). Effects of Occupational Health and Safety on Healthy Lifestyle Behaviors of Workers Employed in a Private Company in Turkey. *Annals of Global Health*, 81(4), 503–511. <https://doi.org/10.1016/j.aogh.2015.08.018>
24. Bhattacharya, S., & Asaithamby, A. (2016). Ionizing radiation and heart risks. In *Seminars in Cell and Developmental Biology* (Vol. 58, pp. 14–25). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/j.semcd.2016.01.045>
25. Μαρχαβίλας Κ. Παναγιώτης, Τέγας Μιχαήλ. (2019). Ανάλυση επικινδυνότητας και εκτίμηση επαγγελματικού κινδύνου σε τεχνικά έργα σταθερών τηλεπικοινωνιών Ομίλου ΟΤΕ – Εφαρμογή εξειδικευμένων τεχνικών ανάλυσης επικινδυνότητας. Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο.
26. Bagheri Hosseinabadi, M., Khanjani, N., Mirzaii, M., Norouzi, P., & Atashi, A. (2019). DNA damage from long-term occupational exposure to extremely low frequency electromagnetic fields among power plant workers. *Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 846. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2019.07.007>
27. Τριανταφύλλου και ΣΙΑ. (2021). PCE-322ALEQ - Ηχόμετρο Περιβάλλοντος (Πρόσβαση 26-08-2021, Ανακτήθηκε

- <https://www.organametrisis.gr/collections/hxometra/products/pce-322aleq-hxometro-periballontos-class-ii-mnhmh-32-700-usb-software-leq>
28. Π.Δ. 149/2006. Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (θόρυβος) σε εναρμόνιση με την οδηγία 2003/10/EK. Εφημερίδα της Κυβέρνησης. (ΦΕΚ 159/A/28-06-2006).
 29. Nerbass, F. B., Pecoits-Filho, R., Clark, W. F., Sontrop, J. M., McIntyre, C. W., & Moist, L. (2017). Occupational Heat Stress and Kidney Health: From Farms to Factories. In *Kidney International Reports* (Vol. 2, Issue 6, pp. 998–1008). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ekir.2017.08.012>
 30. Great Britain. Health and Safety Executive. (1997). *Lighting at work*. HSE Books. ISBN 978 0 7176 1232 1
 31. Charles, L. E., Ma, C. C., Burchfiel, C. M., & Dong, R. G. (2018). Vibration and Ergonomic Exposures Associated With Musculoskeletal Disorders of the Shoulder and Neck. In *Safety and Health at Work* (Vol. 9, Issue 2, pp. 125–132). Elsevier Science B.V. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2017.10.003>
 32. Palmer, K. T., & Bovenzi, M. (2015). Rheumatic effects of vibration at work. In *Best Practice and Research: Clinical Rheumatology* (Vol. 29, Issue 3, pp. 424–439). Bailliere Tindall Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.05.001>
 33. Π.Δ 176/2005. Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά την έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (κραδασμοί), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2002/44/EK. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 227/A/14-09-2005)
 34. Π.Δ. 338/2001. Προστασία της υγείας και ασφάλειας των εργαζομένων κατά την εργασία από κινδύνους οφειλόμενους σε χημικούς παράγοντες. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 227/A` 9.10.2001)
 35. EU-OSHA. (2021). European Occupational Health and Safety Department. CLP — Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures. (Πρόσβαση 27-07-2021, Ανακτήθηκε από <https://osha.europa.eu/en/themes/dangerous-substances/clp-classification-labelling-and-packaging-of-substances-and-mixtures>)
 36. Ευρωπαϊκή Οδηγία. 2000/54/EK. Προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω έκθεσής τους σε βιολογικούς παράγοντες. Συμβούλιο της Ευρώπης. Εφημερίδα Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (2000/54/EK 18-09-2000).
 37. Δοντάς, Σπ. (2014) ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ. (Πρόσβαση 05-12-2021, Ανακτήθηκε από <https://slideplayer.gr/slide/2006848/>)
 38. Π.Δ.186/1995. Προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους σε βιολογικούς παράγοντες κατά την εργασία σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου 90/679/ΕΟΚ και 93/88/ΕΟΚ. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 97/A/30-5-1995)
 39. Π.Δ.102/2020. Προστασία των εργαζομένων από κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους σε βιολογικούς παράγοντες κατά την εργασία σε συμμόρφωση

- με την οδηγία 2000/54/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 244 Α /07/12/2020, 2020)
40. Ν.3418/2005. Κώδικας Ιατρικής Δεοντολογίας. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (Φ.Ε.Κ. 287/Α/28-11-2005).
