



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

ΕΘΝΙΚΟ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ

ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ:

**«ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΙΚΟΥ, ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΚΑΙ
ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: «Χαρτογράφηση των βιομηχανικών μονάδων της περιοχής των Οиноφύτων του
Δήμου Τανάγρας και κατηγοριοποίηση τους με βάση την περιβαλλοντική επιβάρυνση»**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ ΚΟΥΡΟΥΤΟΥ

ΑΘΗΝΑ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ, 2019

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΚΡΙΣΕΩΣ**ΤΗΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑΣΗΣ ΤΗΣ ΤΡΙΜΕΛΟΥΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ****Της Μεταπτυχιακής Φοιτήτριας .Παρασκευής Κουρουτού****Εξεταστική Επιτροπή**

-Επιβλέπων
-Μέλος
-Μέλος

Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή η οποία ορίσθηκε απο την ΓΣΕΣ της Ιατρικής Σχολής του Παν. Αθηνών Συνεδρίαση της^{ης} 20... για την αξιολόγηση και εξέταση τ... υποψηφίου κ... .., συνεδρίασε σήμερα .../.../....

Η Επιτροπή **διαπίστωσε** ότι η Διπλωματική Εργασία τ. Κ... με τίτλο

....., είναι πρωτότυπη, επιστημονικά και τεχνικά άρτια και η βιβλιογραφική πληροφορία ολοκληρωμένη και εμπεριστατωμένη.

Η εξεταστική επιτροπή αφού έλαβε υπ' όψιν το περιεχόμενο της εργασίας και τη συμβολή της στην επιστήμη, με ψήφους προτείνει την απονομή στον παραπάνω Μεταπτυχιακό Φοιτητή την απονομή του Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης (Master's).

Στην ψηφοφορία για την βαθμολογία ο υποψήφιος έλαβε για τον βαθμό «ΑΡΙΣΤΑ» ψήφους, για τον βαθμό «ΛΙΑΝ ΚΑΛΩΣ» ψήφους, και για τον βαθμό «ΚΑΛΩΣ» ψήφους Κατά συνέπεια, απονέμεται ο βαθμός «(Αριστα/Λίαν Καλώς/Καλώς)& (Βαθμός).....».

Τα Μέλη της Εξεταστικής Επιτροπής

-Επιβλέπων (Υπογραφή) _____
-Μέλος (Υπογραφή) _____
-Μέλος (Υπογραφή) _____

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Εκτίμηση και Διαχείριση Επαγγελματικού, Περιβαλλοντικού και Φαρμακευτικού Κινδύνου» της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Με την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα δρ. Ελένη Ριζά, επιστημονική συνεργάτιδα του Εργαστηρίου Υγιεινής, Επιδημιολογίας και Ιατρικής Στατιστικής της Ιατρικής Σχολής, για την πολύτιμη καθοδήγησή της, τη στήριξή της σε όλα τα επίπεδα και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε. Εξίσου θα ήθελα να ευχαριστήσω την Καθηγήτρια της Ιατρικής Σχολής και Επιστημονική Υπεύθυνη του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών, δρ. Αθηνά Λινού, για τη στήριξη που μου παρείχε τόσο κατά την ερευνητική διαδικασία όσο και ευρύτερα. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω και το σύνολο του ερευνητικού και διοικητικού προσωπικού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών και της Ιατρικής Σχολής, που διαμόρφωσε ένα υψηλού επιπέδου περιβάλλον μάθησης και δημιουργίας νέας γνώσης.

Κομβική για την διεξαγωγή της έρευνας και την ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας ήταν η συγκέντρωση πληροφοριακού υλικού σχετικά με την περιοχή των Οиноφύτων και τη βιομηχανική δραστηριότητα εντός αυτής. Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στην Περιφερειακή Ενότητα Βοιωτίας και το Δήμο Τανάγρας, που μου παραχώρησαν πρόσβαση στις βάσεις δεδομένων που τηρούν σχετικά με τις βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στην περιοχή. Το ανθρώπινο δυναμικό των αρμόδιων υπηρεσιών του Δήμου και της Περιφερειακής Ενότητας επέδειξε ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την έρευνα που πραγματοποιούσα, καθώς και προθυμία για παροχή διευκρινήσεων και απάντηση ερωτημάτων που ανέκυψαν στη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ ανήκει στους οικείους μου. Στους φίλους και συναδέλφους που μου παρείχαν ψυχολογική και ηθική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών σπουδών μου. Στους γονείς μου, Μιχαήλ και Βασιλική, των οποίων την αγάπη και αμέριστη στήριξη είχα σε κάθε βήμα μου από τότε που ξεκίνησα τις σπουδές μου μέχρι και σήμερα. Τους ευχαριστώ και τους είμαι ευγνώμων για όλα. Στο Νίκο που είναι πάντα δίπλα μου, ενθαρρύνοντάς με να προχωρήσω ακόμα και όταν μου φαινόταν αδύνατο. Και την Ιωάννα, που εδώ και ένα χρόνο έχει κάνει πιο ενδιαφέρουσα την καθημερινότητά μου.

Περίληψη

Τα τελευταία 20 τουλάχιστον χρόνια, η περιοχή των Οиноφύτων εξελίχθηκε σε μία από τις πλέον σημαντικές και έντονα βιομηχανοποιημένες περιοχές στην Ελλάδα. Οι οικονομικές και νομικές εξελίξεις οδήγησαν σε ανάπτυξη σημαντικής βιομηχανικής δραστηριότητας στην περιοχή, και στη συγκέντρωση εκεί πολλών μεγάλων μονάδων. Παράλληλα, η άναρχη και χωρίς προηγούμενο σχεδιασμό ανάπτυξη της βιομηχανίας και η έλλειψη των κατάλληλων υποδομών και υπηρεσιών (όπως η σύνδεση με τα οδικά δίκτυα και οι μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων) οδήγησε σε σημαντική επιβάρυνση του περιβάλλοντος της περιοχής. Βασική αιτία για αυτό ήταν η απελευθέρωση βαρέων μετάλλων και άλλων παραπροϊόντων της βιομηχανικής δραστηριότητας στο περιβάλλον και στον ποταμό Ασωπό, τα νερά του οποίου χρησιμοποιούνται μέχρι τότε για ύδρευση και άρδευση. Τα βαρέα μέταλλα χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία και σχετίζονται με σοβαρή περιβαλλοντική ρύπανση, αλλά και με πολλούς κινδύνους για την υγεία όσων έχουν εκτεθεί σημαντικά σε αυτά – και ιδιαίτερα των εργαζομένων στη βιομηχανία. Πιο συγκεκριμένα, η διεθνής βιβλιογραφία έχει τεκμηριώσει τη συσχέτιση μεταξύ της θνησιμότητας από συγκεκριμένες ομάδες νοσημάτων (καρκίνοι, σοβαρές αιματολογικές διαταραχές, νοσήματα του αναπνευστικού, νευρολογικές διαταραχές, δερματικές παθήσεις κ.α.) και των επαγγελματιών της βιομηχανίας, στα οποία οι εργαζόμενοι έρχονται σε άμεση επαφή με βαρέα μέταλλα και άλλους βλαπτικούς παράγοντες. Αν και έχει επισημανθεί από επιστημονικές έρευνες το πρόβλημα που έχει δημιουργηθεί στην περιοχή των Οиноφύτων, δεν υπάρχουν στη βιβλιογραφία συστηματικές απόπειρες που εκτιμούν τους πιθανούς κινδύνους για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία λόγω της βιομηχανικής δραστηριότητας. Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί να καλύψει αυτό το κενό, χαρτογραφώντας τη βιομηχανική δραστηριότητα στην περιοχή των Οиноφύτων και εξετάζοντας την υπό το πρίσμα των πιθανών κινδύνων για την υγεία. Αξιοποιώντας στοιχεία από αυτοδιοικητικές αρχές της περιοχής και από έρευνα πεδίου, πραγματοποιήθηκε λεπτομερής χαρτογράφηση των βιομηχανικών μονάδων που λειτουργούν στα Οινόφυτα, του τύπου των αποβλήτων που παράγει κάθε μονάδα και των πιθανών κινδύνων για την υγεία ανάλογα με το είδος της βιομηχανικής δραστηριότητας. Προέκυψε πως πολλές βιομηχανικές δραστηριότητες στην περιοχή κάνουν εκτεταμένη χρήση των βαρέων μετάλλων και των ενώσεών τους, με πολλαπλές δυνητικές συνέπειες για την υγεία των εργαζομένων που είναι εκτεθειμένοι στους βλαπτικούς αυτούς παράγοντες, αλλά και για την υγεία του πληθυσμού της ευρύτερης περιοχής.

Λέξεις ευρετηρίου: Οινόφυτα, Ασωπός, βαρέα μέταλλα, βιομηχανικές μονάδες, επαγγελματική έκθεση, νοσηρότητα, θνησιμότητα

Summary

Over the last twenty years, the area of Inofita has been developed in one of the most extensive and intensively industrialized areas of Greece. Economic and regulatory developments have led to the emergence of significant industrial activity in that area, and to numerous large units operating there. At the same time, the unregulated and unplanned development of industrial activities and the lack of the appropriate infrastructure and services (such as road networks and waste-handling facilities) have resulted in significant environmental damage to the area. This was mainly due to heavy metals and other industrial by-products escaping into the environment and into the Asopos river, whose waters have been used for drinking, cooking and irrigation. Heavy metals are widely used in industrial sectors and are linked to severe environmental pollution, and at the same time with multiple health hazards for those exposed to them – and particularly for industrial workers. In particular, the international literature has documented the relationship between mortality caused by certain types of diseases (cancer, serious blood disorders, respiratory diseases, neurological disorders, dermatological conditions etc.) and industry occupations, in which workers are directly exposed to heavy metals and other harmful agents. Although several studies have highlighted the problems created in the area of Inofita, in the literature there is a lack of systematic attempts at assessing the potential hazards for the environment and for public health due to industrial activities. The present dissertation attempts to address this gap through mapping the industrial activity of the area of Inofita and examining it through the lens of potential health hazards. Drawing information from local authority sources and from a field survey that was conducted, a detailed map of the industrial units operating in the area of Inofita was developed; and information on the type of waste produced by each unit and on the health hazards associated with each industrial activity was compiled and analyzed. It was concluded that many of industrial activities located in the area of Inofita are using extensively heavy metals and their compounds, with potential adverse effects on the health of workers exposed to those harmful agents, but also on the health of the local population.

Keywords: Inofita, Asopos, heavy metals, industrial units, occupational exposure, morbidity, mortality

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Summary.....	5
1. Εισαγωγή	8
1.1. Υπόβαθρο Μελέτης.....	8
1.2. Σκοπός Μελέτης	9
1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας.....	11
2. Επισκόπηση Βιβλιογραφίας	12
2.1. Βαρέα Μέταλλα και Βιομηχανική Δραστηριότητα	12
2.2. Συστηματική έκθεση σε Βαρέα Μέταλλα και επιπτώσεις στην Υγεία	14
2.2.1 Καρκίνος	14
2.2.2 Νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος	15
2.2.3 Νευρολογικά νοσήματα	16
2.2.4 Αιματολογικές διαταραχές και διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος	16
2.2.5 Άλλα νοσήματα	16
2.3. Μετρήσεις της έκθεσης σε Βαρέα Μέταλλα και παραπροϊόντα της Βιομηχανίας	17
2.4. Η Βιομηχανική Περιοχή των Οиноφύτων	18
2.4.1 Ιστορική Εξέλιξη	18
2.4.2 Βιομηχανική Δραστηριότητα και Βαρέα Μέταλλα στην περιοχή των Οиноφύτων	19
2.4.3 Μετρήσεις της επιβάρυνσης της περιοχής των Οиноφύτων από Βαρέα Μέταλλα	21
3. Μεθοδολογία – Αποτελέσματα.....	23
3.1 Μεθοδολογία	23
3.2 Χαρτογράφηση των Βιομηχανικών Μονάδων της περιοχής των Οиноφύτων	24
3.3 Ταξινόμηση των βιομηχανικών μονάδων με βάση τα απόβλητα που παράγουν	26
4. Συζήτηση.....	30
5. Παραδοχές και Περιορισμοί.....	32
6. Συμπεράσματα.....	33
Βιβλιογραφία	34
Παράρτημα.....	42
Πίνακας 1. Βαρέα Μέταλλα και Βιομηχανική Δραστηριότητα.....	42
Πίνακας 2. Κατάταξη της IARC για το βαθμό καρκινικότητας των βαρέων μετάλλων	43

Γράφημα 1. Χαρτογράφηση των Βιομηχανικών Μονάδων στην περιοχή των Οиноφύτων	44
Έκθεμα 1. Αρίθμηση Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων	45
Πίνακας 3. Κατανομή Βιομηχανικών Μονάδων ανά Αντικείμενο	46
Πίνακας 4. Κατανομή Βιομηχανικών Μονάδων ανά Τύπο Αποβλήτων	47
Πίνακας 5. Κατάταξη της IARC για το βαθμό καρκινικότητας	48

1. Εισαγωγή

1.1. Υπόβαθρο Μελέτης

Στη διεθνή συζήτηση που βρίσκεται σε εξέλιξη τα τελευταία χρόνια γύρω από τη μορφή και τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να λάβει η οικονομική ανάπτυξη, κεντρική θέση καταλαμβάνει το ζήτημα του περιβαλλοντικού αποτυπώματος της οικονομικής δραστηριότητας (Wilkinson, Hill & Gollan, 2001). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις άλλωστε, αποτελούν μία από τις ευρύτερα συζητημένες αρνητικές εξωτερικότητες (negative externalities) της οικονομικής δραστηριότητας, με πολυδιάστατες επιδράσεις, τόσο οικονομικές όσο και κοινωνικές (Smulders & Gratus, 1996; Jorgenson, 2009). Παράλληλα, η αναζήτηση μεθόδων και μηχανισμών που μετριάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της οικονομικής δραστηριότητας, καθώς και την ανθρώπινη δραστηριότητα ευρύτερα, έχει απασχολήσει τις τελευταίες δεκαετίες τόσο την ερευνητική κοινότητα και τους φορείς χάραξης δημόσιας πολιτικής σε εγχώριο, περιφερειακό και διεθνές επίπεδο, όσο και τον κόσμο της παραγωγής και του ιδιωτικού τομέα σε διεθνές επίπεδο (Cagno, Trucco & Tardini, 2005).

Η βιομηχανική δραστηριότητα, ειδικότερα, αποτελεί διαχρονικά μία από τις σημαντικότερες πηγές επιβάρυνσης του περιβάλλοντος (Ashford & Caldart, 2008). Μεταξύ άλλων, η βιομηχανία επιβαρύνει το περιβάλλον μέσα από: (α) την εκπομπή ρυπογόνων αερίων, (β) την απόρριψη βιομηχανικών αποβλήτων στη θάλασσα ή το έδαφος, και (γ) τη χρήση και απόρριψη στο περιβάλλον χημικών σκευασμάτων που επιβαρύνουν τόσο το τοπικό οικοσύστημα όσο και τους οργανισμούς, όπως τα λιπάσματα και τα φαρμακευτικά σκευάσματα (Βαλαβανίδης, 2007; Skouloudis et al., 2017). Η περιβαλλοντική επιβάρυνση δημιουργείται από τα βαρέα μέταλλα (μόλυβδος, νικέλιο, χρώμιο, κάδμιο, χαλκός, ψευδάργυρος, βηρύλλιο, αρσενικό, υδράργυρος), από τα πλαστικά και από μία σειρά από οργανικά και ανόργανα χημικά υλικά. Οι ουσίες αυτές θεωρούνται έντονα ρυπογόνες, παρουσιάζουν υψηλή δυνητική τοξικότητα, ενώ επειδή είναι κατά κύριο λόγο μη-βιοδιασπώμενες (δηλαδή δεν διασπώνται και δεν αποβάλλονται από τους οργανισμούς) παρουσιάζουν υψηλή τάση συσσώρευσης, οπότε και τελικά εντοπίζονται σε υψηλές συγκεντρώσεις (Wiwanitkit, 2008; Li et al., 2014). Χαρακτηριστικά, τα βαρέα μέταλλα έχουν πυκνότητα άνω των 6 g/cm^3 (γραμμάρια ανά κυβικό εκατοστό), και ειδικό βάρος μεγαλύτερο από 5 (Duffus, 2002; Κουρουτού, Κάλης, Χατζησταύρου & Λινού, 2012). Αποτέλεσμα είναι πως οι επιπτώσεις των βαρέων μετάλλων τόσο στο ευρύτερο περιβάλλον όσο και σε μεμονωμένους οργανισμούς να εμφανίζονται ως δυσμενείς ακόμα και όταν αυτά εντοπίζονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις (Inoue, 2013).

Μέσω των βιογεωχημικών κύκλων και της ανθρώπινης παρέμβασης, τα βαρέα μέταλλα και οι λοιπές ρυπογόνες ουσίες ανακατανέμονται στα διαφορετικά περιβαλλοντικά διαμερίσματα. Πέρα από την περιβαλλοντική επιβάρυνση (Wu et al., 2016), οι ουσίες αυτές έχουν αρνητικές επιδράσεις και για την υγεία των ατόμων που έρχονται σε επαφή με αυτές. Με τις αρνητικές επιπτώσεις των ουσιών αυτών βρίσκονται αντιμέτωποι κυρίως οι εργαζόμενοι σε βιομηχανικές μονάδες, οι οποίοι έρχονται σε επαφή σε καθημερινή βάση με τους προαναφερθέντες ρυπογόνους παράγοντες, πριν αυτοί αποβληθούν με περιβαλλοντικά ορθούς ή μη-ορθούς τρόπους (Tak & Calvert, 2008). Τη μεγαλύτερη έκθεση στους τοξικούς παράγοντες αυτούς αντιμετωπίζουν οι εργαζόμενοι σε βιομηχανίες κατασκευών και δομικών υλικών, επεξεργασίας ξύλου και χαρτιού, κατεργασίας δερμάτων και καουτσούκ, χρωμάτων, βαφών και πλαστικών, κλωστοϋφαντουργίας, καλλυντικών και απορρυπαντικών, καθώς και στην ευρύτερη μεταλλευτική-μεταλλουργική βιομηχανία (Βαλαβανίδης, 2007; Κουρουτού et al., 2012). Επίσης, εκτεθειμένοι στις παραπάνω ουσίες, αν και σε μικρότερο βαθμό, είναι πολλοί εργαζόμενοι σε βιομηχανίες ειδών διατροφής και οиноπνευματοειδών, καθώς και σε βιομηχανίες φαρμακευτικών και χημικών προϊόντων (Martin et al., 2015).

Η έκθεση των εργαζομένων στις παραπάνω δραστηριότητες (αλλά πιθανώς και άλλων ατόμων που εμπλέκονται σε κάποιο στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας) με βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές και ρυπογόνες ουσίες μπορεί να γίνει με διαφορετικούς τρόπους, όπως η κατάποση, η εισπνοή ή η δερματική επαφή, ενώ ο βαθμός επιβάρυνσης της υγείας ποικίλει μεταξύ των διαφορετικών ατόμων. Η συστηματική έκθεση εργαζομένων σε βαρέα μέταλλα και τα λοιπά παραπροϊόντα των βιομηχανικών δραστηριοτήτων έχει βρεθεί να σχετίζεται θετικά με την αύξηση της θνησιμότητας λόγω καρκίνου (κυρίως στον πνεύμονα, το πεπτικό σύστημα και τον προστάτη), νοσημάτων του αναπνευστικού συστήματος, νευρολογικών και αιματολογικών διαταραχών, δερματολογικών συμπτωμάτων και άλλων σπανιότερων νοσημάτων (Krantz & Dorevitch, 2004; Wiwanitkit, 2008; Yi, Yang & Zhang, 2011).

