



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής
Σχολή Δημόσιας Υγείας
Τμήμα Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας- Δημόσιας Υγείας

Πτυχιακή Εργασία

Θέμα: 'Καρκίνος του Πνεύμονα σε Εργαζόμενους ύστερα από έκθεση σε Επικίνδυνα και Τοξικά Υλικά.'



Μαριάννα-Φωτεινή Δαφνή (18679025)

Επιβλέπων Καθηγητής: Ντελέζος Κωνσταντίνος

Αθήνα, 2022



University of West Attica

School of Public Health

Department of Public and Community Health- Public Health

Thesis

Topic: 'Lung Cancer in Workers after exposure to Hazardous and Toxic materials'



Marianna-Foteini Dafni (18679025)

Supervisor Professor: Konstantinos Delezos

Athens, 2022

Η Πτυχιακή Εργασία εξετάστηκε από την εξής τριμελής επιτροπή:

Ντελέζος Κωνσταντίνος
Παπαδάς Ιωάννης
Μπουλανίκη Παρασκευή

Δήλωση Συγγραφέα Πτυχιακής-Διπλωματικής Εργασίας

Η κάτωθι υπογεγραμμένη, Δαφνή Μαριάννα- Φωτεινή του Αναστασίου με αριθμό μητρώου 18679025, φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, της Σχολής Δημόσιας Υγείας, του τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

‘Είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής- Διπλωματικής Εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση ιδεών και λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, στον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης βεβαιώνω ότι η εργασία αυτή έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου’

Η Δηλούσα

Δαφνή Μαριάννα-Φωτεινή



Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας θα ήθελα να αποδώσω ευχαριστίες σε όσους προσέφεραν πολύτιμη βοήθεια κατά την εκπόνησή της.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Κωνσταντίνο Ντελέζο, Λέκτορα Εφαρμογών του τμήματος Δημόσιας και Κοινωνικής Υγείας του ΠΑΔΑ, για την αδιάκοπη υποστήριξη του κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Χωρίς την βοήθεια του και την παροχή των πολύτιμων γνώσεων του θα ήταν αδύνατη η εκπόνηση αυτής της εργασίας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υπομονή και την υποστήριξη που μου πρόσφεραν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τους γονείς μου οι οποίοι αποτελούν τους πολύτιμους συνοδοιπόρους μου στο ακαδημαϊκό μου αυτό ταξίδι.

21/07/2022

Μαριάννα-Φωτεινή Δαφνή

Περίληψη

Οι εργαζόμενοι μέσα στο χώρο της εργασίας τους έρχονται σε επαφή με πληθώρα παραγόντων οι οποίοι μπορούν να αποτελέσουν βλαπτικοί για την υγεία τους. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να εισέλθουν διαμέσου της εισπνοής, της κατάποσης ή και άλλων οδών μέσα στον ανθρώπινο οργανισμό και να του προκαλέσουν μια σειρά από συμπτώματα τα οποία μπορούν να καταλήξουν ακόμα και στην ανάπτυξη διάφορων ειδών Καρκίνου και ιδίως Καρκίνου του Πνεύμονα ή και θάνατο από τον καρκίνο. Οι ουσίες αυτές μπορούν να υπάρχουν φυσικά στο περιβάλλον η να είναι τεχνικές και διαθέτουν μια σειρά από ιδιότητες που τις καθιστούν καρκινογόνες για τον άνθρωπο. Στη συνέχεια δίνεται έμφαση στα μέτρα πρόληψης για τον κάθε καρκινογόνο παράγοντα για την προφύλαξη της υγείας του εργαζόμενου. Εν κατακλείδι αναφέρονται μια σειρά από μελέτες κοόρτης που αποδεικνύουν τη συσχέτιση του καρκίνου του πνεύμονα με την έκθεση στον καθένα παράγοντα ξεχωριστά.