 41. Morrish, C. (2017). Incident prevention tools–incident investigations and pre-job safety analyses. *International Journal of Mining Science and Technology*, 27(4), 635–640. <https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2017.05.009>
 42. EU-OSHA. (2021). European Occupational Health and Safety Department. Psychosocial risks and stress at work. (Πρόσβαση 26-07-2021, Ανακτήθηκε από <https://osha.europa.eu/en/themes/psychosocial-risks-and-stress>)
 43. Roberts, S. and Geller, E.S. (2017). Principles of Behavior-Based Safety. In *Handbook of Safety Principles* (eds N. Moller, S. Ove Hansson, J.-E. Holmberg and C. Rollenhagen). <https://doi.org/10.1002/9781119443070.ch29>
 44. Geller E. S. (2005). Behavior-based safety and occupational risk management. *Behavior modification*, 29(3), 539–561. <https://doi.org/10.1177/0145445504273287>
 45. Khanzode, V. v., Maiti, J., & Ray, P. K. (2012). Occupational injury and accident research: A comprehensive review. In *Safety Science* (Vol. 50, Issue 5, pp. 1355–1367). <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.015>
 46. Bhardwaj, U., Teixeira, A. P., & Guedes Soares, C. (2022). Casualty analysis methodology and taxonomy for FPSO accident analysis. *Reliability Engineering and System Safety*, 218. <https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108169>
 47. Mareş, R., & Popescu -Stelea, M. (2017). The application of event tree analysis in a work accident at maintenance operations. *MATEC Web Conf.* 121 11013. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201712111013>
 48. Nguyen, T. H. Y., Bertin, M., Bodin, J., Fouquet, N., Bonvallot, N., & Roquelaure, Y. (2018). Multiple Exposures and Coexposures to Occupational Hazards Among Agricultural Workers: A Systematic Review of Observational Studies. In *Safety and Health at Work* (Vol. 9, Issue 3, pp. 239–248). Elsevier Science B.V. <https://doi.org/10.1016/j.shaw.2018.04.002>
 49. Great Britain. Health and Safety Executive. (2013). Respiratory protective equipment at work : a practical guide. HSE Books.
 50. Π.Δ. 82/2010. Ελάχιστες προδιαγραφές υγείας και ασφάλειας όσον αφορά στην έκθεση των εργαζομένων σε κινδύνους προερχόμενους από φυσικούς παράγοντες (τεχνητή οπτική ακτινοβολία), σε συμμόρφωση με την οδηγία 2006/25/EK. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 145/Α/01-09-2010).
 51. Π.Δ. 17/1996. Μέτρα για βελτίωση ασφάλειας και υγείας εργαζομένων σύμφωνα με οδηγίες της ΕΟΚ. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 11/Α/18-01-1996).
 52. Π.Δ.85/1991. Προστασία των εργαζομένων από τους κινδύνους που διατρέχουν λόγω της έκθεσής τους στο θόρυβο κατά την εργασία, σε συμμόρφωση προς την οδηγία 86/188/ΕΟΚ. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (ΦΕΚ 38/Α/18-3-1991).
 53. Π.Δ. 90/1999. Καθορισμός οριακών τιμών έκθεσης και ανώτατων οριακών τιμών έκθεσης των εργαζομένων σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 91/322/ΕΟΚ και 96/94/ΕΚ της

- Επιτροπής και τροποποίηση και συμπλήρωση του π.δ 307/86 «προστασία της υγείας των εργαζομένων που εκτίθενται σε ορισμένους χημικούς παράγοντες κατά τη διάρκεια της εργασίας τους (135/A)» όπως τροποποιήθηκε με το π.δ 77/93 (34/A). Εφημερίδα της Κυβέρνησης. (ΦΕΚ 94/A/13-05-1999).
54. Π.Δ. 396/1994. Ελάχιστες προδιαγραφές ασφάλειας και υγείας για τη χρήση από τους εργαζόμενους εξοπλισμών ατομικής προστασίας κατά την εργασία σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου 89/656/ΕΟΚ. Εφημερίδα της Κυβέρνησης. (ΦΕΚ 220/A` 19.12.1994).