1.2. Σκοπός Μελέτης

Η παρούσα διπλωματική εργασία επιχειρεί να διερευνήσει το βαθμό περιβαλλοντικής επιβάρυνσης μίας βιομηχανικής περιοχής (δηλαδή μίας γεωγραφικής περιοχής με υψηλή συγκέντρωση βιομηχανικής δραστηριότητας), και τις επιπτώσεις της για την υγεία του πληθυσμού. Συγκεκριμένα, ως αντικείμενο μελέτης επιλέχθηκε η περιοχή των Οиноφύτων του Δήμου Τανάγρας, όπου έχει αναπτυχθεί τις τελευταίες τρεις δεκαετίες μία από τις μεγαλύτερες (σε έκταση) βιομηχανικές ζώνες της Ελλάδας. Η συγκεκριμένη περιοχή ιστορικά υπήρξε αμιγώς αγροτική. Η υπογραφή, ωστόσο, το 1969 διϋπουργικής απόφασης (1806/1969) που επέτρεψε τη διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων στον ποταμό Ασωπό, το

1979 υπουργικής απόφασης (196/1979) που επέτρεψε την ελεύθερη διάθεση κατεργασμένων υγρών αποβλήτων στον Ασωπό, και το 1984 Προεδρικού Διατάγματος (84/1984) που επέβαλλε περιορισμούς στην εγκατάσταση βιομηχανιών εντός της Αττικής, δημιούργησαν νέα δεδομένα (Χριστοφορίδου et al., 2011; Κουρουτού et al., 2012). Αποτέλεσμα ήταν να αναπτυχθεί σταδιακά στην περιοχή των Οиноφύτων η μεγαλύτερη βιομηχανική περιοχή εντός των γεωγραφικών ορίων της Στερεάς Ελλάδας, και μία από τις μεγαλύτερες βιομηχανικές περιοχές στη χώρα, με έκταση που προσεγγίζει τα 15.000 στρέμματα, και στην οποία είναι εγκατεστημένες και λειτουργούν περισσότερες από 500 βιομηχανικές μονάδες και άλλες επιχειρήσεις (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2009; Μουρτσιάδης, 2010).

Παρ' όλα αυτά, η ανάπτυξη της εν λόγω βιομηχανικής περιοχής είχε και μη-ηθελημένες συνέπειες. Η ραγδαία και χωρίς κατάλληλο σχεδιασμό ανάπτυξη της βιομηχανικής δραστηριότητας, σε συνδυασμό με την έλλειψη κατάλληλων εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων, έχουν προκαλέσει μέχρι σήμερα σημαντικές περιβαλλοντικές ζημιές, λόγω των βαρέων μετάλλων και των υπόλοιπων παραπροϊόντων που διαφεύγουν στον ποταμό Ασωπό και στο περιβάλλον (Vasilatos et al., 2008; Linos et al., 2011). Οι επιπτώσεις της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, συνεπώς, παρουσιάζονται ιδιαίτερα σημαντικές για την υγεία των εργαζομένων στην βιομηχανική ζώνη (περίπου 10.000 άτομα) καθώς και για τον πληθυσμό της ευρύτερης περιοχής (περίπου 20.000 άτομα).

Προκειμένου να αξιολογηθεί ο βαθμός έκθεσης της βιομηχανικής περιοχής σε ρύπους και η επίδραση αυτών στο περιβάλλον και την υγεία του πληθυσμού, θα πραγματοποιηθεί χαρτογράφηση των βιομηχανικών εγκαταστάσεων/δραστηριοτήτων της περιοχής και ταξινόμηση τους ανάλογα με το είδος των προϊόντων και των αποβλήτων τους. Η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθείται στην παρούσα εργασία διαφοροποιείται από προηγούμενες μελέτες, οι οποίες εστίαζαν στη μέτρηση της παρουσίας συγκεκριμένων χημικών ή οργανικών ουσιών στο έδαφος ή το νερό. Αντίθετα, στην παρούσα εργασία καταγράφονται οι ουσίες και τα απόβλητα της βιομηχανικής δραστηριότητας της υπό μελέτη περιοχής, καθώς και η γεωγραφική τους κατανομή. Επιπλέον, προσδιορίζεται ο τύπος αποβλήτων που παράγουν πολλές από τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις της περιοχής των Οиноφύτων, και συσχετίζονται οι παρατηρούμενοι τύποι αποβλήτων με τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων σε βιομηχανικές δραστηριότητες, αλλά και του πληθυσμού της ευρύτερης περιοχής. Έτσι, είναι δυνατός ο πληρέστερος εντοπισμός των πιθανών πηγών επιβάρυνσης για το περιβάλλον και την υγεία, που θα ενισχύσει τη σχετική θεωρητική και εμπειρική γνώση, και θα παράξει χρήσιμα συμπεράσματα για τους εμπλεκόμενους σε θέματα βιομηχανίας, περιβάλλοντος και υγείας ευρύτερα.

1.3. Δομή Διπλωματικής Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναπτύσσεται σε έξι επιμέρους κεφάλαια. Το παρόν κεφάλαιο είναι το εισαγωγικό στη διπλωματική εργασία. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφία γύρω από τα βαρέα μέταλλα και τα χαρακτηριστικά τους, την παρουσία τους στη βιομηχανική δραστηριότητα και τις επιπτώσεις τους στην υγεία, ενώ συζητούνται διαφορετικές προσεγγίσεις που έχουν αναπτυχθεί στη βιβλιογραφία για τη μέτρηση των επιπτώσεων αυτών. Επιπλέον, περιγράφεται η ιστορική εξέλιξη της υπό μελέτη περίπτωσης, δηλαδή της Βιομηχανικής Περιοχής των Οινόφυτων στο Δήμο Τανάγρας, και τα βασικά χαρακτηριστικά της.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συγκέντρωση, την επεξεργασία και την ανάλυση των δεδομένων, και για τη χαρτογράφηση της βιομηχανικής δραστηριότητας και την ταξινόμηση της. Επιπλέον, στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα ερευνητικά αποτελέσματα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, συζητούνται τα αποτελέσματα υπό το πρίσμα της σχετικής βιβλιογραφίας, και αξιολογείται η συμβολή τους (καθώς και η συμβολή της εργασίας συνολικά) στην έρευνα και την επιστημονική γνώση. Στο πέμπτο κεφάλαιο, αντίστοιχα, παρουσιάζονται οι βασικές παραδοχές της παρούσας μελέτης, καθώς και οι υφιστάμενοι ερευνητικοί περιορισμοί.

Τέλος, το έκτο κεφάλαιο συνοψίζει τα εμπειρικά ευρήματα της εργασίας, και εξάγει συμπεράσματα για την παρουσία των βαρέων μετάλλων στη βιομηχανική δραστηριότητα και τις επιπτώσεις που έχουν αυτά για το περιβάλλον και την υγεία, αλλά και γενικότερα για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της βιομηχανικής δραστηριότητας, είτε σε οργανωμένες περιοχές είτε εκτός αυτών.

2. Επισκόπηση Βιβλιογραφίας

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η διεθνής επιστημονική βιβλιογραφία διερευνήθηκε με τη χρήση μηχανών αναζήτησης, και πιο συγκεκριμένα της βάσης δεδομένων Medline, μέσω της υπηρεσίας αναζήτησης PubMed, καθώς και των μηχανών αναζήτησης ScienceDirect και EndNote X6. Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την αναζήτηση βιβλιογραφίας ήταν έρευνες που έχουν δημοσιευτεί κυρίως τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια σε διεθνώς αναγνωρισμένα επιστημονικά περιοδικά, και πιο συγκεκριμένα άρθρα που αναφέρονται στην επίδραση των βαρέων μετάλλων στο περιβάλλον και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της βιομηχανικής δραστηριότητας, άρθρα που αναφέρονται στην επίδραση των βαρέων μετάλλων στην υγεία των εργαζομένων στη βιομηχανία, άρθρα που αφορούν μελέτες επαγγελματικής θνησιμότητας και επιδημιολογικές μελέτες επαγγελματικής έκθεσης. Στη διαδικασία της αναζήτησης χρησιμοποιήθηκαν οι λέξεις-κλειδιά: heavy metals, metal exposure, industry, industrial areas, occupational mortality, occupational exposure, hard metal workers, chromate workers, chromium, nickel, cooper, manganese, aluminum, cadmium.

Στην πρώτη ενότητα του παρόντος Κεφαλαίου συζητείται συνοπτικά η παρουσία και οι χρήσεις των βαρέων μετάλλων στις διαφορετικές βιομηχανικές δραστηριότητες. Στη δεύτερη ενότητα περιγράφονται οι διαφορετικές πιθανές επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση σε βαρέα μέταλλα, ενώ στην τρίτη ενότητα παρουσιάζονται διαφορετικές προσεγγίσεις που έχουν αναπτυχθεί για τη μέτρηση των επιπτώσεων αυτών. Στην τέταρτη ενότητα, τέλος, πραγματοποιείται μια συνοπτική παρουσίαση της υπό μελέτη περίπτωσης, της ιστορικής εξέλιξής της και των βασικών χαρακτηριστικών της.

2.1. Βαρέα Μέταλλα και Βιομηχανική Δραστηριότητα

Στο Κεφάλαιο 1 αναφέρθηκαν επιμέρους κλάδοι της βιομηχανίας και κατηγορίες βιομηχανικών δραστηριοτήτων (μεταξύ άλλων, η παραγωγή δομικών υλικών, η μεταλλουργία, η παραγωγή χημικών και φαρμακευτικών σκευασμάτων κ.ο.κ.), στους οποίους και καταγράφεται υψηλός βαθμός χρήσης των βαρέων μετάλλων και των τοξικών ενώσεων τους. Επομένως, οι συγκεκριμένες δραστηριότητες παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες και σοβαρότερες επιπτώσεις, σε όρους επιβάρυνσης του περιβάλλοντος και την υγεία των εργαζομένων που εκτίθενται στις ουσίες αυτές (Krantz & Dorevitch, 2004; Caiazzo et al., 2013). Επειδή, όμως, η παρουσία βαρέων μετάλλων διαφέρει σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών βιομηχανικών δραστηριοτήτων, η καταγραφή της παρουσίας των βαρέων μετάλλων στις διαφορετικές δραστηριότητες αποτελεί αναγκαίο βήμα για την καλύτερη κατανόηση των επιπτώσεων τους.

Στον Πίνακα 1 του Παραρτήματος παρουσιάζονται οι χρήσεις των βαρέων μετάλλων σε διαφορετικές βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως προκύπτουν μέσα από τη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία. Χαρακτηριστικά, το **εξασθενές χρώμιο (Cr^{+6})** έχει χρήσεις σε βιομηχανικές δραστηριότητες, όπως η μεταλλουργία (όπου ενώσεις του χρωμίου χρησιμοποιούνται ως επιστρώσεις για την προστασία μεταλλικών επιφανειών από τη διάβρωση), η βυρσοδεψία (χρησιμοποιούνται κυρίως άλατα του χρωμίου, όπως το χρωμικό νάτριο και το χρωμικό αμμώνιο) και η παραγωγή βαφών, χρωμάτων και μελανιών (Pellerin & Booker, 2000; Χριστοφορίδου et al., 2011; Dokou et al., 2017). Το **κάδμιο (Cd)** χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στη μεταλλευτική/μεταλλουργική βιομηχανία (επικαθμίωση μετάλλων) και στην κατασκευή μπαταριών (ηλεκτρόδια καδμίου) (Rydh & Karlström, 2002; Gupta & Nayak, 2012). Το **νικέλιο (Ni)** χρησιμοποιείται ως συστατικό σιδηρούχων και μη-σιδηρούχων κραμάτων, στην κατασκευή μπαταριών (ως αντιδιαβρωτικό και ανθεκτικό στη θερμότητα υλικό για τα ηλεκτρόδια), στην παραγωγή φυτοφαρμάκων, λιπασμάτων και μυκητοκτόνων και στην υδρογόνωση φυτικών ελαίων και οξείδωση υδρογονανθράκων (Keim, 1990; Reck et al., 2008; Elshkaki, Reck & Graedel, 2017). Το **αρσενικό (As)** χρησιμοποιείται στη μεταλλουργία (για την εξόρυξη μη-σιδηρούχων μετάλλων και την καύση ορυκτών καυσίμων), στην παραγωγή φυτοφαρμάκων, ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων, στην παραγωγή ζωοτροφών και στην επεξεργασία ξύλου ως συντηρητικό (Riveros, Rutrizac & Spencer, 2001; Lombi et al., 2004; Howell & Craw, 2014).

Κατά συνέπεια, οι εργαζόμενοι στους παραπάνω βιομηχανικούς κλάδους είναι σε μεγαλύτερο βαθμό εκτεθειμένοι στα βαρέα μέταλλα και τις υπόλοιπες τοξικές ουσίες. Πιο συγκεκριμένα, υψηλότερη πιθανότητα έκθεσης σε βαρέα μέταλλα παρουσιάζει η άσκηση διαφορετικών επαγγελματιών όπως του επεξεργαστή μεταλλευτικών προϊόντων, του εργάτη σε τσιμεντοβιομηχανία, του εργατοτεχνίτη κοπής και κατεργασίας μαρμάρων, του εργάτη βυρσοδεψίας, του ηλεκτροσυγκολλητή μετάλλων, καθώς και του εργάτη σε διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες παραγωγής και κατεργασίας σιδήρου, χυτοσιδήρου και χάλυβα (Βαλαβανίδης, 2007; Χριστοφορίδου et al., 2011; Κουρουτού et al., 2012). Στις κατηγορίες αυτές πρέπει να προστεθούν και οι κατηγορίες επαγγελματιών που έρχονται εμμέσως σε επαφή με τα βαρέα μέταλλα και τα παραπροϊόντα τους, τα οποία διαφεύγουν στο έδαφος και το νερό (Jarup, 2003; Fthenakis, 2018). Σε μια βιομηχανική δραστηριότητα, είναι πιθανόν η παραγωγική διαδικασία να κάνει χρήση περισσότερων από ένα βαρέων μετάλλων, οπότε οι εργαζόμενοι σε αυτή θα είναι εκτεθειμένοι στις επιδράσεις τους. Αντίστοιχα, σε μια βιομηχανική περιοχή (ή ζώνη) συνυπάρχουν πολλαπλές βιομηχανικές δραστηριότητες, που χρησιμοποιούν περισσότερα από ένα βαρέα μέταλλα, οπότε αυτά επιβαρύνουν συνδυαστικά το περιβάλλον και την υγεία των εργαζομένων στην περιοχή (Cheng, 2003).

2.2. Συστηματική έκθεση σε Βαρέα Μέταλλα και επιπτώσεις στην Υγεία

Τα βαρέα μέταλλα και τα υπόλοιπα τοξικά παραπροϊόντα της βιομηχανικής δραστηριότητας έχουν σημαντικές επιπτώσεις για την υγεία των εργαζομένων, που εκτίθενται συστηματικά σε αυτά, καθώς και για την υγεία του ευρύτερου πληθυσμού μιας περιοχής μέσω της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης.

2.2.1 Καρκίνος

Τα βαρέα μέταλλα είναι γνωστά για την καρκινογόνο δράση τους, αφού επιδρούν στο γενετικό υλικό είτε άμεσα είτε έμμεσα και προκαλούν βλάβες (Steinkellner et al., 1998; Jarup, 2003). Στον Πίνακα 2 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η κατάταξη που δημοσίευσε η Διεθνής Ένωση για την Έρευνα στον Καρκίνο (International Association for Research on Cancer – IARC) για τον βαθμό καρκινικότητας των βαρέων μετάλλων. Η καθημερινή έκθεση σε περισσότερα από ένα βαρέα μέταλλα, όπως συνήθως συμβαίνει σε όσους εργάζονται σε δραστηριότητες της βαριάς βιομηχανίας, αυξάνει σημαντικά τον κίνδυνο καρκινογένεσης. Τα βαρέα μέταλλα και τα παραπροϊόντα τους επιδρούν μέσω ποικίλων μηχανισμών, και σε ένα ή περισσότερα βήματα της καρκινογένεσης. Οι μηχανισμοί αυτοί περιλαμβάνουν τις άμεσες αντιδράσεις του εκάστοτε μετάλλου με το DNA, ή έμμεσους μηχανισμούς, όπως οι βλάβες στην επιδιόρθωση του DNA, στην μεθυλίωση του DNA, καθώς και στις μεταβολικές διαδικασίες που περιλαμβάνονται στον διπλασιασμό και την έκφραση του DNA (Hengstler et al., 2003; Madden, 2003; Kim, Kim & Seo, 2013). Εμπειρικές έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σε εργαζομένους σε χυτήρια (Liu et al., 2009), στην κατασκευή μπαταριών (Palus et al., 2003) και σε άλλους κλάδους της βαριάς βιομηχανίας (Glahn et al., 2008) έχουν δείξει πως η συστηματική έκθεση σε κάδμιο, νικέλιο, χρώμιο, μόλυβδο κ.α. συνδέεται με την παρουσία γενετικών βλαβών και την ανάπτυξη καρκίνου.

Ο συχνότερα εμφανιζόμενος καρκίνος που σχετίζεται με έκθεση σε βαρέα μέταλλα είναι ο **καρκίνος του πνεύμονα**. Μάλιστα, από έρευνες προκύπτει πως τις τελευταίες δύο δεκαετίες ο κίνδυνος για καρκίνο του πνεύμονα έχει αυξηθεί σημαντικά σε εργαζομένους που εκτίθενται συστηματικά σε βαρέα μέταλλα, όπως το κοβάλτιο (Moulin et al., 1998; Mateuca et al., 2005), το χρώμιο (Kishi et al., 1987; Gatto et al., 2010; Behrens et al., 2017) και το νικέλιο (π.χ. (επινικέλωση, κατασκευή μπαταριών κ.ο.κ.; Beveridge et al., 2010). Αντίστοιχα, αυξημένος κίνδυνος για καρκίνο του πνεύμονα εμφανίζεται σε εργαζόμενους στην εξόρυξη και την επεξεργασία μετάλλων (Wild, Bourgkard & Paris, 2009; Chen et al., 2016).

Εξίσου σημαντική είναι η πιθανότητα εμφάνισης **καρκίνου του πεπτικού συστήματος** σε εργαζόμενους στην επεξεργασία πέτρας ή τούβλων, σε εργαζόμενους που εκτίθενται σε βαφές ή διαλυτικά (ιδιαίτερα βαφής), και σε αυτούς που χρησιμοποιούν υγρά κοπής λαδιού ή νερού για την κοπή μετάλλων (Yuan,

Yang & Li, 2016; Sohrabi et al., 2018). Αντίστοιχα, οι εργαζόμενοι στην κατασκευή μετάλλων (μεταλλικών ελασμάτων, επεξεργασία φύλλων μετάλλου κλπ.) και στην παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος (ηλεκτρολόγοι, χειριστές μηχανημάτων, μηχανικοί κλπ.), εμφανίζουν αυξημένο κίνδυνο για **καρκίνο του παγκρέατος** (Antwi et al., 2015; Buha et al., 2018). Οι εργαζόμενοι στην επεξεργασία χημικών ουσιών και στην κατασκευή μηχανών και οχημάτων εμφανίζουν συχνότερα **καρκίνο του προστάτη** (Sritharan et al., 2016), ενώ ο κίνδυνος για **καρκίνο της ουροδόχου κύστεως** αυξάνεται σημαντικά (έως και πενταπλασιάζεται) για εργαζομένους σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και στην κατασκευή προϊόντων από γυαλί (Claude, Frentzel-Beyme, & Kunze, E. 1988; Mallin et al., 1989; Gaertner & Theriault, 2002).

Σημαντικός κίνδυνος ανάπτυξης **κακοηθών όγκων στον εγκέφαλο** παρατηρήθηκε σε εργαζομένους στη βιομηχανία τηλεπικοινωνιών (λόγω της έκθεσης σε χαμηλής συχνότητας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία; Litchfield, 2014) και στην κατασκευή προϊόντων από γυαλί (Wingren & Axelsson, 1992). Αντίθετα, μικρότερος κίνδυνος παρατηρήθηκε για τους εργαζομένους στη μεταλλουργία (Steenland et al., 2017).