Λέξεις Κλειδιά: Καρκίνος του Πνεύμονα, Έκθεση, Τοξική ουσία, Βλαβερή Ουσία, Όριο Έκθεσης, Μέτρα Πρόληψης

Abstract

The workers in their workplace meet a multitude of factors that can be harmful to their health. These factors can enter the human body through inhalation, ingestion or other routes and cause a series of symptoms which can even lead to the development of various Cancers, especially Lung Cancer or even death from Cancer. These substances can exist naturally in the environment or be technical and have a number of properties that make them carcinogenic to humans. Moreover, emphasis is given to preventive measures for each carcinogen, in order to protect the health of the employee. In conclusion, a series of cohort studies are reported, which they demonstrate the association of Lung Cancer with exposure to each agent separately.

Key- words: Lung Cancer, Exposure, Toxic Substance, Harmful Substance, Exposure Limit, Preventive Measures

Περιεχόμενα

Κατάλογος Εικόνων.....	13
Κατάλογος Πινάκων	14
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	15
Εισαγωγή.....	16
Κεφάλαιο 1^ο -Χημικές Ουσίες.....	17
1.1. Είδη Χημικών Ουσιών.....	17
1.2. Παράγοντες επικινδυνότητας Χημικών Ουσιών.....	19
1.2.1. Η δόση ή Η ποσότητα της Χημικής Ουσίας.....	19
1.2.2. Η τοξικότητα της Χημικής Ουσίας.....	20
1.2.3. Ο τρόπος απομάκρυνσης της Χημικής Ουσίας από τον ανθρώπινο οργανισμό.....	20
1.2.4. Οδοί Εισόδου στον Ανθρώπινο Οργανισμό.....	20
1.2.4.1. Είσοδος διαμέσου του Αναπνευστικού Συστήματος.....	21
1.2.4.2. Είσοδος διαμέσου του Δέρματος.....	23
1.2.4.3. Είσοδος διαμέσου του Πεπτικού Συστήματος.....	24
1.2.5. Διάφορες Βιολογικές Μεταβλητές.....	24
1.3. Ταξινόμηση Χημικών Ουσιών βάσει Ιδιοτήτων του.....	25
1.4. Ταξινόμηση Χημικών Ουσιών βάσει των επιπτώσεών του.....	28
Κεφάλαιο 2^ο-Νομοθετικό Πλαίσιο Επικίνδυνων Ουσιών και Εκτίμηση Κινδύνου στον Εργασιακό Χώρο.....	32
2.1. Νομοθετικό Πλαίσιο Επικίνδυνων Ουσιών.....	32
2.2. Εκτίμηση Κινδύνων στον Εργασιακό Χώρο.....	33
2.3. Η αρχή STOP.....	34
Κεφάλαιο 3^ο- Φράσεις H/EUH/P.....	35
3.1. Φράσεις H.....	35
3.2. Φράσεις EUH.....	35
3.3. Φράσεις P.....	35
Κεφάλαιο 4^ο -Ανατομία και Καρκίνος του Πνεύμονα.....	37
4.1. Ανατομία Καρκίνου του Πνεύμονα.....	37
4.2. Καρκίνος του Πνεύμονα.....	38
4.3. Συμπτώματα Καρκίνου του Πνεύμονα.....	43
4.4. Σταδιοποίηση του Καρκίνου του Πνεύμονα.....	44
4.5. Διάγνωση Καρκίνου του Πνεύμονα.....	61

4.6 Θεραπεία Καρκίνου του Πνεύμονα.....	62
4.7 Επιδημιολογικά Δεδομένα Καρκίνου του Πνεύμονα.....	63
4.8 Θνησιμότητα Καρκίνου του Πνεύμονα.....	65
4.9 Μη τροποποιήσιμοι παράγοντες κινδύνου.....	65

5° Κεφάλαιο- Ταξινόμηση Παραγόντων της IARC βάσει της Καρκινογόνου Επίδρασης στον Ανθρώπινο Οργανισμό.....69