 55. Π.Δ. 34/2022. Τροποποίηση των παραρτημάτων Ι, ΙΙ και ΙΙΙ του προεδρικού διατάγματος 396/1994 (Α` 220), όπως ισχύει, με σκοπό την προσαρμογή της ελληνικής νομοθεσίας προς τις διατάξεις της οδηγίας (ΕΕ) 2019/1832 της Επιτροπής της 24ης Οκτωβρίου 2019 «για την τροποποίηση των παραρτημάτων Ι, ΙΙ και ΙΙΙ της οδηγίας 89/656/ΕΟΚ του Συμβουλίου όσον αφορά τις καθαρά τεχνικές προσαρμογές» (Ε.Ε. L279/31.10.2019). Εφημερίδα της Κυβέρνησης. (ΦΕΚ 93/A` 13-05-2022)
 56. Π.Δ. 105/1995. Ελάχιστες προδιαγραφές για την σήμανση ασφάλειας ή/ και υγείας στην εργασία σε συμμόρφωση με την Οδηγία 92/58/ΕΟΚ. Εφημερίδα της Κυβέρνησης. (Φ.Ε.Κ. 67/A/10-4-1995).
 57. Ν. 1396/1983. Υποχρεώσεις λήψης και τήρησης των μέτρων ασφαλείας στις οικοδομές και λοιπά ιδιωτικά τεχνικά έργα. Εφημερίδα της Κυβέρνησης (Φ.Ε.Κ. 126/A/15-09-1983).
 58. Vyas, S., Prajapati, P., Shah, A. v., & Varjani, S. (2022). Municipal solid waste management: Dynamics, risk assessment, ecological influence, advancements, constraints and perspectives. In Science of the Total Environment (Vol. 814). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152802>
 59. Searl, Alison & Crawford, Joanne. (2012). Review of Health Risks for workers in the Waste and Recycling Industry. 10.13140/RG.2.2.36586.82882.
 60. Dorevitch S, Marder D., (2001). Occupational hazards of municipal solid waste workers. Occup Med, Jan-Mar;16(1) 125-133. PMID: 11107229.
 61. Health and Safety Executive (2021). Waste statistics in Great Britain, 2021. (<https://www.hse.gov.uk/>)
 62. OiRA, “Online Interactive Risk Assessment”, Ψηφιακό εργαλείο για την εκπόνηση της Μελέτης Εκτίμησης Επαγγελματικού Κινδύνου στον κλάδο των υπηρεσιών Συλλογής και Διαχείρισης Απορριμμάτων και Ανακύκλωσης, Εργαστήριο Νοητικής Εργονομίας & Βιομηχανικής Ασφάλειας Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή ΜΠΔ, Γ. Παπαδάκης, Π. Μαχαιρά. (Πρόσβαση 24-10-2022, Ανακτήθηκε από <https://oiraproject.eu/oiratools/gr/uperesies-sulloges-kai-diakheirises-aporrimmaton-anakuklose/preview>).
 63. ΔΕΔΙΣΑ ΑΕ. (2017) (Πρόσβαση 28-07-2022, Ανακτήθηκε από <https://www.dedisa.gr/>)
 64. Svantek, S. O. (2012). SVAN 971 Όργανο μέτρησης και ανάλυσης ήχου τσέπης ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΧΡΗΣΤΗ. www.enco.gr
 65. DustTrak II 8530 Desktop and 8532 Handheld DustTrak II 8530EP Monitor. (2019). www.tsi.com.

66. Model 8520 DUSTTRAK™ Aerosol Monitor TRAKPRO™ Data Analysis Software enclosed Operation and Service Manual. (2010). <http://www.tsi.com>
67. THE NASAL RANGER ® FIELD OLFACTOMETER OPERATION MANUAL. (2008). www.NasalRanger.com
68. Γαλετάκης. Μ.. (2019). Σημειώσεις του μαθήματος του 8ου εξαμήνου «ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΟΡΥΚΤΩΝ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ». Πολυτεχνείο Κρήτης.
69. Papadakis, G. A., & Chalkidou, A. A. (2008). The exposure-damage approach in the quantification of occupational risk in workplaces involving dangerous substances. *Safety Science*, 46(6), 972–991. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2007.11.009>
70. Themann, C. L., & Masterson, E. A. (2019). Occupational noise exposure: A review of its effects, epidemiology, and impact with recommendations for reducing its burden. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(5), 3879–3905. <https://doi.org/10.1121/1.5134465>
71. Masterson, L., Howard, J., Liu, Z. W., and Phillips, J. (2016). “Asymmetrical hearing loss in cases of industrial noise exposure: A systematic review of the literature,” *Otol. Neurotol.* 37(8), 998–1005.
72. US Environmental Protection Agency. Air Quality System Data Mart, (Πρόσβαση 07-08-2022, Ανακτήθηκε από <https://www.epa.gov/outdoor-air-quality-data>)
73. Yadav, S. K., & Jain, M. K. (2020). Variation in concentrations of particulate matter with various sizes in different weather conditions in mining zone. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 17(2), 695–708. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02313-7>
74. CPCB (2014) National Air Quality Index. Control of urban pollution series: CUPS/82/2014-15. Central Pollution Control Board, New Delhi