2.2.2 Νοσήματα του αναπνευστικού συστήματος

Όπως προκύπτει από τη βιβλιογραφία, η έκθεση σε βαρέα μέταλλα και σε άλλους ρυπογόνους παράγοντες (σχετικούς με τη βιομηχανική δραστηριότητα) έχει σημαντικές επιπτώσεις και για το αναπνευστικό σύστημα. Εμπειρικές μελέτες έχουν δείξει πως η έκθεση σε νικέλιο, χαλκό και ψευδάργυρο, καθώς και η εισπνοή αλουμινίου κατά την εργασία, σχετίζονται σημαντικά με τις διαταρχές του αεραγωγού (περιοριστικού και αποφρακτικού τύπου), και με συμπτώματα όπως ο βήχας, η παραγωγή πτυέλων, η χρόνια βρογχίτιδα και το αίσθημα σύσφιξης στο θώρακα (Luo, Hsu & Shen, 2006; Safty et al., 2008; Chuang et al., 2018; Kurt, Ergun & Basaran, 2018). Από τη βιβλιογραφία προκύπτει επίσης υψηλή συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε βαρέα μέταλλα (χρώμιο, κοβάλτιο, νικέλιο, λευκόχρυσος και σπανιότερα αλουμίνιο και ψευδάργυρος) και της εμφάνισης άσθματος σε εργάτες διαφορετικών επιμέρους κλάδων της βαριάς βιομηχανίας (Krantz & Dorevitch, 2004; Ruiz et al., 2016; Jabbar et al., 2017). Αντίστοιχες συνέπειες στην αναπνευστική λειτουργία εντοπίζονται και στους εργαζόμενους που εκτίθενται σε μεταλλικούς ατμούς και στον ψευδάργυρο, σε εργασίες που εντοπίζονται κατά κύριο λόγο στη μεταλλουργική-μεταλλευτική βιομηχανία (Luo et al., 2006; Safty et al., 2008; Kumar et al., 2016).

2.2.3 Νευρολογικά νοσήματα

Μια ακόμα κατηγορία προβλημάτων υγείας που συνδέονται με την έκθεση σε βαρέα μέταλλα και άλλες τοξικές ουσίες αφορά στα νευρολογικά νοσήματα. Οι Krantz και Dorevitch (2004) ανέφεραν μια σειρά από νευρολογικά συμπτώματα σε εργάτες που έρχονταν σε συχνή επαφή με μόλυβδο, όπως η ευερεθιστότητα, η κόπωση, η δυσκολία συγκέντρωσης, η έκπτωση της μνήμης, του προφορικού λόγου και της κινητικής δεξιότητας, καθώς και οι ενδείξεις περιφερικής νευροπάθειας. Οι ίδιοι ανέφεραν και την περίπτωση εμφάνισης παρκινσονικού συνδρόμου σε εργάτη-ηλεκτροσυγκολλητή με χρόνια έκθεση στο μαγγάνιο. Η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε μαγγάνιο και της εμφάνισης νευρολογικών και ψυχιατρικών διαταραχών αναφέρεται και από τους Wiwanitkit (2008) και Gonzalez-Cuyar και συνεργάτες (2014). Άλλες έρευνες έχουν διαπιστώσει αύξηση της συχνότητας εμφάνισης νευρολογικών και ψυχιατρικών διαταραχών σε εργαζομένους με συστηματική έκθεση σε διαφορετικά βαρέα μέταλλα, όπως το κάδμιο (Karri, Schuhmacher & Kumar, 2016).

2.2.4 Αιματολογικές διαταραχές και διαταραχές του ανοσοποιητικού συστήματος

Τα βαρέα μέταλλα και οι τοξικές ενώσεις τους συνδέονται με την εμφάνιση αιματολογικών διαταραχών και διαταραχών του ανοσοποιητικού συστήματος, όπως το non-Hodgkin λέμφωμα, το πολλαπλούν μυέλωμα και η λευχαιμία (Fritschi et al., 2005; Katiyar, Awasthi & Sahu, 2008; Ledda et al., 2018). Η πιθανότητα εμφάνισης αιματολογικών διαταραχών είναι αυξημένη για εργαζόμενους σε τυπογραφεία, φωτοχαράκτες και λιθογράφους, καθώς και για εργάτες κατασκευών, όπως ξυλουργοί, υδραυλικοί, ηλεκτρολόγοι και βαφείς, όπως προκύπτει από εμπειρικές μελέτες.

Επιπλέον, η έκθεση σε βαρέα μέταλλα επιδρά και στο ανοσοποιητικό σύστημα, το οποίο επηρεάζεται αρνητικά σε σχέση με τον μη-εκτεθειμένο πληθυσμό. Από τη βιβλιογραφία προκύπτει πως βαρέα μέταλλα όπως το χρώμιο επιδρούν σε υποκατηγορίες λεμφοκυττάρων και στις ανοσοσφαιρίνες στους εκτεθειμένους εργάτες (ιδιαίτερα σε αντικείμενα όπως η βυρσοδεψία και η επιμετάλλωση), εξασθενώντας το ανοσοποιητικό σύστημα και δημιουργώντας πρόσθετα προβλήματα υγείας (Katiyar et al., 2008; Bonaventura et al., 2015; Ciarrocca et al., 2015).

2.2.5 Άλλα νοσήματα

Πέραν των παραπάνω, οι εργαζόμενοι στη βιομηχανία έχουν παρουσιάσει μια σειρά από άλλα προβλήματα υγείας ως αποτέλεσμα της καθημερινής έκθεσης τους σε βαρέα μέταλλα. Χαρακτηριστικά, από εμπειρικές έρευνες έχει προκύψει πως η έκθεση στο χρώμιο, το μαγγάνιο, το σίδηρο και τον χαλκό σχετίζεται με την εμφάνιση **δερματικών παθήσεων** (Morris-Jones et al., 2002; Lai & Yew, 2016), καθώς και πως ακόμα και η παροδική έκθεση σε κάποια από τις ουσίες αυτές μπορεί να οδηγήσει στην

εμφάνιση επίμονων δερματικών συμπτωμάτων, ή ακόμα και σε συστηματική βλάβη (Mirabelli et al., 2009; Lin et al., 2009). Η έκθεση στο μαγγάνιο, τον χαλκό και το κάδμιο συνδέεται με την εμφάνιση **υπέρτασης** (Houston, 2011; Wu et al., 2018), ενώ η έκθεση στο χρώμιο, το μαγγάνιο και το νικέλιο έχει βρεθεί να συνδέεται με την εμφάνιση **σακχαρώδη διαβήτη** (Liu et al., 2016; Yang et al., 2017). Το μαγγάνιο, το σίδηρο, το νικέλιο και ο ψευδάργυρος έχουν βρεθεί να αυξάνουν τον κίνδυνο για **προβλήματα στην όραση** (Mulak et al., 2008) και για την εμφάνιση **φυματίωσης** (Tsai et al., 2018)

2.3. Μετρήσεις της έκθεσης σε Βαρέα Μέταλλα και παραπροϊόντα της Βιομηχανίας

Στη διεθνή βιβλιογραφία εντοπίζονται πολυάριθμες εμπειρικές εργασίες που μετρούν τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στον οργανισμό εργαζόμενων στη βιομηχανία (π.χ. σε σωματικά υγρά, ιστούς κ.ο.κ.). Στη συνέχεια παρουσιάζονται συνοπτικά ορισμένες από τις πιο σημαντικές εργασίες, με στόχο να σχηματιστεί πληρέστερη εικόνα γύρω από τις επιπτώσεις της έκθεσης σε βαρέα μέταλλα.

Οι Vitayavirasuk, Junhom και Tantisaeranee (2005) μέτρησαν τα επίπεδα μόλυβδου στο αίμα και χρωμίου και καδμίου στα ούρα βαφένων που χρησιμοποιούν ψεκαστήρα, και διαπίστωσαν σημαντικά υψηλότερες τιμές των μετάλλων αυτών σε σχέση με την ομάδα ελέγχου (γενικός πληθυσμός). Οι Kim και συνεργάτες (2003) μέτρησαν τις συγκεντρώσεις διαφορετικών βαρέων μετάλλων σε δείγματα ούρων λεβητοποιών, και έδειξαν πως η υψηλή συγκέντρωση των ουσιών αυτών συσχετίζεται με την εμφάνιση προβλημάτων στο αναπνευστικό. Αντίστοιχα, οι Balkhyour και Goknil (2010) μέτρησαν τη συγκέντρωση μαγγανίου, χαλκού και μόλυβδου στο αναπνευστικό σύστημα εργαζομένων στη συγκόλληση μετάλλων, και διαπίστωσαν πως η διάρκεια έκθεσης συσχετίζεται με τον κίνδυνο εμφάνισης αναπνευστικών προβλημάτων.

Σε μια σειρά εμπειρικών μελετών, μετρήθηκαν οι συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο αίμα, τα ούρα και το τριχωτό της κεφαλής εργατών στην παραγωγή και την επεξεργασία χάλυβα/ατσαλιού (Hornig et al., 2003; Afridi et al., 2006, 2009), σε διυλιστήρια χαλκού και στη συγκόλληση οχημάτων (Luo et al., 2006; Nieboer et al., 2007) και στην παραγωγή μπαταριών και συσσωρευτών (Khuder et al., 2008; Nouiou et al., 2018). Οι μελέτες αυτές έδειξαν πως οι εργάτες σε βιομηχανικές δραστηριότητες παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στον οργανισμό τους, σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό. Επιπλέον, οι Gerhardsson και συνεργάτες (2002) μέτρησαν τη συγκέντρωση καδμίου, χαλκού και ψευδάργυρου σε δείγματα ιστών ήπατος, πνεύμονα, νεφρών και εγκεφάλου εργατών σε χυτήρια χαλκού και μόλυβδου, με τις τιμές να είναι σημαντικά υψηλότερες από αυτές της ομάδας ελέγχου, ενώ οι Orisakwe και συνεργάτες (2007) πραγματοποίησαν βιοχημικό έλεγχο σε

εργάτες βιομηχανίας χρωμάτων, και εντόπισαν επιβλαβείς επιδράσεις στην νεφρική και την ηπατική λειτουργία.

Πιο πρόσφατα, ερευνητές έχουν επιχειρήσει να επαληθεύσουν τα ευρήματα των παραπάνω εργασιών, χρησιμοποιώντας διαφορετικά δείγματα εργαζομένων σε διαφορετικές βιομηχανικές δραστηριότητες. Μερικές από τις πλέον πρόσφατες δημοσιεύσεις (π.χ. Wang et al., 2015; Jahan et al., 2016; Mousavian, Mansouri & Nezhadkurki, 2017) επιβεβαιώνουν πως οι εργάτες σε βιομηχανικές δραστηριότητες εμφανίζουν υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων στον οργανισμό τους, καθώς και πως η συστηματική έκθεση σε βαρέα μέταλλα συνδέεται με διαφορετικές παθήσεις (Yang et al., 2017; Rehman et al., 2018).

2.4. Η Βιομηχανική Περιοχή των Οινοφύτων

2.4.1 Ιστορική Εξέλιξη

Ο Δήμος Οινοφύτων ήταν δήμος του νομού Βοιωτίας που συστάθηκε αρχικά το 1994, όταν η πρώην κοινότητα Οινοφύτων αναγνωρίστηκε διοικητικά ως Δήμος. Γεωγραφικά, βρίσκεται 50 χιλιόμετρο βόρεια της Αθήνας. Από την περιοχή του Δήμου διαπερνά η Εθνική Οδός Αθηνών-Θεσσαλονίκης, η Εθνική Σιδηροδρομική Γραμμή και ο ποταμός Ασωπός. Με την εφαρμογή του προγράμματος «Καποδιστριας», το 1999, ο Δήμος Οινοφύτων διευρύνθηκε με τη συνένωση παλαιότερων κοινοτήτων της περιοχής, που στη συνέχεια αποτέλεσαν τα δημοτικά διαμερίσματα του Δήμου. Συγκεκριμένα, περιλάμβανε τα χωριά Άγιος Θωμάς, Δήλεσι, Κλειδί και Οινόφυτα, ενώ καταλάμβανε έκταση 77,273 τετραγωνικών χιλιομέτρων και ο πληθυσμός του ήταν 9.091 κάτοικοι (στοιχεία απογραφής 2001). Με την εφαρμογή του προγράμματος «Καλλικράτης» καταργήθηκε ως αυτοτελής Δήμος, και εντάχθηκε στο νέο Δήμο Τανάγρας, μετονομαζόμενος σε Δημοτική Ενότητα Οινοφύτων. Ο πληθυσμός της Δημοτικής Ενότητας Οινοφύτων, η οποία περιλαμβάνει και τις Τοπικές Κοινότητες Αγίου Θωμά και Κλειδίου, ανέρχεται σε 4.587 κατοίκους

Η περιοχή των Οινοφύτων ήταν ιστορικά αμιγώς αγροτική. Με την έκδοση, όμως, το 1969 της διϋπουργικής απόφασης 1806/1969 (υπογράφηκε από τους Υπουργούς Συντονισμού, Εσωτερικών, Κοινωνικών Υπηρεσιών, Γεωργίας, Βιομηχανίας και Δημοσίων Έργων) επιτράπηκε για πρώτη φορά η διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στον ποταμό Ασωπό. Το 1979 υπογράφηκε νέα υπουργική απόφαση (196/1979) που επέτρεψε την ελεύθερη διάθεση κατεργασμένων υγρών βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων στον Ασωπό, από βιομηχανικές και άλλες δραστηριότητες που ασκούνται εντός των ορίων του Νομού Βοιωτίας. Λόγω της άμεσης γεωγραφικής γειτνίασης με την

Περιφέρεια Αττικής (τότε Νομός Αττικής), αλλά και του Προεδρικού Διατάγματος 84/1984 που επέβαλλε περιορισμούς στην εγκατάσταση βιομηχανιών εντός της Αττικής, η περιοχή των Οиноφύτων αποτέλεσε προνομιακό τόπο εγκατάστασης πολλών βιομηχανικών μονάδων και άλλων βιομηχανικών-οικονομικών δραστηριοτήτων (Χριστοφορίδου et al., 2011; Κουρουτού et al., 2012). Σταδιακά, στην περιοχή των Οиноφύτων αναπτύχθηκε μία από τις μεγαλύτερες βιομηχανικές ζώνες στην Ελλάδα, και η μεγαλύτερη εντός των γεωγραφικών ορίων της Στερεάς Ελλάδας, με έκταση που προσεγγίζει τα 15.000 στρέμματα. Σήμερα, στην περιοχή των Οиноφύτων βρίσκονται εγκατεστημένες και λειτουργούν περισσότερες από 500 αμιγώς βιομηχανικές μονάδες, καθώς και άλλες επιχειρήσεις (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, 2009; Μουρτσιάδης, 2010). Στην περιοχή των Οиноφύτων, σύμφωνα με μελέτη που εκπόνησε η Γενική Γραμματεία Βιομηχανίας (Καθημερινή, 26/11/2018), παράγεται το 35% του βιομηχανικού ΑΕΠ της χώρας, αλλά η περιοχή μέχρι σήμερα δεν έχει υπαχθεί στο υφιστάμενο νομικό πλαίσιο για την οργάνωση και χωροταξική διάρθρωση των Βιομηχανικών Πάρκων και Συγκεντρώσεων.

2.4.2 Βιομηχανική Δραστηριότητα και Βαρέα Μέταλλα στην περιοχή των Οиноφύτων

Σύμφωνα με μελέτη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, κατά το χρονικό διάστημα Νοεμβρίου 1998 - Απριλίου 1999, στην περιοχή των Οиноφύτων λειτουργούσαν 281 βιομηχανίες που παρήγαγαν 9.500 m³ (κυβικά μέτρα) βιομηχανικών αποβλήτων ημερησίως (Λοϊζίδου, 1998). Από τον όγκο αυτό αποβλήτων, το 57% προερχόταν από τον κλάδο της κλωστοϋφαντουργίας, το 34% από τον κλάδο τροφίμων, ποτών και λοιπών ειδών διατροφής, και το 6% από τον κλάδο της μεταλλουργίας. Ερευνητική εργασία που εκπονήθηκε στο πλαίσιο έργου του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Μασούρα, 2008), εντόπισε πως στη γεωγραφική περιοχή βορειοανατολικά της κοίτης του Ασωπού και σε ζώνη επτά χιλιομέτρων λειτουργούσαν 407 βιομηχανικές μονάδες που παρήγαγαν απόβλητα. Τα απόβλητα αυτά παράγονταν κυρίως από κλωστοϋφαντουργεία, βαφεία και φινιριστήρια, από βιομηχανίες τροφίμων, και από μεταλλουργικές, χημικές και κτηνοτροφικές μονάδες, και κυμαίνονταν από 0,3 έως 3.000 m³ την ημέρα, ανάλογα με το μέγεθος κάθε βιομηχανικής μονάδας και το είδος της ακολουθούμενης παραγωγικής διαδικασίας. Σε μελέτη του, το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (2009) κατέγραψε τη βιομηχανική δραστηριότητα στην περιοχή των Οиноφύτων, και εκτίμησε πως υπάρχουν περίπου 500 μονάδες που παράγουν υγρά απόβλητα και άλλες 50 μονάδες που παράγουν τοξικές ουσίες. Αντίστοιχα είναι τα ευρήματα καταγραφής που πραγματοποίησε ο Δήμος Τανάγρας το 2010, σύμφωνα με την οποία στη βιομηχανική περιοχή των Οиноφύτων λειτουργούν δραστηριότητες όπως η επεξεργασία μετάλλων, η κλωστοϋφαντουργία, η παραγωγή βαφών και χρωμάτων, η παραγωγή

απορρυπαντικών, καλλυντικών, λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων, φαρμακευτικών σκευασμάτων, πλαστικών και χημικών, η παραγωγή τροφίμων και ζωοτροφών, η βυρσοδεψία κ.ο.κ.

Μία από τις μη επιθυμητές συνέπειες της σημαντικής συγκέντρωσης και ανάπτυξης βιομηχανικών δραστηριοτήτων στην περιοχή των Οиноφύτων ήταν η σημαντική περιβαλλοντική επιβάρυνση, λόγω του μεγάλου επικίνδυνων αποβλήτων από απελευθερώνονται καθημερινά στο έδαφος, τον αέρα και τα υδάτινα ρεύματα (Χριστοφορίδου et al., 2011). Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του 1990 ξεκίνησαν να καταγράφονται τα πρώτα παράπονα κατοίκων της περιοχής για τον αποχρωματισμό και τη θολερότητα του πόσιμου νερού. Τον Μάρτιο του 2007 εκδόθηκε από τον Γενικό Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης έκθεση, ύστερα από έλεγχο που πραγματοποιήθηκε περί της νομιμότητας και πληρότητας των αδειών διάθεσης υγρών αποβλήτων 19 εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην περιοχή του ποταμού Ασωπού (Γενικός Επιθεωρητής Δημόσιας Διοίκησης, 2007). Η έκθεση καταδείκνυε πως ορισμένες από αυτές τις εταιρείες είχαν λάβει άδεια λειτουργίας χωρίς να έχουν λάβει την απαιτούμενη άδεια διάθεσης των υγρών αποβλήτων τους, και χωρίς να έχει προηγηθεί ειδική μελέτη για την επεξεργασία και διάθεση των αποβλήτων αυτών. Επιπλέον, μέσα από αυτοψίες που πραγματοποίησαν ειδικοί επιθεωρητές, βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις εξασθενούς χρωμίου (Cr^{+6}) σε απορροφητικούς βόθρους ορισμένων μονάδων.

Αποτέλεσμα της έκθεσης αυτής ήταν η επιβολή προστίμων στις 19 εταιρείες από το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2007). Ύστερα από έγγραφα παραπόνα κατοίκων της περιοχής πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες έρευνες από τον Συνήγορο του Πολίτη, τον Σεπτέμβριο του 2009 και τον Μάρτιο του 2010. Σε αυτοψίες στη Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων και Βοθρολυμάτων των Δήμων Οиноφύτων και Σχηματαρίου, διαπιστώθηκαν ελλείψεις στα διαφορετικά στάδια επεξεργασίας και τον ηλεκτρομηχανικό εξοπλισμό, τα οποία οδηγούσαν σε προβληματική λειτουργία και σε υπερχειλίση των λυμάτων στο κεντρικό αντλιοστάσιο του Δήμου Οиноφύτων, με αποτέλεσμα να προκαλούνται κίνδυνοι για τη δημόσια υγεία (Συνήγορος του Πολίτη, 2009, 2010α). Αντίστοιχες αυτοψίες διενεργήθηκαν το 2010 από το Συνήγορο του Πολίτη στα διυλιστήρια νερού των Δημοτικών Διαμερισμάτων Οиноφύτων και Αγίου Θωμά, όπου παρατηρήθηκαν ελλείψεις και ανεπάρκειες στη λειτουργία των διυλιστηρίων (Συνήγορος του Πολίτη, 2010β). Το 2010 εκδόθηκε Κοινή Υπουργική Απόφαση (20488/2010) με στόχο «την προστασία, αναβάθμιση και αποκατάσταση της καλής κατάστασης, οικολογικής και χημικής, των υδάτων του ποταμού Ασωπού, των παραποτάμων του και των ρεμάτων που βρίσκονται στην υδρογεωλογική λεκάνη του ποταμού, ώστε η ποιότητα των υδάτων να είναι κατάλληλη για κάθε χρήση πλην της παραγωγής νερού για πόση και κολύμβηση». Με

την απόφαση αυτή, καθορίζονταν ποιοτικά περιβαλλοντικά πρότυπα για τον Ασωπό καθώς και οι οριακές τιμές εκπομπών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων στη λεκάνη απορροής του ποταμού.