Κεφάλαιο 6°-Καρκινογενείς Παράγοντες Εργασιακού Χώρου που συνδέονται με την ανάπτυξη Καρκίνου του Πνεύμονα.....70

6.1. Βηρύλλιο.....	73
6.1.1. Επιπτώσεις στην Υγεία.....	77
6.1.2 Όρια Έκθεσης.....	80
6.1.3 Μέτρα Προστασίας.....	80
6.2. Πλουτώνιο.....	81
6.2.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	84
6.2.2 Όρια Έκθεσης.....	87
6.2.3 Μέτρα Προστασίας.....	87
6.3 Νικέλιο.....	88
6.3.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	92
6.3.2 Όρια Έκθεσης.....	93
6.3.3. Μέτρα Προστασίας.....	93
6.4. Αέριο Μουστάρδας.....	94
6.4.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	95
6.4.2 Όρια Έκθεσης.....	97
6.4.3. Μέτρα Προστασίας.....	98
6.5 Κάδμιο.....	99
6.5.1. Επιπτώσεις στην Υγεία.....	105
6.5.2 Όρια Έκθεσης.....	105
6.5.3 Μέτρα Προστασίας.....	106
6.6 Αιματίτης.....	107
6.6.1 Επιπτώσεις στην Υγεία και Όρια Έκθεσης.....	108

6.6.2 Μέτρα Προστασίας.....	109
6.7 Αμίαντος.....	110
6.7.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	114
6.7.2 Όρια Έκθεσης.....	115
6.7.3 Μέτρα Προστασίας.....	115
6.8 Αρσενικό.....	117
6.8.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	120
6.8.2 Όρια Έκθεσης.....	121
6.8.3 Μέτρα Προστασίας.....	121
6.9 Εργοστάσιο Παραγωγής Λαστίχων και Καουτσούκ.....	122
6.9.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	123
6.10 Αργίλιο.....	123
6.10.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	126
6.10.2 Όρια Έκθεσης.....	127
6.10.3 Μέτρα Προστασίας.....	127
6.11 Ραδόνιο.....	128
6.11.1 Επιπτώσεις στην Υγεία.....	132
6.11.2 Όρια Έκθεσης.....	132
6.11.3 Μέτρα Προστασίας.....	132
Συζήτηση.....	133
Συμπεράσματα.....	138
Ο Ρόλος του Υγιεινολόγου.....	139
Βιβλιογραφία.....	140
Βιβλιογραφία Εικόνων.....	152
Βιβλιογραφία Πινάκων.....	154
Παράρτημα I.....	155
Παράρτημα II.....	165

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Οδοί Εισόδου του εισπνεόμενου αέρα μέχρι την περιοχή των πνευμόνων.....	22
Εικόνα 2: Σήμανση Εύφλεκτων Ουσιών.....	25
Εικόνα 3: Σήμανση Εκρηκτικών Ουσιών.....	26
Εικόνα 4: Σήμανση Οξειδωτικών Ουσιών.....	27
Εικόνα 5: Σήμανση Πεπιεσμένων Αέριων Ουσιών.....	28
Εικόνα 6: Σήμανση Τοξικών Ουσιών.....	29
Εικόνα 7: Σήμανση Διαβρωτικών Ουσιών.....	30
Εικόνα 8: Σήμανση Ουσιών επικίνδυνων για την υγεία (Καρκινογόνες, Μεταλλαξινογόνες, Τοξικές για την Αναπαραγωγή).....	31
Εικόνα 9: Απεικόνιση Ανατομίας των Πνευμόνων.....	37
Εικόνα 10: Τα στάδια του Καρκίνου του Πνεύμονα.....	61
Εικόνα 11: Το Χημικό Στοιχείο Βηρύλλιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του.....	75
Εικόνα 12: Το Χημικό Στοιχείο Πλουτώνιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του.....	82
Εικόνα 13: Κατανομή του εισπνεόμενου Πλουτωνίου στα Οστά.....	85
Εικόνα 14: Κατανομή του εισπνεόμενου Πλουτωνίου στους Πνεύμονες.....	86
Εικόνα 15: Το Νικέλιο και οι στοιχειώδεις Ιδιότητές του.....	89
Εικόνα 16: Το Αέριο Μουστάρδας είναι μια τοξική και ερεθιστική ουσία.....	94
Εικόνα 17: Το Χημικό Στοιχείο Κάδμιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του.....	101
Εικόνα 18: Ο Γρηνοκίτης ή αλλιώς το Θειούχο Κάδμιο.....	102
Εικόνα 19: Η παραμορφωμένη δομή των οστών είναι ένα χαρακτηριστικό σύμπτωμα της νόσου Itai-Itai,.....	104
Εικόνα 20: Το ορυκτό Αιματίτης.....	107
Εικόνα 21: Τα εικονογράμματα που υπάρχουν για τη σκόνη Αιματίτη.....	108
Εικόνα 22: Είδη Αμιάντου.....	111
Εικόνα 23: Το διπλό αποδυτήριο που χρησιμοποιείται σε εργασιακούς χώρους υψηλού κινδύνου με Αμιάντο.....	117
Εικόνα 24: Το χημικό στοιχείο Αρσενικό και οι στοιχειώδεις ιδιότητες του.....	119
Εικόνα 25: Το χημικό στοιχείο Αργίλιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητες του.....	125
Εικόνα 26: Το χημικό στοιχείο Ραδόνιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητες του.....	130

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Η σταδιοποίηση του μη-μικροκυτταρικού καρκίνου του πνεύμονα.....	44
Πίνακας 2. Λίστα Καρκινογόνων Παραγόντων που σχετίζονται με την ανάπτυξη του Καρκίνου του Πνεύμονα.....	72
Πίνακας 3: Ιδιότητες Στοιχείου Βηρυλλίου.....	73
Πίνακας 4: Ιδιότητες Στοιχείου Πλουτωνίου.....	81
Πίνακας 5: Ιδιότητες Στοιχείου Νικελίου.....	88
Πίνακας 6: Τιμές κατευθυντήριας γραμμής Οξείας Έκθεσης (AEGL) για το αέριο μουστάρδας σε mg/m ³	97
Πίνακας 7: Ιδιότητες Στοιχείου Καδμίου.....	99
Πίνακας 8: Ιδιότητες Στοιχείου Αρσενικού.....	118
Πίνακας 9: Ιδιότητες στοιχείου Αργιλίου.....	124
Πίνακας 10: Ιδιότητες Στοιχείου Ραδονίου.....	129

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1: . Κατανομή Περιστατικών Καρκίνου εν έτει 2020.....	63
Διάγραμμα 2: Κατανομή Θανάτων απο Καρκίνο εν έτει 2020.....	64
Διάγραμμα 3: Τρόποι Εισόδου του Βηρυλλίου στον Ανθρώπινο Οργανισμό.....	77

Εισαγωγή

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση 32 εκατομμύρια εργαζόμενοι, δηλαδή περίπου το ένα τέταρτο του συνολικού εργαζόμενου πληθυσμού εκτίθενται σε ένα μεγάλο σύνολο καρκινογενών παραγόντων. Το 16% του συνολικού εργαζόμενου πληθυσμού έχει γίνει αναφορά ότι χρησιμοποιούν συχνά στον εργασιακό τους χώρο επικίνδυνες ουσίες, καθώς επίσης το 22% τουλάχιστον κατά τη διάρκεια ενός τετάρτου των συνολικών εργαζόμενων ωρών τους εκθέτουν τον οργανισμό τους διαμέσου της εισπνοής σε ατμούς, σκόνες καθώς και καπνούς. Οι επικίνδυνες ουσίες στις οποίες εκτίθενται οι άνθρωποι στον εργασιακό τους χώρο ευθύνονται για την απώλεια 350 εκατομμυρίων ημερών εργασίας ,η οποία οφείλεται στην κακή επαγγελματική υγεία των εργαζόμενων αλλά και για την ανάπτυξη διαφόρων ειδών επαγγελματικής ασθένειας σε 7 εκατομμύρια εργαζόμενους σε ολόκληρη την Ευρώπη (EU-OSHA,2003).