2.4.3 Μετρήσεις της επιβάρυνσης της περιοχής των Οиноφύτων από Βαρέα Μέταλλα

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί από ερευνητικούς οργανισμούς και δημόσιους φορείς υπογραμμίζουν το πρόβλημα της ρύπανσης του περιβάλλοντος, του αέρα και του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής των Οиноφύτων, ως επακόλουθο της όλης βιομηχανικής δραστηριότητας και με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των κατοίκων (Vasilatos et al., 2008; Linos et al., 2011; Κουρουτού et al., 2012). Η Ένωση Ελλήνων Χημικών (2007) διαπίστωσε την παρουσία επιβλαβών για τους ανθρώπους χημικών παραμέτρων, και συγκεκριμένα του εξασθενούς χρωμίου, στα υπόγεια νερά του ποταμού Ασωπού, κάτι που υποδηλώνει τη ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα από τις βιομηχανικές δραστηριότητες της περιοχής, ενώ οδηγεί σε συστάσεις για διακοπή των ανθρώπινων και οικιακών χρήσεων του νερού. Σε έκθεση του το 2009, το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών επεσήμανε ότι το υπόγειο νερό της περιοχής των Οиноφύτων παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις σε βαρέα μέταλλα, καθιστώντας το έτσι ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση και άρδευση. Σε αντίστοιχα συμπεράσματα κατέληξε έρευνα του Τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (Βασιλάτος, Μεγρέμη & Οικονόμου-Ηλιοπούλου, 2010), που υπογράμμισε πως η υψηλή συγκέντρωση εξασθενούς χρωμίου στο υπόγειο νερό της κοιλάδας του Ασωπού οφείλεται σε ανθρώπινες δραστηριότητες σχετιζόμενες με την παραγωγή και απελευθέρωση βιομηχανικών αποβλήτων, σε αντίθεση με το υπόγειο νερό της Εύβοιας, όπου η ρύπανση αποδίδεται σε φυσικές διεργασίες. Το Περιβαλλοντικό Γραφείο του Δήμου Τανάγρας, τον Νοέμβριο του 2011, πραγματοποίησε έλεγχο υγρών αποβλήτων σε έξι δείγματα αγωγών εξόδου από διάφορες θέσεις του ποταμού Ασωπού. Από τη χημική ανάλυση των δειγμάτων προέκυψε υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων, και συγκεκριμένα χρωμίου, μαγγανίου και μόλυβδου, που συνιστά κίνδυνο για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Επιπλέον, ο Δήμος Οиноφύτων πραγματοποίησε από τον Μάρτιο του 2007 έως τον Ιούλιο του 2010 επαναλαμβανόμενες μετρήσεις για την παρουσία και τη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε διαφορετικά δείγματα του δικτύου ύδρευσης της περιοχής, εντοπίζοντας υψηλές συγκεντρώσεις κυρίως χρωμίου σε πολλά δείγματα πόσιμου νερού (Χριστοφορίδου et al., 2011). Αντίστοιχα ήταν τα ευρήματα και άλλων μετρήσεων, όπως του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου (2014; μετρήσεις σε δείγματα υπόγειου νερού στη λεκάνη απορροής του Ασωπού Ιούλιος 2012 - Ιανουάριος 2014), το Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Μελετών (2008; μετρήσεις σε 87 δείγματα από γεωτρήσεις και φρεάτια της περιοχής των Οиноφύτων/Νοέμβριος 2007 - Φεβρουάριος 2008) και το Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου

Αθηνών (Vasilatos et al., 2008; μετρήσεις σε τέσσερα δείγμα υπόγειου και επιφανειακού νερού στην περιοχή των Οиноφύτων/Σεπτέμβριος 2008 – Δεκέμβριος 2008). Όλες οι μετρήσεις εντόπισαν υψηλότερα του ανώτατου επιτρεπτού επίπεδα βαρέων μετάλλων, και ιδιαίτερα χρωμίου, μόλυβδου και αρσενικού, στα υδάτινα ρεύματα της περιοχής των Οиноφύτων.

Το 2009, τέλος, ξεκίνησε η διεξαγωγή επιδημιολογικής μελέτης στην περιοχή των Οиноφύτων από ερευνητές της Ιατρικής Σχολής του Εθνικού & Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών. Η μελέτη υπολόγισε για τους μόνιμους κατοίκους της περιοχής, σε σύγκριση με την περιφέρεια της Βοιωτίας, την περίοδο 1999–2009 αυξημένο προτυπωμένο πηλίκo θνησιμότητας (SMR) για ορισμένους τύπους καρκίνου όπως ο πρωτοπαθής καρκίνος ήπατος, ο καρκίνος του πνεύμονα για άνδρες και γυναίκες, και ο καρκίνος του νεφρού και άλλων οργάνων του ουροποιογεννητικού για τις γυναίκες (Linou et al., 2011). Η αυξημένη θνησιμότητα που καταγράφηκε για τους κατοίκους της περιοχής των Οиноφύτων αποτελεί ένδειξη της σημαντικής αύξησης καρκινογένεσης, που με τη σειρά της αποδίδεται στη σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων, και ιδιαίτερα του χρωμίου και του αρσενικού, στο πόσιμο νερό (Κουρουτού et al., 2012). Τα αποτελέσματα της έρευνας έφεραν στην επιφάνεια τα προβλήματα της ρύπανσης του Ασωπού λόγω της βιομηχανικής δραστηριότητας στην περιοχή, καθώς και τη σημαντική επιβάρυνση της δημόσιας υγείας που έχει προκληθεί, και αποτέλεσαν το έναυσμα για τη δημιουργία, το 2016, του Παρατηρητηρίου και Κέντρου Προαγωγής Υγείας Στερεάς Ελλάδας στον Δήμο Τανάγρας, με τη συνεργασία της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών και της Περιφέρειας Στερεάς Ελλάδας.

3. Μεθοδολογία – Αποτελέσματα

Στο παρόν Κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την εμπειρική διερεύνηση στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Ειδικότερα, στην πρώτη ενότητα του Κεφαλαίου περιγράφεται η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων, και για τη χαρτογράφηση της βιομηχανικής δραστηριότητας στην περιοχή των Οиноφύτων. Στη δεύτερη ενότητα αναλύονται τα βασικά χαρακτηριστικά της βιομηχανικής δραστηριότητας στην περιοχή, καθώς και το είδος των αποβλήτων/λυμάτων που εξάγονται από τις βιομηχανικές μονάδες. Στην τρίτη ενότητα, γίνεται η κατηγοριοποίηση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων ανάλογα το είδος των προϊόντων και των αποβλήτων τους, και το βαθμό κινδύνου αυτών για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

3.1 Μεθοδολογία

Προκειμένου να χαρτογραφηθεί η βιομηχανική δραστηριότητα στην περιοχή των Οиноφύτων και να αποτυπωθεί η παρουσία βαρέα μετάλλων και άλλων ρυπογόνων παραγόντων στο περιβάλλον και το νερό της περιοχής, συγκεντρώθηκαν δεδομένα από το Δήμο Τανάγρας, και ειδικότερα από τα Δημοτικά Διαμερίσματα Οиноφύτων και Σχηματαρίου, καθώς και από την Περιφερειακή Ενότητα Βοιωτίας, ενώ πραγματοποιήθηκε και έρευνα πεδίου στην περιοχή. Επειδή η Βιομηχανική Περιοχή των Οиноφύτων λειτουργεί ως Άτυπη Βιομηχανική Συγκέντρωση (ΤΕΕ, 2009), χωρίς οργανωμένο χωροταξικό σχέδιο και θεσμοθετημένες χρήσεις γης (Μουρτσιάδης, 2010), δεν υπήρχαν και διαθέσιμα στοιχεία για το σύνολο των βιομηχανικών μονάδων/δραστηριοτήτων, καθιστώντας απαραίτητη τη διεξαγωγή έρευνας πεδίου.

Για κάθε μία από τις βιομηχανικές μονάδες της περιοχής έγινε καταγραφή της ακριβούς γεωγραφικής τοποθεσίας και του είδους της βιομηχανικής δραστηριότητας. Στο Γράφημα 1 του Παραρτήματος παρουσιάζεται το αποτέλεσμα της χαρτογράφησης, με τις καταγεγραμμένες βιομηχανικές μονάδες να απεικονίζονται αριθμημένες και ταξινομημένες με βάση το είδος των δραστηριοτήτων τους (τα είδη βιομηχανικών δραστηριοτήτων παρουσιάζονται στο Έκθεμα 1 του Παραρτήματος). Στο Γράφημα επίσης φαίνονται ευκρινώς η Εθνική Οδός Αθηνών-Θεσσαλονίκης και η Εθνική Σιδηροδρομική Γραμμή, που διαπερνούν τη βιομηχανική περιοχή, καθώς και ο ποταμός Ασωπός. Επιπλέον, απεικονίζεται το Δημοτικό Διαμέρισμα των Οиноφύτων, το οποίο περικλείεται από τις βιομηχανικές μονάδες. Για την πλειοψηφία των βιομηχανικών μονάδων της περιοχής, συγκεντρώθηκαν δεδομένα (μέσα από την έρευνα πεδίου) σχετικά με το είδος των προϊόντων και αποβλήτων που παράγονται (υγρά, στερεά ή αέρια). Η καταγραφή αυτή επιτρέπει όχι μόνο την ταξινόμηση των δραστηριοτήτων ανάλογα με το

είδος των προϊόντων τους, αλλά και την αποτίμηση των πιθανών κινδύνων για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία.

3.2 Χαρτογράφηση των Βιομηχανικών Μονάδων της περιοχής των Οиноφύτων

Σύμφωνα με στοιχεία που είχε συγκεντρώσει το Δημοτικό Διαμέρισμα Οиноφύτων, στην περιοχή είναι εγκατεστημένες και λειτουργούν περίπου 200 βιομηχανικές-μεταποιητικές μονάδες. Η πλειοψηφία των μονάδων αυτών είναι μικρού μεγέθους (από πλευράς έκτασης και παραγωγικής δυναμικότητας), και δραστηριοποιούνται σε ένα σημαντικό εύρος αντικειμένων και εξειδικεύσεων. Παρ' όλα αυτά, στην ίδια περιοχή λειτουργούν και ορισμένες σημαντικά μεγαλύτερες μονάδες, ιδιαίτερα στα αντικείμενα της μεταλλουργίας, της κατασκευής και επεξεργασίας χάλυβα/ατσαλιού και της χημικής βιομηχανίας, που έχουν ηγετική (αν όχι δεσπόζουσα) θέση στους αντίστοιχους κλάδους τους.

Στη διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία, ένας παράγοντας που χρησιμοποιείται συχνά για την αποτίμηση των κινδύνων για την υγεία από τη βιομηχανική δραστηριότητα είναι η γεωγραφική τοποθεσία των μονάδων και η εγγύτητα τους με κατοικημένες περιοχές, αστικές, ημιαστικές ή αγροτικές. Ο Hawley (1985) ήταν μεταξύ των πρώτων που εξέτασαν την έκθεση σε μολυσμένο έδαφος, που προκλήθηκε από γειτονικές βιομηχανικές δραστηριότητες, ως παράγοντα κινδύνου για την υγεία των κατοίκων μιας περιοχής. Οι Paustenbach, Rinehart και Sheehan (1991) σύγκριναν διαφορετικά δείγματα πληθυσμού από κατοικημένες και βιομηχανικές περιοχές, και κατέληξαν στο συμπέρασμα πως η συστηματική έκθεση στο εξασθενές χρώμιο για τους βιομηχανικούς εργάτες, καθώς και η καθημερινή επαφή με μολυσμένο έδαφος για τους κατοίκους περιοχών κοντά σε βιομηχανικές μονάδες, συνδέεται με υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου ή δερματικών παθήσεων. Πιο πρόσφατα, οι Charlesworth και συνεργάτες (2003) τεκμηρίωσαν εμπειρικά πως το έδαφος κατοικημένων περιοχών που βρίσκονται εγγύτερα σε βιομηχανικές ζώνες ή σε μεγάλες βιομηχανικές μονάδες είναι πιο πιθανό να παρουσιάζει υψηλότερη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων σε σχέση με το έδαφος κατοικημένων περιοχών που δεν έχουν τα χαρακτηριστικά αυτά. Σε παρόμοια συμπεράσματα κατέληξαν οι Brender, Maantay και Chakraborty (2011) και οι Wei και συνεργάτες (2015), επισημαίνοντας πως όχι μόνο οι εργαζόμενοι σε βιομηχανικές δραστηριότητες, αλλά και οι κάτοικοι των γύρω περιοχών επηρεάζονται από τα βαρέα μέταλλα και τους υπόλοιπους ρυπογόνους παράγοντες της βιομηχανίας, με σημαντικούς κινδύνους για την υγεία τους. Αντλώντας από τη σχετική βιβλιογραφία, κρίθηκε πως η αποτύπωση της ακριβώς γεωγραφικής θέσης κάθε βιομηχανικής μονάδας είναι απαραίτητη και για έναν ακόμα λόγο: για να εκτιμηθεί ο κίνδυνος για την υγεία του πληθυσμού

της ευρύτερης περιοχής των Οиноφύτων σε σχέση με την εγγύτητα της κατοικημένης περιοχής με τις μονάδες αυτές.

Από το συνδυασμό των στοιχείων που συγκεντρώθηκαν από το Δήμο Τανάγρας, τα δύο Δημοτικά Διαμερίσματα και την Περιφερειακή Ενότητα Βοιωτίας, καθώς και από την έρευνα πεδίου που πραγματοποιήθηκε, εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν 275 βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στη βιομηχανική περιοχή των Οиноφύτων. Οι μονάδες αυτές απεικονίζονται στο Γράφημα 1 (βλ. Παράρτημα), αριθμημένες με βάση το είδος δραστηριοτήτων τους. Συγκεκριμένα, 53 από αυτές είναι μονάδες επεξεργασίας μετάλλου, και 40 είναι μονάδες επεξεργασίας πλαστικού και παραγωγής χημικών σκευασμάτων. Επιπλέον, 20 μονάδες δραστηριοποιούνται στην παραγωγή βαφών και χρωμάτων και στην κλωστοϋφαντουργία, 15 στην παραγωγή διαλυτικών, καλλυντικών, φαρμάκων και φαρμακευτικών σκευασμάτων, ειδών υγιεινής και ειδών κατοικίας, 14 στην επεξεργασία τροφίμων, 13 στα δομικά υλικά και την κατεργασία μαρμάρου, 9 στον κλάδο της συσκευασίας, 4 στην παραγωγή λιπασμάτων, εντομοκτόνων και φυτοφαρμάκων, και 4 μονάδες δραστηριοποιούνται στην παραγωγή και επεξεργασία ζωοτροφών.

Πέραν των παραπάνω, εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν 35 βιομηχανικές μονάδες που δεν παράγουν τοξικά προϊόντα και ρυπογόνους παράγοντες. Ειδικότερα, 11 από τις μονάδες αυτές δραστηριοποιούνται στην επεξεργασία ξύλου και την κατασκευή επίπλων, 14 μονάδες δραστηριοποιούνται στην κατασκευή ηλεκτρικών συσκευών και μηχανολογικού εξοπλισμού, 2 μονάδες στην ανακύκλωση υλικών, ενώ υπάρχουν 3 ακόμα βιομηχανικές μονάδες που δεν μπορούν να ενταχθούν σε καμία από τις κατηγορίες του Εκθέματος 1 (βλ. Παράρτημα), καθώς και ένας σταθμός εφοδιασμού με φυσικό αέριο. Τέλος, στη χαρτογράφηση εντοπίστηκαν 19 αποθηκευτικές μονάδες, που ανήκουν σε εταιρείες μεταφορών και διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, 35 κτιριακές εγκαταστάσεις για τις οποίες δεν κατέστη δυνατό να εντοπιστεί το είδος της δραστηριότητας που στεγάζουν (π.χ. βιομηχανική, εμπορική, αποθηκευτική), καθώς και 15 εγκαταλελειμμένα κτίρια και μία ιδιωτική κατοικία.

Από το 2009 και έπειτα, η Νομαρχία Βοιωτίας (πλέον Περιφερειακή Ενότητα Βοιωτίας) έχει προχωρήσει σε ενέργειες προκειμένου να συγκεντρώσει πληροφορίες για τις βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στην περιοχή, προκειμένου να καταρτίσει ένα Περιβαλλοντικό Μητρώο. Στο Περιβαλλοντικό Μητρώο υπάρχει σημαντικό πληροφοριακό υλικό, το οποίο έγινε διαθέσιμο για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Τα δεδομένα αυτά αναλύθηκαν, εμπλουτίστηκαν και διασταυρώθηκαν με τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από το Δήμο Τανάγρας και από την έρευνα

πεδίου που διεξήχθηκε. Από το σύνολο των 275 βιομηχανικών μονάδων, στο περιβαλλοντικό μητρώο είχαν καταγραφεί 106 μονάδες, μαζί με τον τύπο των προϊόντων και των αποβλήτων/λυμάτων που παράγουν, ενώ οι 35 από αυτές τις μονάδες είχαν οι ίδιες αναφέρει πως παράγουν επικίνδυνα απόβλητα/λύματα. Συνδυάζοντας τα δεδομένα από τις διαφορετικές πηγές, εντοπίστηκαν 97 βιομηχανικές μονάδες που παράγουν στερεά απόβλητα, 54 που παράγουν αέρια απόβλητα και 11 που παράγουν υγρά απόβλητα. Στο σημείο αυτό χρειάζεται να επισημανθεί εκ νέου πως το γεγονός ότι η βιομηχανική περιοχή των Οиноφύτων δεν έχει υπαχθεί στο υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο για τις οργανωμένες βιομηχανικές ζώνες και τα βιομηχανικά πάρκα, όποτε λειτουργεί ως άτυπη βιομηχανική συγκέντρωση, καθώς και το ότι δεν υπάρχουν σαφώς καθορισμένες χρήσεις γης στην περιοχή, έχουν συντελέσει στην απουσία οργανωμένης καταγραφής των βιομηχανικών μονάδων που λειτουργούν, των δραστηριοτήτων τους και του είδους των αποβλήτων/λυμάτων που παράγουν και επεξεργάζονται (ΤΕΕ, 2009; Χριστοφορίδου et al., 2011; Skouloudis et al., 2017). Πρόσφατα, μάλιστα, κατατέθηκε νομοσχέδιο για τη βιομηχανική περιοχή των Οиноφύτων, που επιχειρεί να λύσει πολλά από τα προβλήματα που έχουν ανακύψει μέχρι τώρα (βλ. περισσότερα στα επόμενα Κεφάλαια της εργασίας).

3.3 Ταξινόμηση των βιομηχανικών μονάδων με βάση τα απόβλητα που παράγουν

Στον Πίνακα 3 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η κατανομή, ανάλογα με το είδος της βασικής δραστηριότητάς τους: (α) των 275 βιομηχανικών μονάδων που χαρτογραφήθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, (β) των 106 βιομηχανικών μονάδων που περιλαμβάνονται στο Περιβαλλοντικό Μητρώο της Περιφερειακής Ενότητας (πρώην Νομαρχίας) Βοιωτίας, και (γ) των 33 βιομηχανικών μονάδων που παράγουν επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία απόβλητα/λύματα, με βάση το Περιβαλλοντικό Μητρώο. Στον Πίνακα 4 του Παραρτήματος παρουσιάζεται η κατανομή, ανάλογα με το είδος της βασικής δραστηριότητάς τους, των μονάδων που παράγουν: (α) στερεά απόβλητα, (β) αέρια απόβλητα και (γ) υγρά απόβλητα.

Από το σύνολο των βιομηχανικών μονάδων στην περιοχή, το 38,5% (106 μονάδες) είχαν καταγραφεί στο Περιβαλλοντικό Μητρώο. Το 94,5% αυτών των μονάδων είχαν δηλώσει πως παράγουν κάποια μορφή αποβλήτων (στερεών, αέριων ή υγρών). Από τις μονάδες αυτές, το 31% είχαν δηλώσει πως τα απόβλητα που παράγουν είναι επικίνδυνα ή ρυπογόνα. Υπενθυμίζεται εδώ πως το 5,5% των συνολικών μονάδων που εντοπίστηκαν και καταγράφηκαν είναι εγκαταστάσεις που δεν στεγάζουν κάποια δραστηριότητα, και 12,7% αφορούν κτιριακές εγκαταστάσεις για τις οποίες δεν κατέστη δυνατό να προσδιοριστεί το είδος δραστηριότητας που στεγάζουν. Επιπλέον, το 4% των βιομηχανικών μονάδων δραστηριοποιούνται στην επεξεργασία ξύλου και την κατασκευή επίπλων, το 5,1% στην κατασκευή

ηλεκτρικών συσκευών και μηχανολογικού εξοπλισμού, το 6,9% στις δραστηριότητες μεταφορών και διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, το 1,4% σε δραστηριότητες εκτύπωσης και τυπογραφίες και το 1,8% σε άλλες δραστηριότητες (ανακύκλωση υλικών, κατεργασία δερμάτων, μεταφορές κ.ο.κ.). Οι βιομηχανικές μονάδες αυτές, βάσει του είδους δραστηριοτήτων τους αλλά και των στοιχείων που συλλέχθηκαν, παράγουν παραπροϊόντα που δεν μπορούν να θεωρηθούν επικίνδυνα, ή δεν παράγουν καθόλου παραπροϊόντα.

Η πλειοψηφία των βιομηχανικών μονάδων στην περιοχή των Οиноφύτων, και πιο συγκεκριμένα το 19,2% αυτών, δραστηριοποιούνται σε **μεταλλουργικές** – υπό την ευρεία έννοια – εργασίες. Το μεγαλύτερο μέρος των μονάδων αυτών δραστηριοποιούνται στην επεξεργασία περισσότερων του ενός μετάλλων. Πιο συγκεκριμένα, το 41,5% των μονάδων επεξεργάζονται αλουμίνια, το 41,5% σίδηρο, το 39,6% χάλυβα, το 13,2% χαλκό, το 9,4% ορείχαλκο και το 1,8% ψευδάργυρο. Περισσότερες από τις μισές βιομηχανικές μονάδες που δραστηριοποιούνται σε μεταλλουργικές εργασίες (συγκεκριμένα το 52,8%) βρέθηκαν να παράγουν στερεά απόβλητα, λιγότερες (το 30%) να παράγουν αέρια απόβλητα και ακόμα λιγότερες (το 7,5%) να παράγουν υγρά απόβλητα.

Από τη διαδικασία επεξεργασίας αλουμινίου εξάγεται μια σειρά παραπροϊόντων. Ειδικότερα, από την επεξεργασία και διύλιση του πρωτογενούς αλουμινίου παράγεται ένας τύπος αποβλήτων που περιέχει μόλυβδο, πυρίτιο, τιτάνιο και οξείδια του ασβεστίου. Κατά την προ-επεξεργασία των υλικών, την τήξη (melting) και σύντηξη (smelting), την κατακράτηση (holding) και την εξαέρωση (degassing) λιωμένου μετάλλου από το πρωτογενές και το δευτερογενές αλουμίνιο, παράγονται παραπροϊόντα όπως το διοξείδιο του θείου, τα οξείδια του αζώτου, οι διοξίνες και ο οργανικός άνθρακας (Zhao et al., 2009). Το στάδιο της ηλεκτρόλυσης παράγει φθοριούχα προϊόντα, πίσσα, πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, υπερφθοράνθρακες (perfluorocarbons), και σκόνη που περιέχει νάτριο ή θειική αλουμίνη (alumina sulfate) ή θειικό αργίλιο (aluminum sulfate) σε συνδυασμό με άσβεστο (lime) (Habashi, 1997; Lin & Lo, 1998; Majidi, Shabestari & Aboutalebi, 2007).

Τα απόβλητα από τα χυτήρια μη-σιδηρούχων μετάλλων και χάλυβα/ατσαλιού περιέχουν νικέλιο, μόλυβδο, ψευδάργυρο, κάδμιο και χρώμιο (Miguel et al., 2012). Επίσης, οι εκπομπές αερίων αποβλήτων από τα χυτήρια μη-σιδηρούχων μετάλλων περιέχουν χαλκό, μόλυβδο, ψευδάργυρο, αλουμίνιο και κασσίτερο. Οι βασικοί ρυπογόνοι παράγοντες που προέρχονται από την παραγωγή χάλυβα/ατσαλιού περιλαμβάνουν τις ενώσεις του αμμωνίου, τη ναφθαλίνη, το θείο και τη σκόνη οπτάνθρακα (coke dust). Επιπλέον, κατά τη συγκόλληση ανοξείδωτου χάλυβα είναι πιθανή η έκθεση των εργατών σε τετρασθενές χρώμιο (Sjögren et al., 1994), ενώ τα αέρια που εκπέμπονται κατά τη

διαδικασία παραγωγής σιδήρου και χάλυβα/ατσαλιού είναι πιθανό να περιέχουν νιφάδες γραφίτη (Machemer, 2004).

Η πρωτογενής και δευτερογενής σύντηξη και η διύλιση με χρήση πυράς του χαλκού και των κραμάτων χαλκού (ορείχαλκος) παράγουν διοξείδιο του θείου, οξείδια του αζώτου, οργανικό άνθρακα και διοξίνες (Alvarado, Maldonado & Jaques, 1999). Τα αέρια που εκπέμπονται κατά τη διαδικασία παραγωγής χαλκού περιλαμβάνουν οξείδια του σιδήρου και του χαλκού και θειικό οξύ. Επιπλέον, κατά το στάδιο της εκχύλισης μεταλλευμάτων χαλκού παράγεται θειικό οξύ με τη μορφή υγρού αποβλήτου.

Οι μονάδες που ανήκουν στους κλάδους των **βαφών/χρωμάτων** και της **κλωστοϋφαντουργίας** αποτελούν το 7,3% του συνόλου των μονάδων της περιοχής (με βάση την καταγραφή και χαρτογράφηση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας). Το χρώμιο και οι χημικές ενώσεις του χρησιμοποιούνται ως συστατικά διαφορετικών βαφών και χρωμάτων. Κατά συνέπεια, οι εργαζόμενοι στον κλάδο των βαφών και χρωμάτων, και ιδιαίτερα όσοι εργάζονται ως βαφείς ή στην παραγωγή των βαφών, βρίσκονται συχνά εκτεθειμένοι στο εξασθενές χρώμιο (Orisakwe et al., 2007). Ακόμα, κοινό παραπροϊόν των κλάδων της κλωστοϋφαντουργίας και της βυρσοδεψίας αποτελεί μια κατηγορία χρωμάτων γνωστή ως αζωχρώματα (azo dyes). Πρόκειται για συνθετικές χρωστικές ουσίες που απελευθερώνουν αρωματικές αμίνες (όπως η βενζιδίνη) και χρησιμοποιούνται ευρέως σε προϊόντα της κλωστοϋφαντουργίας (Linos, 2005). Επιπλέον, στη διαδικασία της ύφανσης χρησιμοποιείται συχνά ο αμίαντος ως προσθετικός χημικός παράγοντας (Kornhauser et al., 2002; Proctor et al., 2004).

Οι βιομηχανικές μονάδες που κατασκευάζουν και επεξεργάζονται **πλαστικά** αποτελούν το 14,5% του συνόλου. Η βασική ανησυχία σχετικά με την παραγωγή πολυβινυλοχλωριδίου (PVC) απορρέει από την έκθεση των εργατών στο χλωριούχο βινύλιο ή βινυλοχλωρίδιο, ενός τοξικού παράγοντα που συνδέεται με διάφορες παθήσεις, μεταξύ των οποίων ο καρκίνος του ήπατος (Kielhorn et al., 2000). Άλλες ουσίες που συνδέονται με τα πλαστικά είναι οι φθαλικοί εστέρες (phthalates) ή πλαστικοποιητές (χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά το στάδιο της παραγωγής για να αυξήσουν την πλαστικότητα και την ευελιξία των πλαστικών) και οι μεταλλικοί σταθεροποιητές (χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται για να επεκτείνουν την αντοχή και το χρόνο ζωής των προϊόντων). Η έκθεση σε φθαλικούς εστέρες και σε βαρέα μέταλλα αποτελεί μία από τις βασικές ανησυχίες σχετικά με τη χρήση και διάθεση προϊόντων που βασίζονται στο πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC). Από την άλλη πλευρά, καθ' όλη τη διάρκεια «ζωής» των πλαστικών προϊόντων, υπάρχει κίνδυνος από την έκθεση σε διοξίνες και χλωριωμένους υδρογονάνθρακες (Wang et al., 2007). Μονωτικές ουσίες που χρησιμοποιούνται συχνά στις

διαδικασίες παραγωγής πλαστικών, για τον περιορισμό των επιδράσεων από τους παραπάνω επικίνδυνους και ρυπογόνους παράγοντες, είναι τα ανόργανα ινώδη υλικά, όπως ο υαλοβάμβακας και ο πετροβάμβακας, και τα οργανικά υλικά, όπως η διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη και πολυουρεθάνη (Paradopoulos, 2005; Binici & Aksogan, 2016).

Το 5,5% των βιομηχανικών μονάδων της περιοχής δραστηριοποιούνται στην **παραγωγή καλλυντικών και ειδών προσωπικής φροντίδας και υγιεινής**. Τα χημικά συστατικά που χρησιμοποιούνται συχνότερα στο συγκεκριμένο κλάδο είναι η κουμαρίνη (ανιδρύτης του ο-κουμαρικού οξέος) και το διοξείδιο του θείου (Knez et al., 2014). Επίσης, τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται συχνά στις εν λόγω βιομηχανικές δραστηριότητες και συναντώνται στις χημικές συνθέσεις των καλλυντικών και των απορρυπαντικών περιλαμβάνουν την φαινοξυαιθανόλη (phenoxylethanol), το βενζοϊκό νάτριο (sodium benzoate), το μέθυλο- και πρόπυλο-παραβένιο (methyl-paraben/propyl-paraben), καθώς και τις χημικές ουσίες μεθυλισοθειαζολινόνη (methylchloroisothiazolinone) και φορμαλδεΐδη (οι τελευταίες δύο χημικές ουσίες χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ως συστατικά των σαμπουάν και των βαφών μαλλιών). Οι περισσότερες από τις ουσίες αυτές θεωρείται στη διεθνή βιβλιογραφία πως έχουν επιπτώσεις στην υγεία (Harvey, 2003; Pauwels & Rogiers, 2010), που αφορούν τόσο τους χρήστες των καλλυντικών και των λοιπών συναφών ειδών όσο και τους εργαζόμενους στην παραγωγή τους σε σημαντικό βαθμό.

Οι βιομηχανικές μονάδες που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή **τροφίμων και ποτών** αποτελούν το 5% των μονάδων που λειτουργούν στην περιοχή των Οиноφύτων. Οι εργαζόμενοι στις βιομηχανικές μονάδες αυτές είναι εκτεθειμένοι μέσω της εισπνοής σε μια σειρά από ένζυμα των τροφίμων. Σύμφωνα με σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Council Directive 89/107/EEC), τα ένζυμα αυτά διακρίνονται σε πρόσθετα τροφίμων (όπως οι χρωστικές ουσίες, τα συντηρητικά, τα αντιοξειδωτικά, τα ενισχυτικά γεύσης κ.ο.κ.) και σε βοηθητικά μέσα επεξεργασίας (όπως οι αντιαφριστικοί παράγοντες, τα διογκωτικά στην αρτοποιία, οι λιπαντικές ουσίες κ.ο.κ.). Στις βιομηχανικές δραστηριότητες παραγωγής τροφίμων χρησιμοποιούνται συχνά τα ένζυμα αμυλάση (amylase) και κυτταρινάση (cellulase), ενώ στην αρτοποιία χρησιμοποιούνται συχνά η αμυλογλυκοσιδάση (amylglucosidase), η α-αμυλάση (χρησιμοποιείται ως προσθετικό στο αλεύρι) και οι πρωτεάσες (επίσης ως προσθετικά στο αλεύρι). Οι πρωτεάσες, οι λιπάσες, η θρυψίνη και η παπαΐνη χρησιμοποιούνται στη γαλακτοβιομηχανία, ενώ οι κυτταρινάσες, οι πρωτεάσες και οι αμυλάσες στην παραγωγή ζωοτροφών (Bindslev-Jensen et al., 2006; Möller et al., 2008).

Στον Πίνακα 5 του Παραρτήματος παρουσιάζονται οι χημικοί παράγοντες που συζητήθηκαν παραπάνω, καθώς και οι σχετικές διαδικασίες παραγωγής και επεξεργασίας που συναντώνται στη βιομηχανία, με βάση την ταξινόμηση του κινδύνου καρκινογένεσης που κατήρτισε η Διεθνής Ένωση για την Έρευνα στον Καρκίνο (IARC). Όλες οι παραπάνω χημικές ουσίες και οι ενώσεις τους συνδέονται με σημαντικό κίνδυνο καρκινογένεσης και εμφάνισης άλλων παθήσεων και προβλημάτων υγείας (Κουρουτού et al., 2012). Επιπλέον, όλες οι παραπάνω χημικές ουσίες και οι ενώσεις τους συναντώνται στις βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στην περιοχή των Οиноφύτων (Linou et al., 2011; Χριστοφορίδου et al., 2011), καθώς χρησιμοποιούνται εκτεταμένα σε ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών δραστηριοτήτων και εργασιών που ασκούνται εκεί. Κατά συνέπεια, η βιομηχανική δραστηριότητα που έχει αναπτυχθεί στην περιοχή των Οиноφύτων έχει πολλαπλές δυνητικές επιπτώσεις για τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα τόσο των εργαζομένων στις βιομηχανικές μονάδες, όσο και του πληθυσμού της γύρω περιοχής.

4. Συζήτηση

Η άναρχη ανάπτυξη της βιομηχανικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή των Οиноφύτων του Δήμου Τανάγρας, που έλαβε χώρα κυρίως τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, οδήγησε στο να αποτελεί σήμερα η περιοχή μια εστία πολλών κινδύνων για το περιβάλλον και τη δημόσια υγεία. Η απουσία οργανωμένου χωροταξικού σχεδιασμού και καθορισμένων χρήσεων γης στην περιοχή των Οиноφύτων (ΤΕΕ, 2009), η λειτουργία στην ουσία μιας άτυπης βιομηχανικής συγκέντρωσης στην περιοχή και η μη-ένταξη στο υφιστάμενο νομικό πλαίσιο (ν. 3982/2011 και μεταγενέστερες τροποποιήσεις/βελτιώσεις) για τις βιομηχανικές περιοχές και τα βιομηχανικά πάρκα (Μουρτσιάδης, 2010), συντέλεσαν στο να λειτουργούν βιομηχανικές μονάδες που δεν έχουν πρόσβαση στις απαραίτητες υποδομές, όπως τα οδικά δίκτυα και τα δίκτυα υδροδότησης, ούτε σε αναγκαίες υπηρεσίες, όπως οι υπηρεσίες δημόσιας ωφελείας και οι υπηρεσίες διαχείρισης αποβλήτων και λυμάτων. Οι ελλείψεις σε υποδομές και σε οργάνωση, σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια ελεγκτικών μηχανισμών, οδήγησαν στην εμφάνιση σημαντικών κινδύνων για το περιβάλλον και την υγεία στη συγκεκριμένη περιοχή. Χαρακτηριστικό είναι πως σύμφωνα με το Περιβαλλοντικό Μητρώο της Περιφερειακής Ενότητας Βοιωτίας (πρώην Νομαρχίας), ένας αριθμός βιομηχανικών μονάδων δεν διέθεταν ούτε εγκεκριμένη άδεια λειτουργίας.

Όπως καταγράφηκε και αναδείχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας, στην περιοχή των Οиноφύτων συγκεντρώνεται ένα μεγάλο εύρος βιομηχανικών δραστηριοτήτων, που καλύπτουν πολλούς από τους βιομηχανικούς κλάδους. Από τη φύση της παραγωγικής διαδικασίας που ακολουθεί η εκάστοτε μονάδα, πραγματοποιείται εκτεταμένη χρήση βαρέων μετάλλων και άλλων ρυπογόνων

παραγόντων, η οποία με τη σειρά της δημιουργεί συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης ενός αριθμού επικίνδυνων χημικών στοιχείων και των ενώσεων τους (Κουρουτού et al., 2012). Τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής δραστηριότητας μπορούν να δημιουργήσουν σοβαρούς κινδύνους για την υγεία όσων εργάζονται στις βιομηχανικές μονάδες, αλλά και των κατοίκων των γύρω περιοχών, με δεδομένο πως απορρίπτονται στο περιβάλλον (έδαφος, αέρας, υδάτινα ρεύματα) με τη μορφή αποβλήτων.

Ο στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν να συγκεντρώσει δεδομένα κατά συστηματικό τρόπο, και να αξιολογήσει τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία των εργαζομένων και των κατοίκων σε μία έντονα βιομηχανοποιημένη περιοχή της Ελληνικής επικράτειας, η οποία όμως αναπτύχθηκε κατά τρόπο άναρχο και χωρίς προηγούμενο σχεδιασμό. Η εμπειρική διερεύνηση που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας επιβεβαίωσε πως στην περιοχή των Οиноφύτων υπάρχουν συνθήκες για υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων και άλλων ρυπογόνων παραγόντων. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ των βιομηχανικών μονάδων που λειτουργούν στην περιοχή των Οиноφύτων, κυριαρχούν αυτές που δραστηριοποιούνται σε μεταλλουργικές εργασίες, στην παραγωγή και επεξεργασία πλαστικού, στην παραγωγή χημικών σκευασμάτων, στην παραγωγή βαφών και χρωμάτων και την κλωστοϋφαντουργία, στην παραγωγή φαρμακευτικών σκευασμάτων, καλλυντικών, ειδών προσωπικής φροντίδας και υγιεινής και ειδών υγιεινής του σπιτιού, και στην παραγωγή και επεξεργασία τροφίμων και ποτών. Λόγω του είδους των βιομηχανικών δραστηριοτήτων αυτών και των διαδικασιών παραγωγής που ακολουθούν, παρατηρούνται στην ευρύτερη περιοχή των Οиноφύτων σε υψηλής συγκεντρώσεις περισσότερα του ενός βαρέα μέταλλα, και ιδιαίτερα το χρώμιο, το νικέλιο, το κοβάλτιο, ο μόλυβδος, ο ψευδάργυρος, το κάδμιο και το αρσενικό, καθώς και οι χημικές ενώσεις των στοιχείων αυτών και άλλοι ρυπογόνοι παράγοντες (Χριστοφορίδου et al., 2012). Τα ευρήματα της εργασίας έρχονται να επιβεβαιώσουν τα ευρήματα προηγούμενων μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν στον υδροφόρο ορίζοντα, το έδαφος και τον αέρα της περιοχής των Οиноφύτων και πέριξ του ποταμού Ασωπού, από τις οποίες είχε προκύψει η υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων (Linos et al., 2011).

Με δεδομένη την έντονη βιομηχανική δραστηριότητα και την υψηλή συγκέντρωση βαρέων μετάλλων και λοιπών ρυπογόνων παραγόντων, παρουσιάζονται αυξημένοι κίνδυνοι για την υγεία όσων εργάζονται στις βιομηχανικές μονάδες, οι οποίοι και είναι εκτεθειμένοι συστηματικά και για παρατεταμένο χρονικό διάστημα στα στοιχεία αυτά. Η παρούσα εργασία παρουσίασε τους κινδύνους που δημιουργεί κάθε επιμέρους στοιχείο, οι οποίοι δεν αφορούν μόνο την ανάπτυξη καρκινογενέσεων, αλλά και άλλα προβλήματα υγείας (παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος, νευρολογικά νοσήματα,

αιματολογικές διαταραχές, δερματικές παθήσεις κ.ο.κ.). Παράλληλα, παρουσιάστηκε ταξινόμηση των βιομηχανικών δραστηριοτήτων με βάση τους κινδύνους που παρουσιάζουν για την υγεία, μέσω των βαρέων μετάλλων και των άλλων ρυπογόνων παραγόντων που χρησιμοποιούν. Επιπλέον, επειδή πολλές βιομηχανικές δραστηριότητες παράγουν και απελευθερώνουν στο περιβάλλον απόβλητα που περιέχουν βαρέα μέταλλα και ενώσεις τους, καταγράφονται επιπτώσεις της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης και στην υγεία των κατοίκων της περιοχής γύρω από τα Οινόφυτα και τον Ασωπό (Κουρουτού et al., 2012). Συνεπώς, τα βαρέα μέταλλα και τα παραπροϊόντα της βιομηχανικής δραστηριότητας έχουν πολλαπλές δυνητικές επιπτώσεις τόσο για το περιβάλλον όσο και για τη δημόσια υγεία.

5. Παραδοχές και Περιορισμοί

Για την εμπειρική διερεύνηση, πραγματοποιήθηκε χαρτογράφηση των βιομηχανικών μονάδων που λειτουργούν στην περιοχή των Οινόφυτων και ανάλυση του τύπου των αποβλήτων που παράγει κάθε μονάδα. Επιπλέον, οι τύποι αποβλήτων αναλύθηκαν με βάση τα βαρέα μέταλλα και άλλους ρυπογόνους παράγοντες που περιέχουν, και συσχετίστηκαν με τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιήθηκε στη βάση της βιβλιογραφικής επισκόπησης, με αξιολόγηση και αξιοποίηση και των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν στο πλαίσιο της παρούσας εργασίας.

Από την άλλη πλευρά, η εμπειρική διερεύνηση υπόκειται σε ορισμένους ερευνητικούς περιορισμούς. Πρώτον, δεν εξετάστηκαν στην πράξη οι επιπτώσεις στην υγεία λόγω της έκθεσης σε βαρέα μέταλλα και λοιπούς ρυπογόνους παράγοντες. Αντίθετα, η παρούσα εργασία κατέγραψε τον τύπο των αποβλήτων που παράγει κάθε βιομηχανική δραστηριότητα, και προσδιόρισε τα βαρέα μέταλλα και τα άλλα στοιχεία που πιθανόν περιέχονται στα απόβλητα αυτά. Μια διαφορετικού τύπου μελέτη θα μπορούσε να συγκεντρώσει στοιχεία για την κατάσταση της υγείας ατόμων που έρχονται συχνά σε επαφή με βαρέα μέταλλα (βιομηχανικοί εργάτες, κάτοικοι της περιοχής), και να χρησιμοποιήσει ένα άλλο σύνολο ατόμων (π.χ. κατοίκους άλλων περιοχών) ως ομάδα ελέγχου. Η προσέγγιση, όμως, ατόμων που πληρούν τα κριτήρια της πρώτης κατηγορίας παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες.

Παράλληλα, η διεξαγωγή μιας τέτοιας μελέτης θα απαιτούσε και τη συγκέντρωση δεδομένων από ικανό δείγμα ατόμων, κάτι που είναι μεθοδολογικά απαιτητικότερο.

Δεύτερον, δεν πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις για να διαπιστωθεί η παρουσία βαρέων μετάλλων και άλλων ρυπογόνων παραγόντων στα απόβλητα/λύματα της βιομηχανικής δραστηριότητας της περιοχής, κάτι που επίσης παρουσιάζει μεθοδολογικές δυσκολίες. Αποτέλεσμα είναι να μπορούν να γίνουν μόνο εκτιμήσεις για την παρουσία και συγκέντρωση των στοιχείων αυτών στην υπό μελέτη περιοχή. Παρ' όλα αυτά, προηγούμενες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στο έδαφος, τον αέρα και τα υδάτινα ρεύματα της περιοχής των Οиноφύτων έχουν καταδείξει πως υπάρχει σημαντική παρουσία βαρέων μετάλλων και των ενώσεων τους. Αξιολογώντας αυτά τα ευρήματα, σε συνδυασμό με: (α) την απουσία υποδομών στη βιομηχανική περιοχή, (β) το νομικό πλαίσιο που επιτρέπει τη διάθεση βιομηχανικών αποβλήτων στον Ασωπό, και (γ) την επιβολή προστίμων σε βιομηχανικές μονάδες για τη μη-τήρηση των προδιαγραφών ασφαλείας, και (δ) την επιβολή προστίμων στην Ελλάδα για την παράνομη διάθεση στην περιοχή του Ασωπού 600.000 τόνων αποβλήτων κάθε χρόνο, επιβεβαιώνει τις πολλαπλές συνέπειες, άμεσες και έμμεσες, της βιομηχανικής δραστηριότητας για το περιβάλλον και την υγεία των εργαζομένων και των κατοίκων της περιοχής.

6. Συμπεράσματα

Η παρουσία επικίνδυνων αποβλήτων στον υδροφόρο ορίζοντα του ποταμού Ασωπού και το έδαφος της περιοχής έχει καταγραφεί στο παρελθόν. Η παρούσα διπλωματική εργασία παρείχε δεδομένα σχετικά με τις βιομηχανικές μονάδες που λειτουργούν στην περιοχή των Οиноφύτων, τον τύπο αποβλήτων που παράγουν αυτές και τους πιθανούς κινδύνους για την υγεία. Τα ευρήματα επαληθεύουν την αρχική υπόθεση περί σημαντικής περιβαλλοντικής επιβάρυνσης της περιοχής των Οиноφύτων λόγω της βιομηχανικής δραστηριότητας, αλλά και περί σημαντικών κινδύνων για την υγεία των εργαζομένων στη βιομηχανία και των κατοίκων της γύρω περιοχής.

Εδώ πρέπει να σημειωθεί πως η βιομηχανική δραστηριότητα στην περιοχή των Οиноφύτων είχε και πολλές θετικές επιδράσεις, οικονομικές και παραγωγικές, ενώ συντηρεί περίπου 10 χιλιάδες θέσεις εργασίας. Παρ' όλα αυτά, χρειάζεται μια πληρέστερη αποτίμηση του κόστους σε όρους επιβάρυνσης του περιβάλλοντος και της υγείας. Γι' αυτό, τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας θα πρέπει να αξιολογηθούν σε συνδυασμό με τα ευρήματα μελέτες νοσηρότητας και θνησιμότητας που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή, ώστε να προκύψει καλύτερη εικόνα για την έκταση του προβλήματος.

Πρόσφατα, τον Οκτώβριο του 2018, η Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας, ο Δήμος Τανάγρας και η Κυβέρνηση παρουσίασαν μία ολοκληρωμένη στρατηγική για την εξυγίανση και αναβάθμιση της περιοχής των Οиноφύτων, που συνοδεύεται από την πραγματοποίηση επένδυσης ύψους €250 εκατομμυρίων. Στο σχέδιο νόμου, που αναμένεται να κατατεθεί στη Βουλή εντός του Ιανουαρίου 2019 (Ναυτεμπορική, 19/12/2018), περιλαμβάνονται παρεμβάσεις για τη χωροθέτηση, πολεοδόμηση και διαρρύθμιση της βιομηχανικής περιοχής των Οиноφύτων. Επιπλέον, από την Περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας προωθούνται παρεμβάσεις για την κατασκευή κεντρικής μονάδας καθαρισμού αποβλήτων, για την αναβάθμιση και τον εκσυγχρονισμό των εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων του Σχηματαρίου, για την ολοκλήρωση και αναβάθμιση των δικτύων αποχέτευσης, για την κατασκευή μονάδας επεξεργασίας και χώρου ταφής επικίνδυνων αποβλήτων, για τη δημιουργία Περιβαλλοντικού Παρατηρητηρίου κ.α. Το σχέδιο για τον εξορθολογισμό της περιοχής και την εξυγίανση του Ασωπού έρχεται να αντιμετωπίσει, στο βαθμό του δυνατού, τους κινδύνους για το περιβάλλον και την υγεία των εργαζομένων και των κατοίκων που είχαν επισημανθεί για χρόνια, και που αναδείχθηκαν και στην παρούσα εργασία. Θα χρειαστεί χρόνος για να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων αυτών. Ωστόσο, η εμπλοκή πολλών από τα ενδιαφερόμενα μέρη στο σχεδιασμό των παρεμβάσεων, καθώς και η άμεση και γρήγορη υλοποίηση τους, μπορούν από αποδειχθούν καθοριστικοί παράγοντες για την επιτυχία του όλου εγχειρήματος.

Βιβλιογραφία

- Afridi, H., Kazi, T., Kazi, N., Jamali, M., Arain, M., Sirajuddin, Kandhro, G., Shah, A. and Baig, J. (2009) 'Evaluation of arsenic, cobalt, copper and manganese in biological samples of steel mill workers by electrothermal atomic absorption spectrometry', *Toxicology and Industrial Health*, 25(1), pp. 59-69.
- Afridi, H. I., Kazi, T. G., Jamali, M. K., Kazi, G. H., Arain, M. B., Jalbani, N., Shar, G. Q. and Sarfaraz, R. A. (2006) 'Evaluation of toxic metals in biological samples (scalp hair, blood and urine) of steel mill workers by electrothermal atomic absorption spectrometry', *Toxicology and Industrial Health*, 22(9), pp. 381-393.
- Alvarado, S., Maldonado, P. and Jaques, I. (1999) 'Energy and environmental implications of copper production', *Energy*, 24(4), pp. 307-316.
- Antwi, S. O., Eckert, E. C., Sabaque, C. V., Leof, E. R., Hawthorne, K. M., Bamlet, W. R., Chaffee, K. G., Oberg, A. L. and Petersen, G. M. (2015) 'Exposure to environmental chemicals and heavy metals, and risk of pancreatic cancer', *Cancer Causes & Control*, 26(11), pp. 1583-1591.
- Ashford, N.A. and Caldart, C.C. (2008). *Environmental Law, Policy, and Economics: Reclaiming the Environmental Agenda*. Boston: MIT Press.
- Balkhyour, M. A. and Goknil, M. K. (2010) 'Total fume and metal concentrations during welding in selected factories in Jeddah, Saudi Arabia', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 7(7), pp. 2978-2987.
- Behrens, T., Pesch, B., Vermeulen, R., Olsson, A., Schüz, J., Portengen, L., Kendzia, B., Kromhout, H., Straif, K. and Brüning, T. (2017) 'Exposure to hexavalent chromium and nickel and lung cancer risk: a pooled analysis of case-control studies from Europe and Canada', *Occupational and Environmental Medicine*, 74(S1), pp. 150-152.

- Beveridge, R., Pintos, J., Parent, M. É., Asselin, J. and Siemiatycki, J. (2010) 'Lung cancer risk associated with occupational exposure to nickel, chromium VI, and cadmium in two population-based case-control studies in Montreal', *American Journal of Industrial Medicine*, 53(5), pp. 476-485.
- Bindslev-Jensen, C., Skov, P. S., Roggen, E. L., Hvass, P. and Brinch, D. S. (2006) 'Investigation on possible allergenicity of 19 different commercial enzymes used in the food industry', *Food and Chemical Toxicology*, 44(11), pp. 1909-1915.
- Binici, H. and Aksogan, O. (2016) 'Eco-friendly insulation material production with waste olive seeds, ground PVC and wood chips', *Journal of Building Engineering*, 5, pp. 260-266.
- Bonaventura, P., Benedetti, G., Albarède, F. and Miossec, P. (2015) 'Zinc and its role in immunity and inflammation', *Autoimmunity Reviews*, 14(4), pp. 277-285.
- Bowell, R. J. and Craw, D. (2014) 'The management of arsenic in the mining industry', *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 79(1), pp. 507-532.
- Brender, J. D., Maantay, J. A. and Chakraborty, J. (2011) 'Residential proximity to environmental hazards and adverse health outcomes', *American Journal of Public Health*, 101(S1), pp. S37-S52.
- Buha, A., Wallace, D., Matovic, V., Schweitzer, A., Oluic, B., Micic, D. and Djordjevic, V. (2018) 'Cadmium exposure as a putative risk factor for the development of pancreatic cancer: three different lines of evidence', *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (5), pp. 1501-1509.
- Cagno, E., Trucco, P. and Tardini, L. (2005). 'Cleaner production and profitability: analysis of 134 industrial pollution prevention (P2) project reports'. *Journal of Cleaner Production*, 13(6), pp.593-605.
- Caiazzo, F., Ashok, A., Waitz, I. A., Yim, S. H. and Barrett, S. R. (2013) 'Air pollution and early deaths in the United States. Part I: Quantifying the impact of major sectors in 2005', *Atmospheric Environment*, 79, pp. 198-208.
- Charlesworth, S., Everett, M., McCarthy, R., Ordóñez, A. and de Miguel, E. (2003) 'A comparative study of heavy metal concentration and distribution in deposited street dusts in a large and a small urban area: Birmingham and Coventry, West Midlands, UK', *Environment International*, 29(5), pp. 563-573.
- Chen, C., Xun, P., Nishijo, M. and He, K. (2016) 'Cadmium exposure and risk of lung cancer: a meta-analysis of cohort and case-control studies among general and occupational populations', *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 26(5), pp. 437.
- Cheng, S. (2003) 'Heavy metal pollution in China: origin, pattern and control', *Environmental Science and Pollution Research*, 10(3), pp. 192-198.
- Chuang, H.-C., Su, T.-Y., Chuang, K.-J., Hsiao, T.-C., Lin, H.-L., Hsu, Y.-T., Pan, C.-H., Lee, K.-Y., Ho, S.-C. and Lai, C.-H. (2018) 'Pulmonary exposure to metal fume particulate matter cause sleep disturbances in shipyard welders', *Environmental Pollution*, 232, pp. 523-532.
- Ciarrocca, M., Rosati, M., Tomei, F., Pacchiarotti, A., Corbosiero, P., Di Pastena, C., Scala, B., Capozzella, A., Tomei, G. and Caciari, T. (2015) 'Correlation between cadmium and blood counts in workers exposed to urban stressor', *Archives of Environmental & Occupational Health*, 70(2), pp. 70-76.
- Claude, J. C., Frentzel-Beyme, R. R. and Kunze, E. (1988) 'Occupation and risk of cancer of the lower urinary tract among men. A case-control study', *International Journal of Cancer*, 41(3), pp. 371-379.
- Dokou, Z., Karatzas, G. P., Panagiotakis, I. and Dermatas, D. (2017) 'Groundwater modeling and remediation scenarios of a hexavalent chromium plume released from an industrial site', *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 98(3), pp. 338-346.
- Duffus, J.H. (2002). "'Heavy metals' a meaningless term?", *Pure and Applied Chemistry*, 74(5), pp.793-807.
- El Safty, A., El Mahgoub, K., Helal, S. and Maksoud, N. A. (2008) 'Zinc toxicity among galvanization workers in the iron and steel industry', *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1140(1), pp. 256-262.
- Elshkaki, A., Reck, B. K. and Graedel, T. (2017) 'Anthropogenic nickel supply, demand, and associated energy and water use', *Resources, Conservation and Recycling*, 125, pp. 300-307.
- Fritschi, L., Benke, G., Hughes, A. M., Kricker, A., Vajdic, C. M., Grulich, A., Turner, J., Milliken, S., Kaldor, J. and Armstrong, B. K. (2005) 'Risk of non-Hodgkin lymphoma associated with occupational exposure to solvents, metals, organic dusts and PCBs (Australia)', *Cancer Causes & Control*, 16(5), pp. 599-607.
- Fthenakis, V. M. (2018) 'Overview of potential hazards', in Markvart, T. and Gastaner, L. (eds.) *McEvoy's Handbook of Photovoltaics*, pp. 1195-1212. Elsevier.
- Gaertner, R. and Theriault, G. (2002) 'Risk of bladder cancer in foundry workers: a meta-analysis', *Occupational Environmental Medicine*, 59(10), pp. 655-663.

- Gatto, N. M., Kelsh, M. A., Mai, D. H., Suh, M. and Proctor, D. M. (2010) 'Occupational exposure to hexavalent chromium and cancers of the gastrointestinal tract: a meta-analysis', *Cancer Epidemiology*, 34(4), pp. 388-399.
- Gerhardsson, L., Englyst, V., Lundstrom, N.-G., Sandberg, S. and Nordberg, G. (2002) 'Cadmium, copper and zinc in tissues of deceased copper smelter workers', *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 16(4), pp. 261.
- Glahn, F., Schmidt-Heck, W., Zellmer, S., Guthke, R., Wiese, J., Golka, K., Hergenröder, R., Degen, G. H., Lehmann, T. and Hermes, M. (2008) 'Cadmium, cobalt and lead cause stress response, cell cycle deregulation and increased steroid as well as xenobiotic metabolism in primary normal human bronchial epithelial cells which is coordinated by at least nine transcription factors', *Archives of Toxicology*, 82(8), pp. 513-524.
- Gonzalez-Cuyar, L. F., Nelson, G., Criswell, S. R., Ho, P., Lonzanida, J. A., Checkoway, H., Seixas, N., Gelman, B. B., Evanoff, B. A. and Murray, J. (2014) 'Quantitative neuropathology associated with chronic manganese exposure in South African mine workers', *Neurotoxicology*, 45, pp. 260-266.
- González-Romá, V. and Hernández, A. (2014) 'Climate uniformity: Its influence on team communication quality, task conflict, and team performance', *Journal of Applied Psychology*, 99(6), pp. 1042.
- Gupta, V. and Nayak, A. (2012) 'Cadmium removal and recovery from aqueous solutions by novel adsorbents prepared from orange peel and Fe₂O₃ nanoparticles', *Chemical Engineering Journal*, 180, pp. 81-90.
- Habashi, F. 1997. *Handbook of Extractive Metallurgy*, Vol. 2. Weinheim: Wiley & Co.
- Harvey, P. W. (2003) 'Parabens, oestrogenicity, underarm cosmetics and breast cancer: a perspective on a hypothesis', *Journal of Applied Toxicology: An International Journal*, 23(5), pp. 285-288.
- Hawley, J. K. (1985) 'Assessment of health risk from exposure to contaminated soil', *Risk Analysis*, 5(4), pp. 289-302.
- Hengstler, J. G., Bolm-Audorff, U., Faldum, A., Janssen, K., Reifenrath, M., Götte, W., Jung, D., Mayer-Popken, O., Fuchs, J. and Gebhard, S. (2003) 'Occupational exposure to heavy metals: DNA damage induction and DNA repair inhibition prove co-exposures to cadmium, cobalt and lead as more dangerous than hitherto expected', *Carcinogenesis*, 24(1), pp. 63-73.
- Horng, C.-J., Horng, P.-H., Hsu, J. W. and Tsai, J.-L. (2003) 'Simultaneous determination of urinary cadmium, cobalt, lead, and nickel concentrations in steel production workers by differential pulse stripping voltammetry', *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 58(2), pp. 104-110.
- Houston, M. C. (2011) 'Role of mercury toxicity in hypertension, cardiovascular disease, and stroke', *The Journal of Clinical Hypertension*, 13(8), pp. 621-627.
- Inoue, K.I. (2013). 'Heavy metal toxicity'. *Journal of Clinical Toxicology Studies*, 3, pp.2161-0495.
- Jabbar, M. A., Hashim, Z., Zainuddin, H. and Munn-Sann, L. (2017) 'Respiratory Health Effects of Metalworking Fluid among Metal Machining Workers', *Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal*, 3(2), pp. 15-19.
- Jahan, S., Falah, S., Ullah, H., Ullah, A. and Rauf, N. (2016) 'Antioxidant enzymes status and reproductive health of adult male workers exposed to brick kiln pollutants in Pakistan', *Environmental Science and Pollution Research*, 23(13), pp. 12932-12940.
- Järup, L. (2003) 'Hazards of heavy metal contamination', *British Medical Bulletin*, 68(1), pp. 167-182.
- Jorgenson, A. K. (2009) 'Foreign direct investment and the environment, the mitigating influence of institutional and civil society factors, and relationships between industrial pollution and human health: a panel study of less-developed countries', *Organization & Environment*, 22(2), pp. 135-157.
- Karri, V., Schuhmacher, M. and Kumar, V. (2016) 'Heavy metals (Pb, Cd, As and MeHg) as risk factors for cognitive dysfunction: A general review of metal mixture mechanism in brain', *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 48, pp. 203-213.
- Katiyar, S., Awasthi, S. and Sahu, R. K. (2008) 'Suppression of IL-6 level in human peripheral blood mononuclear cells stimulated with PHA/LPS after occupational exposure to chromium', *Science of the Total Environment*, 390(2-3), pp. 355-361.
- Keim, W. (1990) 'Nickel: an element with wide application in industrial homogeneous catalysis', *Angewandte Chemie - International Edition in English*, 29(3), pp. 235-244.
- Khuder, A., Bakir, M., Hasan, R. and Mohammad, A. (2008) 'Determination of nickel, copper, zinc and lead in human scalp hair in Syrian occupationally exposed workers by total reflection X-ray fluorescence', *Environmental Monitoring and Assessment*, 143(1-3), pp. 67-74.

- Kielhorn, J., Melber, C., Wahnschaffe, U., Aitio, A. and Mangelsdorf, I. (2000) 'Vinyl chloride: still a cause for concern', *Environmental Health Perspectives*, 108(7), pp. 579-588.
- Kim, H. S., Kim, Y. J. and Seo, Y. R. (2015) 'An overview of carcinogenic heavy metal: molecular toxicity mechanism and prevention', *Journal of Cancer Prevention*, 20(4), pp. 232.
- Kim, J. Y., Hauser, R., Wand, M. P., Herrick, R. F., Houk, R., Aeschliman, D. B., Woodin, M. A. and Christiani, D. C. (2003) 'Association of expired nitric oxide with urinary metal concentrations in boilermakers exposed to residual oil fly ash', *American Journal of Industrial Medicine*, 44(5), pp. 458-466.
- Kishi, R., Tarumi, T., Uchino, E. and Miyake, H. (1987) 'Chromium content of organs of chromate workers with lung cancer', *American Journal of Industrial Medicine*, 11(1), pp. 67-74.
- Knez, Ž., Markočič, E., Leitgeb, M., Primožič, M., Hrnčič, M. K. and Škerget, M. (2014) 'Industrial applications of supercritical fluids: A review', *Energy*, 77, pp. 235-243.
- Kornhauser, C., Wrobel, K., Wrobel, K., MALACARA, J. M., NAVA, L. E., GÓMEZ, L. and GONZÁLEZ, R. (2002) 'Possible adverse effect of chromium in occupational exposure of tannery workers', *Industrial Health*, 40(2), pp. 207-213.
- Krantz, A. and Dorevitch, S. (2004) 'Metal exposure and common chronic diseases: a guide for the clinician', *Disease Monthly*, 50(5), pp. 220-62.
- Kumar, S., Khaliq, F., Singh, S., Ahmed, R., Kumar, R., Deshmukh, P. and Banerjee, B. (2016) 'Pulmonary functions, oxidative stress and DNA damage in workers of a copper processing industry', *The International Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 7(2), pp. 612-625.
- Kurt, O. K., Ergun, D. and Basaran, N. (2018) 'Can the ceramic industry be a new and hazardous sector for work-related asthma?', *Respiratory Medicine*, 137, pp. 176-180.
- Lai, Y. C. and Yew, Y. W. (2016) 'Heavy metals and hand dermatitis: analysis of data in the US National Health and Nutrition Examination Survey', *International Journal of Dermatology*, 55(2), pp. 114-115.
- Ledda, C., Loreto, C., Filetti, V., Matera, S., Vitale, E., Bracci, M. and Rapisarda, V. (2018) 'Abnormal plasma cell disorders in refinery waste workers', *Journal of Clinical Medicine*, 7(8), pp. 221-227.
- Li, Z., Ma, Z., van der Kuijp, T.J., Yuan, Z. and Huang, L. (2014). 'A review of soil heavy metal pollution from mines in China: pollution and health risk assessment'. *Science of the Total Environment*, 468, pp.843-853.
- Lin, C.-C., Wu, M.-L., Yang, C.-C., Ger, J., Tsai, W.-J. and Deng, J.-F. (2009) 'Acute severe chromium poisoning after dermal exposure to hexavalent chromium', *Journal of the Chinese Medical Association*, 72(4), pp. 219-221.
- Lin, S. H. and Lo, M. C. (1998) 'Recovery of sulfuric acid from waste aluminum surface processing solution by diffusion dialysis', *Journal of Hazardous Materials*, 60(3), pp. 247-257.
- Linos, A., Petralias, A., Christophi, C. A., Christoforidou, E., Kouroutou, P., Stoltidis, M., Veloudaki, A., Tzala, E., Makris, K. C. and Karagas, M. R. (2011) 'Oral ingestion of hexavalent chromium through drinking water and cancer mortality in an industrial area of Greece-An ecological study', *Environmental Health*, 10(1), pp. 50.
- Litchfield, I. (2014) 'National register of radiofrequency workers: exploring health effects of occupational radiofrequency radiation exposure', *Journal of Environmental and Occupational Science*, 3(4), pp. 190-192.
- Liu, B., Feng, W., Wang, J., Li, Y., Han, X., Hu, H., Guo, H., Zhang, X. and He, M. (2016) 'Association of urinary metals levels with type 2 diabetes risk in coke oven workers', *Environmental Pollution*, 210, pp. 1-8.
- Liu, H.-H., Lin, M.-H., Liu, P.-C., Chan, C.-I. and Chen, H.-L. (2009) 'Health risk assessment by measuring plasma malondialdehyde (MDA), urinary 8-hydroxydeoxyguanosine (8-OH-dG) and DNA strand breakage following metal exposure in foundry workers', *Journal of Hazardous Materials*, 170(2-3), pp. 699-704.
- Lombi, E., Hamon, R. E., Wieshammer, G., McLaughlin, M. J. and McGrath, S. P. (2004) 'Assessment of the use of industrial by-products to remediate a copper-and arsenic-contaminated soil', *Journal of Environmental Quality*, 33(3), pp. 902-910.
- Luo, J. C. J., Hsu, K. H. and Shen, W. S. (2006) 'Pulmonary function abnormalities and airway irritation symptoms of metal fumes exposure on automobile spot welders', *American Journal of Industrial Medicine*, 49(6), pp. 407-416.
- Machemer, S. D. (2004) 'Characterization of airborne and bulk particulate from iron and steel manufacturing facilities', *Environmental Science & Technology*, 38(2), pp. 381-389.
- Madden, E. F. (2003) 'The role of combined metal interactions in metal carcinogenesis: a review', *Reviews on Environmental Health*, 18(2), pp. 91-110.

- Majidi, O., Shabestari, S. and Aboutalebi, M. (2007) 'Study of fluxing temperature in molten aluminum refining process', *Journal of Materials Processing Technology*, 182(1-3), pp. 450-455.
- Mallin, K., Rubin, M. and Joo, E. (1989) 'Occupational cancer mortality in Illinois white and black males, 1979-1984, for seven cancer sites', *American Journal of Industrial Medicine*, 15(6), pp. 699-717.
- Martín, J.R., De Arana, C., Ramos-Miras, J.J., Gil, C. and Boluda, R. (2015). 'Impact of 70 years urban growth associated with heavy metal pollution'. *Environmental Pollution*, 196, pp.156-163.
- Mateuca, R., Aka, P., De Boeck, M., Hauspie, R., Kirsch-Volders, M. and Lison, D. (2005) 'Influence of hOGG1, XRCC1 and XRCC3 genotypes on biomarkers of genotoxicity in workers exposed to cobalt or hard metal dusts', *Toxicology Letters*, 156(2), pp. 277-288.
- Miguel, R. E., Ippolito, J. A., Leytem, A. B., Porta, A. A., Noriega, R. B. B. and Dungan, R. S. (2012) 'Analysis of total metals in waste molding and core sands from ferrous and non-ferrous foundries', *Journal of Environmental Management*, 110, pp. 77-81.
- Mirabelli, M. C., Zock, J. P., Bircher, A. J., Jarvis, D., Keidel, D., Kromhout, H., Norbäck, D., Olivieri, M., Plana, E. and Radon, K. (2009) 'Metalworking exposures and persistent skin symptoms in the ECRHS II and SAPALDIA 2 cohorts', *Contact Dermatitis*, 60(5), pp. 256-263.
- Möller, N. P., Scholz-Ahrens, K. E., Roos, N. and Schrezenmeir, J. (2008) 'Bioactive peptides and proteins from foods: indication for health effects', *European Journal of Nutrition*, 47(4), pp. 171-182.
- Morris-Jones, R., Robertson, S., Ross, J., White, I., McFadden, J. and Rycroft, R. (2002) 'Dermatitis caused by physical irritants', *British Journal of Dermatology*, 147(2), pp. 270-275.
- Moulin, J., Wild, P., Romazini, S., Lasfargues, G., Peltier, A., Bozec, C., Deguerry, P., Pellet, F. and Perdrix, A. (1998) 'Lung cancer risk in hard-metal workers', *American Journal of Epidemiology*, 148(3), pp. 241-248.
- Mousavian, N. A., Mansouri, N. and Nezhadkurki, F. (2017) 'Estimation of heavy metal exposure in workplace and health risk exposure assessment in steel industries in Iran', *Measurement*, 102, pp. 286-290.
- Mulak, M., Misiuk-Hojło, M., Markuszewski, B. and Dembska, K. (2008) 'Influence of chronic exposure to heavy metals on eyesight', *Klinika Oczna*, 110(4-6), pp. 176-182.
- Nieboer, E., Thomassen, Y., Romanova, N., Nikonov, A., Odland, J. Ø. and Chaschin, V. (2007) 'Multi-component assessment of worker exposures in a copper refinery Part 2. Biological exposure indices for copper, nickel and cobalt', *Journal of Environmental Monitoring*, 9(7), pp. 695-700.
- Nouioui, M. A., Araoud, M., Milliand, M.-L., Bessueille-Barbier, F., Amira, D., Ayouni-Derouiche, L. and Hedhili, A. (2018) 'Evaluation of the status and the relationship between essential and toxic elements in the hair of occupationally exposed workers', *Environmental Monitoring and Assessment*, 190(12), pp. 731-735.
- Orisakwe, O., Nwachukwu, E., Osadolor, H., Afonne, O. and Okocha, C. (2007) 'Liver and kidney function tests amongst paint factory workers in Nkpor, Nigeria', *Toxicology and Industrial Health*, 23(3), pp. 161-165.
- Palus, J., Rydzynski, K., Dziubaltowska, E., Wyszynska, K., Natarajan, A. and Nilsson, R. (2003) 'Genotoxic effects of occupational exposure to lead and cadmium', *Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, 540(1), pp. 19-28.
- Papadopoulos, A. M. (2005) 'State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments', *Energy and Buildings*, 37(1), pp. 77-86.
- Paustenbach, D., Rinehart, W. and Sheehan, P. (1991) 'The health hazards posed by chromium-contaminated soils in residential and industrial areas: conclusions of an expert panel', *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 13(2), pp. 195-222.
- Pauwels, M. and Rogiers, V. (2010) 'Human health safety evaluation of cosmetics in the EU: a legally imposed challenge to science', *Toxicology and Applied Pharmacology*, 243(2), pp. 260-274.
- Pellerin, C. and Booker, S. M. (2000) 'Reflections on hexavalent chromium: health hazards of an industrial heavyweight', *Environmental Health Perspectives*, 108(9), pp. A402.
- Proctor, D., Panko, J., Liebig, E. and Paustenbach, D. (2004) 'Estimating historical occupational exposure to airborne hexavalent chromium in a chromate production plant: 1940-1972', *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(11), pp. 752-767.
- Reck, B. K., Müller, D. B., Rostkowski, K. and Graedel, T. (2008) 'Anthropogenic nickel cycle: Insights into use, trade, and recycling', *Environmental Science & Technology*, 42(9), pp. 3394-3400.
- Rehman, K., Fatima, F., Waheed, I. and Akash, M. S. H. (2018) 'Prevalence of exposure of heavy metals and their impact on health consequences', *Journal of Cellular Biochemistry*, 119(1), pp. 157-184.

- Riveros, P., Dutrizac, J. and Spencer, P. (2001) 'Arsenic disposal practices in the metallurgical industry', *Canadian Metallurgical Quarterly*, 40(4), pp. 395-420.
- Ruiz, A., Capelo, R., Pereira, A., Garcia, M. A., Diaz-Santos, M., Zumel, A., Jara, R., Pascagoza, A., de Liger, J. L. F., Garcia, T. and Alguacil, J. (2016) 'Occupational exposure to metals and respiratory symptoms among workers exposed to metals', *Occupational and Environmental Medicine*, 73(S1), pp. 216-221.
- Rydh, C. J. and Karlström, M. (2002) 'Life cycle inventory of recycling portable nickel–cadmium batteries', *Resources, Conservation and Recycling*, 34(4), pp. 289-309.
- Sjögren, B., Hansen, K. S., Kjuus, H. and Persson, P.-G. (1994) 'Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis', *Occupational and Environmental Medicine*, 51(5), pp. 335-336.
- Skouloudis, A., Jones, N., Roumeliotis, S., Issac, D., Greig, A. and Evangelinos, K. (2017). 'Industrial pollution, spatial stigma and economic decline: the case of Asopos river basin through the lens of local small business owners'. *Journal of Environmental Planning and Management*, 60(9), pp.1575-1600.
- Smulders, S. and Gradus, R. (1996) 'Pollution abatement and long-term growth', *European Journal of Political Economy*, 12(3), pp. 505-532.
- Sohrabi, M., Gholami, A., Azar, M. H., Yaghoobi, M., Shahi, M. M., Shirmardi, S., Nikkhah, M., Kohi, Z., Salehpour, D. and Khoonsari, M. R. (2018) 'Trace Element and Heavy Metal Levels in Colorectal Cancer: Comparison Between Cancerous and Non-cancerous Tissues', *Biological Trace Element Research*, 183(1), pp. 1-8.
- Sritharan, J., Demers, P. A., Harris, S. A., Cole, D. C., Kreiger, N., Sass-Kortsak, A. and Lightfoot, N. (2016) 'Natural resource-based industries and prostate cancer risk in Northeastern Ontario: a case–control study', *Occupational Environmental Medicine*, 73(8), pp. 506-511.
- Steenland, K., Barry, V., Anttila, A., Sallmén, M., McElvenny, D., Todd, A. and Straif, K. (2017) 'A cohort mortality study of lead-exposed workers in the USA, Finland and the UK', *Occupational Environmental Medicine*, 74(11), pp. 785-791.
- Steinkellner, H., Mun-Sik, K., Helma, C., Ecker, S., Ma, T. H., Horak, O., Kundi, M. and Knasmüller, S. (1998) 'Genotoxic effects of heavy metals: comparative investigation with plant bioassays', *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 31(2), pp. 183-191.
- Tak, S. and Calvert, G.M. (2008). 'Hearing difficulty attributable to employment by industry and occupation: an analysis of the National Health Interview Survey—United States, 1997 to 2003'. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 50(1), pp.46-56.
- Tsai, C. C., Wu, C. L., Kor, C. T., Lian, I. B., Chang, C. H., Chang, T. H., Chang, C. C. and Chiu, P. F. (2018) 'Prospective associations between environmental heavy metal exposure and renal outcomes in adults with chronic kidney disease', *Nephrology*, 23(9), pp. 830-836.
- Vasilatos, C., Megremi, I., Economou-Eliopoulos, M. and Mitsis, I. (2008) 'Hexavalent chromium and other toxic elements in natural waters in the Thiva- Tanagra- Malakasa Basin, Greece', *Hellenic Journal of Geosciences*, 43, pp. 57-66.
- Vitayavirasuk, B., Junhom, S. and Tantisaranee, P. (2005) 'Exposure to lead, cadmium and chromium among spray painters in automobile body repair shops', *Journal of Occupational Health*, 47(6), pp. 518-522.
- Wang, D., Xu, X., Chu, S. and Zhang, D. (2003) 'Analysis and structure prediction of chlorinated polycyclic aromatic hydrocarbons released from combustion of polyvinylchloride', *Chemosphere*, 53(5), pp. 495-503.
- Wang, T., Feng, W., Kuang, D., Deng, Q., Zhang, W., Wang, S., He, M., Zhang, X., Wu, T. and Guo, H. (2015) 'The effects of heavy metals and their interactions with polycyclic aromatic hydrocarbons on the oxidative stress among coke-oven workers', *Environmental Research*, 140, pp. 405-413.
- Wei, J., Chen, M., Song, J., Luo, F., Han, L., Li, C. and Dong, M. (2015) 'Assessment of human health risk for an area impacted by a large-scale metallurgical refinery complex in Hunan, China', *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 21(4), pp. 863-881.
- Wild, P., Bourgkard, E. and Paris, C. (2009) 'Lung cancer and exposure to metals: the epidemiological evidence', *Methods in Molecular Biology*, 472, pp. 139-167.
- Wilkinson, A., Hill, M. and Gollan, P. (2001) 'The sustainability debate', *International Journal of Operations & Production Management*, 21(12), pp. 1492-1502.
- Wingren, G. and Axelson, O. (1992) 'Cluster of brain cancers spuriously suggesting occupational risk among glassworkers', *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 18(2), pp. 85-89.
- Wiwanitkit, V. (2008) 'Minor heavy metal: A review on occupational and environmental intoxication', *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 12(3), pp. 116.

- Wu, X., Cobbina, S.J., Mao, G., Xu, H., Zhang, Z. and Yang, L. (2016). 'A review of toxicity and mechanisms of individual and mixtures of heavy metals in the environment'. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(9), pp.8244-8259.
- Wu, W., Zhang, K., Jiang, S., Liu, D., Zhou, H., Zhong, R., Zeng, Q., Cheng, L., Miao, X. and Tong, Y. (2018) 'Association of co-exposure to heavy metals with renal function in a hypertensive population', *Environment International*, 112(1), pp. 198-206.
- Yang, A., Liu, S., Cheng, Z., Pu, H., Cheng, N., Ding, J., Li, J., Li, H., Hu, X. and Ren, X. (2017) 'Dose-response analysis of environmental exposure to multiple metals and their joint effects with fasting plasma glucose among occupational workers', *Chemosphere*, 186, pp. 314-321.
- Yi, Y., Yang, Z. and Zhang, S. (2011). 'Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin'. *Environmental Pollution*, 159(10), pp.2575-2585.
- Yuan, W., Yang, N. and Li, X. (2016) 'Advances in understanding how heavy metal pollution triggers gastric cancer', *BioMed Research International*, vol. 2016.
- Zhao, H., Liu, H., Hu, C. and Qu, J. (2009) 'Effect of aluminum speciation and structure characterization on preferential removal of disinfection byproduct precursors by aluminum hydroxide coagulation', *Environmental Science & Technology*, 43(13), pp. 5067-5072.
- Βαλαβανίδης, Α. (2007). *Οικοτοξικολογία και Περιβαλλοντική Τοξικολογία*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας. Εκδόσεις Πανεπιστημίου Αθηνών. Αθήνα, 2007.
- Βασιλάτος, Χ., Μεγρέμη, Ι. and Οικονόμου-Ηλιοπούλου, Μ. (2010) 'Geochemical characteristics of natural waters contaminated by hexavalent chromium, in Eastern Sterea Hellas, Greece', *Επιστημονική Επετηρίδα του Τμήματος Γεωλογίας*, 99, pp. 347-354.
- Γενικός Επιθεωρητής Δημόσιας Διοίκησης (2007), *Ο έλεγχος νομιμότητας και πληρότητας δικαιολογητικών των αδειών διάθεσης υγρών αποβλήτων 19 εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην περιοχή του Ασωπού ποταμού*. Έκθεση Ελέγχου. Αθήνα, 2007.
- Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο (2014). *Αποτελέσματα δειγματοληψιών υπόγειου νερού στη λεκάνη απορροής του Ασωπού ποταμού*. Τεχνική Έκθεση. Αθήνα, 2014
- Ένωση Ελλήνων Χημικών (2007). *Θέσεις για την επικινδυνότητα Παρουσίας Cr(VI) στα Υπόγεια Νερά*. ΕΕΧ, Τμήμα Περιβάλλοντος, Υγείας και Ασφάλειας της Εργασίας. Οκτώβριος 2007.
- Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (2008). *Αναγνωριστική υδρογεωλογική-υδροχημική έρευνα ποιοτικής επιβάρυνσης των υπόγειων νερών της ευρύτερης περιοχής της λεκάνης του Ασωπού Ν. Βοιωτίας*. ΙΓΜΕ, Διεύθυνση Υδρογεωλογίας. Αθήνα, 2008.
- Καθημερινή, 'Χωρίς βιομηχανικά πάρκα η χώρα', Έντυπη Έκδοση, 26/11/2018.
- Κουρουτού, Π., Κάλης, Σ., Χατζησταύρου, Κ. and Λινού, Α. (2012). 'Επίδραση της επαγγελματικής έκθεσης σε βαρέα μέταλλα στη νοσηρότητα και στη θνησιμότητα', *Αρχεία Ελληνικής Ιατρικής*, 29 (1), pp. 70-76.
- Λοιζίδου Μ. (1998). *Μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων κεντρικής μονάδας επεξεργασίας υγρών βιομηχανικών αποβλήτων περιοχής Ασωπού και αστικών λυμάτων Δήμου Αυλώνας*. Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Τμήμα Χημικών Μηχανικών. Αθήνα, 1998.
- Μασούρα, Γ. (2008). «Ρυπαντική υδροχημεία της λεκάνης του ποταμού Ασωπού Νομού Βοιωτίας», Μεταπτυχιακή Εργασία, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μουρτσιάδης, Α. (2010), 'Άτυπες Βιομηχανικές Συγκεντρώσεις της περιοχής Οиноφύτων - Σχηματαρίου : υπάρχουσα κατάσταση και δυνατότητες παρεμβάσεων', παρουσίαση στην ημερίδα Ημερίδα Προυποθέσεις για βιώσιμη ανάπτυξη στην ευρύτερη περιοχή Οиноφύτων-Σχηματαρίου, ΤΕΕ, Αθήνα, Φεβρουάριος 2010.
- Ναυτεμπορική. 'Απλοποιείται και επιταχύνεται η διαδικασία αδειοδότησης των επιχειρηματικών πάρκων'. Έντυπη Έκδοση, 19/12/2018.
- Συνήγορος του Πολίτη (2009). *Έκθεση αυτοψίας στη Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων και Βοθρολυμάτων των Δήμων Οиноφύτων και Σχηματαρίου*, 29-9-2009 (Αριθμ.Πρωτ.: 1682/09/2.3).
- Συνήγορος του Πολίτη (2010α). *Έκθεση αυτοψίας στο Διυλιστήριο νερού του ΔΔ Οиноφύτων και του ΔΔ Αγίου Θωμά*, 18-2-2010 (Αριθμ.Πρωτ.: 2550/10/2.3).
- Συνήγορος του Πολίτη (2010β). *Έκθεση αυτοψίας στη Μονάδα Επεξεργασίας Λυμάτων και Βοθρολυμάτων των Δήμων Οиноφύτων και Σχηματαρίου*, 18-3-2010 (Αριθμ.Πρωτ.: 1682/09/2.5).

- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (2009). *Το πρόβλημα του Ασωπού ποταμού: Προτάσεις αντιμετώπισής του*, Αθήνα, Εκδόσεις ΤΕΕ.
- Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων (2007). Ανακοίνωση Τύπου: Πρόστιμα συνολικού ύψους 1,4 εκατ. ευρώ σε εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή του Ασωπού ποταμού.
- Χριστοφορίδου, Ε.Π., Κάλης, Σ., Χατζησταύρου, Κ., Στολτίδη, Μ. and Λινού, Α. (2011). 'Η περιοχή των Οиноφύτων και η ρύπανση των πηγών πόσιμου νερού από βαρέα μέταλλα', *Ιατρική – 2011*, 100(5-6), pp. 281-287.

Παράρτημα

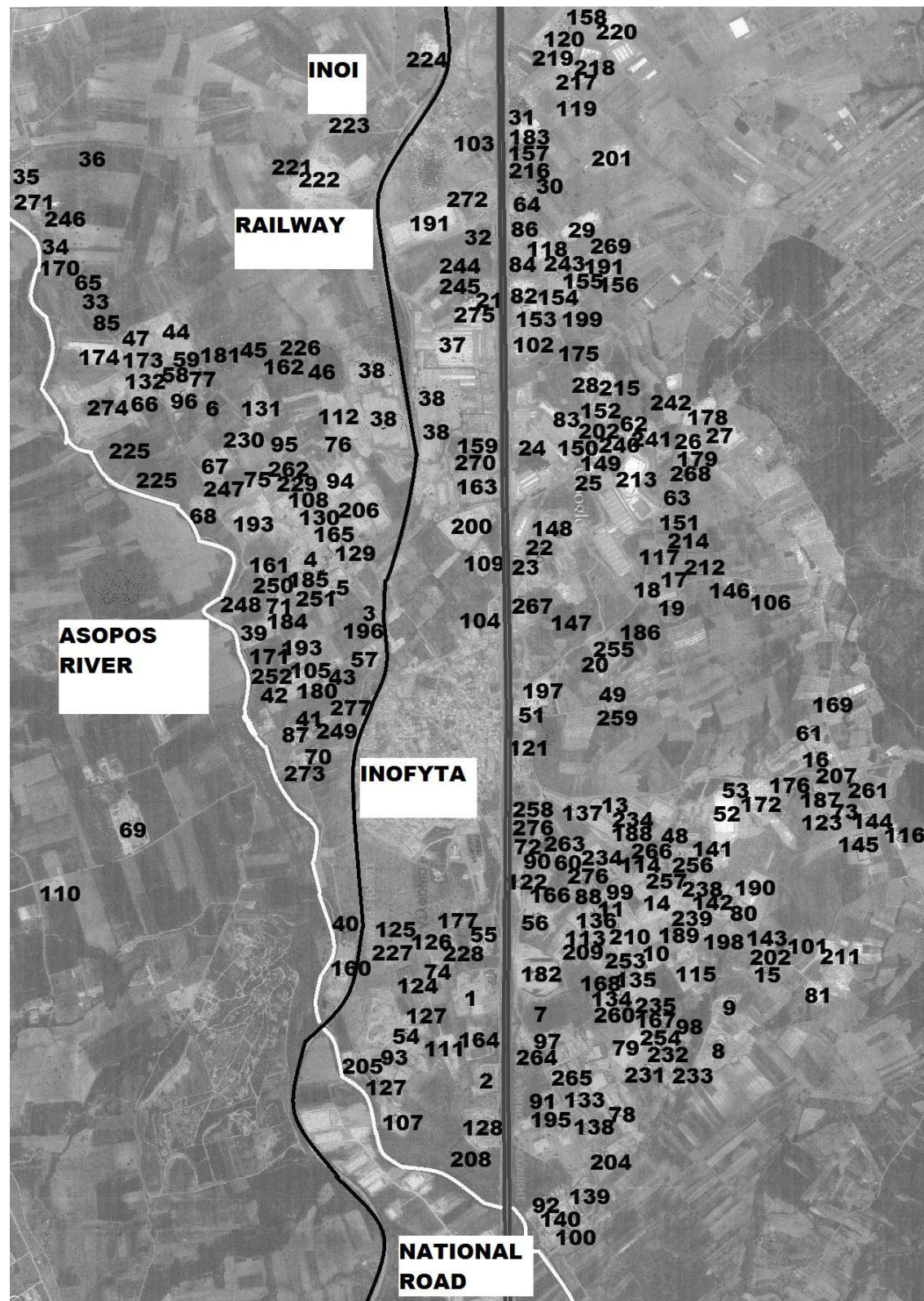
Πίνακας 1. Βαρέα Μέταλλα και Βιομηχανική Δραστηριότητα

ΜΕΤΑΛΛΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ
Αρσενικό	Χρωστικές και χρώματα, εντομοκτόνα/ζιζανιοκτόνα, μεταλλουργική επεξεργασία μετάλλων, γυαλί και κεραμικά, βυρσοδεψία
Χρώμιο και ενώσεις του	Ανοδίωση, τσιμέντο, χρωστικές, χρώματα, επιμεταλλώσεις, βυρσοδεψία
Κοβάλτιο και ενώσεις του	Καταλύτες, ίνες, χρώματα, χαρτί και χαρτοπολτός
Χαλκός και ενώσεις του	Επιμεταλλώσεις, ηλεκτρικά /ηλεκτρονικά, επεξεργασία επιφανειών, εντομοκτόνα, απόσταξη άνθρακα, οξείδωση κυανιούχων, πλαστικά
Σίδηρος και ενώσεις του	Αλουμίνιο, επιμεταλλώσεις, χρωστικές, ηλεκτρονικά, διοξείδιο του τιτανίου
Μόλυβδος και ενώσεις του	Μπαταρίες, τυπογραφία, εξάτμιση αυτοκινήτων, εκρηκτικά, πυροτεχνήματα, εντομοκτόνα, χρώματα, διυλιστήρια, πετροχημικά
Μαγγάνιο και ενώσεις του	Καταλύτες, μπαταρίες, γυαλί χρώματα, πυροτεχνήματα
Υδράργυρος: οργανικός	Εντομοκτόνα
Υδράργυρος: ανόργανος	Ηλεκτρικά /ηλεκτρονικά, εντομοκτόνα, μπαταρίες, φωτογραφικά, επιστημονικά όργανα, χρώματα, φαρμακευτικά υλικά, χαρτί /χαρτοπολτός, καταλύτες, τσιμέντο, καύση άνθρακα /πετρελαίου
Κασσίτερος και ενώσεις του	Επιμεταλλώσεις
Ψευδάργυρος και ενώσεις του	Συνθετικές ίνες, επιμεταλλώσεις, χαρτί /χαρτοπολτός, επεξεργασία ελαστικών
Βηρύλλιο και ενώσεις του	Πυρηνική βιομηχανία, σιδηρούχα και μη κράματα αεροναυπηγικής
Νικέλιο και ενώσεις του	Επιμεταλλώσεις, συσσωρευτές, καταλύτες
Κάδμιο και ενώσεις του	Χρωστικές, χρώματα, επιμεταλλώσεις, πολυμερή

Πίνακας 2. Κατάταξη της IARC για το βαθμό καρκινικότητας των βαρέων μετάλλων

<u>Μέταλλο</u>	<u>Κατηγοριοποίηση IARC</u>	
Αρσενικό	Ομάδα 1	η ουσία, μίγμα κλπ. είναι καρκινογόνος στον άνθρωπο
Νικέλιο		
Κάδμιο		
Χρώμιο		
Αλουμίνιο		
Βηρύλλιο		
Πυρίτιο		
Κοβάλτιο με καρβίδιο του βολφραμίου	Ομάδα 2Α	η ουσία, μίγμα κλπ. είναι πιθανώς καρκινογόνος στον άνθρωπο
Ενώσεις Μολύβδου (ανόργανες)		
Βανάδιο	Ομάδα 2Β	η ουσία, μίγμα κλπ. είναι ενδεχόμενα καρκινογόνος στον άνθρωπο
Κοβάλτιο και ενώσεις κοβαλτίου		
Ενώσεις Χρωμίου	Ομάδα 3	η ουσία, μίγμα κλπ. δεν μπορεί να ταξινομηθεί ως προς την ικανότητα καρκινογένεσης
Ενώσεις Μολύβδου (οργανικές)		

Γράφημα 1. Χαρτογράφηση των Βιομηχανικών Μονάδων στην περιοχή των Οινοφύτων



Έκθεμα 1. Αρίθμηση Βιομηχανικών Δραστηριοτήτων

1-53: Μεταλλουργικές Εργασίες

54-73: Χρώματα/Βαφές και Κλωστοϋφαντουργία

74-88: Καλλυντικά και Είδη Προσωπικής Φροντίδας και Υγιεινής

89-92: Εκτροφεία Ζώων

93-106: Τρόφιμα, Ποτά, Προϊόντα Ζαχαροπλαστικής και Αρτοποιίας

107-110: Λιπάσματα και Εντομοκτόνα

111-123: Παραγωγή και Επεξεργασία Τσιμέντου και Δομικών Υλικών

124-163: Πλαστικά και Χημικά

164-172: Συσκευασίες

173-176: Εκτυπώσεις/Τυπογραφία

177-181: Επεξεργασία Ξύλου

182-187: Κατασκευή Επίπλων

188-201: Κατασκευή Ηλεκτρικών Συσκευών και Μηχανολογικού Εξοπλισμού

202-203: Μονάδες Ανακύκλωσης

204: Επεξεργασία και Βαφή Δερμάτινων Ειδών

205: Πλύσιμο και Καθάρισμα Κλωστοϋφαντουργικών Υλικών και Προϊόντων

206: Μεταφορές

207: Σταθμοί Ανεφοδιασμού με Φυσικό Αέριο

208-226: Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Logistics)

227-261: Κτίρια Άγνωστων Χρήσεων

262-276: Κλειστά ή Εγκαταλελειμμένα Κτίρια

277: Ιδιόκτητες Κατοικίες

Σημείωση: Οι μη-αριθμημένες περιοχές στο χάρτη είναι κυρίως κατοικημένες περιοχές (π.χ. το χωριό των Οινοφύτων) και αγροτικές περιοχές.

Πίνακας 3. Κατανομή Βιομηχανικών Μονάδων ανά Αντικείμενο

Τύπος Βιομηχανικής Δραστηριότητας	Αριθμός μονάδων με βάση τη χαρτογράφηση (% του συνόλου)	Αριθμός μονάδων που έχουν καταγραφεί στο Περιβαλλοντικό Μητρώο (% των μονάδων που περιλαμβάνονται στο χάρτη)	Αριθμός μονάδων που παράγουν επικίνδυνα απόβλητα (% των μονάδων που είχαν καταγραφεί στο Μητρώο)
Συνολικός Αριθμός Μονάδων	275 (100%)	106 (38.5%)	33 (31.1%)
Μεταλλουργικές Εργασίες	53 (19.3%)	30 (56.6%)	15 (50%)
Χρώματα/Βαφές και Κλωστοϋφαντουργία	20 (7.3%)	8 (40%)	3 (37.5%)
Καλλυντικά και Είδη Προσωπικής Φροντίδας και Υγιεινής	15 (5.5%)	9 (60%)	0 (0%)
Εκτροφεία Ζώων	4 (1.5%)	3 (75%)	1 (33.3%)
Τρόφιμα, Ποτά, Προϊόντα Ζαχαροπλαστικής και Αρτοποιίας	14 (5.1%)	10 (71.4%)	4 (40%)
Λιπάσματα και Εντομοκτόνα	4 (1.5%)	3 (75%)	3 (100%)
Παραγωγή και Επεξεργασία Τσιμέντου και Δομικών Υλικών	13 (4.7%)	3 (23%)	1 (33.3%)
Πλαστικά και Χημικά	40 (14.5%)	20 (50%)	2 (10%)
Συσκευασίες	9 (3.2%)	6 (66.7%)	1 (16.7%)
Κατασκευή Ηλεκτρικών Συσκευών και Μηχανολογικού Εξοπλισμού	14 (5.1%)	7 (50%)	2 (28.6%)
Εκτυπώσεις/Τυπογραφία	4 (1.4%)	3 (75%)	2 (66.7%)
Επεξεργασία Ξύλου και Κατασκευή Επίπλων	11 (4%)	3 (27.2%)	0 (0%)
Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας	19 (6.9%)	0 (0%)	0 (0%)
Κτίρια Άγνωστων Χρήσεων	35 (12.7%)	-	-
Κλειστά ή Εγκαταλελειμμένα Κτίρια	15 (5.5%)	-	-
Άλλα	5 (1.8%)	1 (20%)	0 (0%)

Πίνακας 4. Κατανομή Βιομηχανικών Μονάδων ανά Τύπο Αποβλήτων

Type of Industry	Αριθμός μονάδων που παράγουν στερεά απόβλητα (% των μονάδων που είχαν καταγραφεί στο Μητρώο)	Αριθμός μονάδων που παράγουν αέρια απόβλητα (% των μονάδων που είχαν καταγραφεί στο Μητρώο)	Αριθμός μονάδων που παράγουν υγρά απόβλητα (% των μονάδων που είχαν καταγραφεί στο Μητρώο)
Συνολικός Αριθμός Μονάδων	93 (87.7%)	41 (38.7%)	13 (12.3%)
Μεταλλουργικές Εργασίες	28 (93.3%)	16 (53.3%)	4 (13.3%)
Χρώματα/Βαφές και Κλωστοϋφαντουργία	8 (100%)	3 (37.5%)	0 (0%)
Καλλυντικά και Είδη Προσωπικής Φροντίδας και Υγιεινής	8 (88.9%)	3 (33.3%)	2 (22.2%)
Εκτροφεία Ζώων	3 (100%)	3 (100%)	1 (33.3%)
Τρόφιμα, Ποτά, Προϊόντα Ζαχαροπλαστικής και Αρτοποιίας	8 (80%)	8 (80%)	1 (10%)
Λιπάσματα και Εντομοκτόνα	3 (100%)	1 (33.3%)	0 (0%)
Παραγωγή και Επεξεργασία Τσιμέντου και Δομικών Υλικών	3 (100%)	3 (100%)	1 (33.3%)
Πλαστικά και Χημικά	18 (90%)	8 (40%)	2 (10%)
Συσκευασίες	6 (100%)	2 (33.3%)	0 (0%)
Κατασκευή Ηλεκτρικών Συσκευών και Μηχανολογικού Εξοπλισμού	2 (28.5%)	2 (28.5%)	0 (0%)
Εκτυπώσεις/Τυπογραφία	3 (100%)	1 (33.3%)	1 (33.3%)
Επεξεργασία Ξύλου και Κατασκευή Επίπλων	2 (66.7%)	2 (66.7%)	1 (33.3%)
Άλλα	1 (20%)	0 (0%)	0 (0%)

Πίνακας 5. Κατάταξη της IARC για το βαθμό καρκινικότητας

<u>Μέταλλο/ Δραστηριότητα</u>	<u>Κατηγοριοποίηση IARC</u>	
Κατασκευή και επεξεργασία Αλουμινίου	Ομάδα 1	Καρκινογόνος στον άνθρωπο
Εργασία σε χυτήρια Σιδήρου και Ατσαλιού/Χάλυβα		
Νικέλιο και ενώσεις του		
Κάδμιο και ενώσεις του		
Ενώσεις του εξασθενούς Χρωμίου (VI)		
Σκόνη Οπτάνθρακα		
Εργασία ως βαφέας		
Βενζιδίνη		
Αμίαντος		
Χλωρίδια του Βινυλίου		
Σκόνη Πυριτίου		
Ενώσεις του Μολύβδου, ανόργανες	Ομάδα 2A	Πιθανώς καρκινογόνος στον άνθρωπο
Καρβαμιδικός Αιθυλεστέρας		
Αναθυμιάσεις από εργασίες συγκόλλησης	Ομάδα 2B	Ενδεχομένως καρκινογόνος στον άνθρωπο
Εργασία στην κλωστοϋφαντουργία		
Εργασία σε δραστηριότητες εκτύπωσης/τυπογραφίας		
Ναφθαλίνη		
Διοξειδίο του Τιτανίου		
N-οξείδια μουστάρδας του Αζώτου		
Ενώσεις του τρισθενούς χρωμίου(III)	Ομάδα 3	Δεν μπορεί να ταξινομηθεί ως προς την ικανότητα καρκινογένεσης
Διοξειδίο του Θείου		
Επεξεργασία και Βαφή Δερμάτων Ειδών		
Τολουΐνη		
Πολυστυρένιο		
Ενώσεις του Μολύβδου, οργανικές		
Πολυβινυλοχλωρίδιο		
Φθοριούχα		
Κουμαρίνη		
Αφρός Πολυουρεθάνης		