Κεφάλαιο 1^ο – Χημικές Ουσίες

1.1 Είδη Χημικών Ουσιών

Τα είδη των χημικών ουσιών στα οποία εκτίθεται ο άνθρωπος στον εργασιακό του χώρο είναι (Χαλβατζής,2003):

- Αέρια (Gases)
- Ατμοί (Vapours)
- Σκόνες (Dusts)
- Ίνες (Fibers)
- Καπνοί (Fumes)
- Καπνοί (Smokes)
- Ομίχλες (Mists)
- Υγρά (Liquids)

Τα *Αέρια* αποτελούν χημικές ουσίες οι οποίες βρίσκονται σε αέρια κατάσταση σε θερμοκρασία 25°C και πίεση βαρομετρική στα 760 mmHg. Τα αέρια είναι εφικτό να υγροποιηθούν μέσω της αύξησης της πίεσης, της πτώσης της θερμοκρασίας ή και με τον συνδυασμό των 2. Παραδείγματα Αερίων αποτελούν το μονοξείδιο του άνθρακα, τα οξείδια αζώτου κ.α (CCOHS,2022).

Οι *Ατμοί* αποτελούν χημικές ουσίες οι οποίες βρίσκονται σε αέρια κατάσταση, και μετατρέπονται στην υγρή τους μορφή σε θερμοκρασία 25°C και πίεση βαρομετρική στα 760 mmHg. Οι χημικές ουσίες που βρίσκονται σε υγρή μορφή έχουν μια αναλογία μορίων φυσιολογικά με εκείνες που βρίσκονται σε αέρια μορφή. Η αναλογία αυτή είναι εφικτό να αυξηθεί μέχρι την ολοκληρωμένη μετατροπή τους σε Αέρια-Ατμοί, διαμέσου της ελάττωσης της πίεσης, της αύξησης της θερμοκρασίας ή και με τον συνδυασμό των 2. Άρα ως Ατμοί ορίζονται τα Αέρια που βρίσκονται κοντά στο σημείο συμπύκνωσης όπως είναι οι ατμοί βενζολίου, αιθανόλης, τριχλωροαιθανίου κ.α(CCOHS,2022).

Οι *Σκόνες* αποτελούν σωματίδια που βρίσκονται σε στερεή μορφή και είναι διασκορπισμένα στον αέρα. Παράγονται μέσα από μια μεγάλη μάζα ενός συγκεκριμένου υλικού το οποίο έχει υποστεί μια φυσική διαδικασία διάσπασης όπως είναι το τρίψιμο και η σύνθλιψη. Τα σωματίδια αυτά καθιζάνουν με την επίδραση της βαρύτητας με σταθερή ταχύτητα, η οποία είναι αντιστρόφως

ανάλογη της επιφάνειας των σωματιδίων και ανάλογη της πυκνότητάς τους. Η διάμετρος των σωματιδίων σκόνης κυμαίνεται από 100 μέχρι και μικρότερη από 1μm, με όσα να εμφανίζουν διάμετρο μεγαλύτερη των 25μm να αδυνατούν να παραμένουν στον αέρα. Στην επαγγελματική υγιεινή μεγαλύτερο ενδιαφέρον εμφανίζουν τα σωματίδια με αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10 μm, γιατί μπορούν να εισβάλλουν και στο ανώτερο αλλά και στο κατώτερο αναπνευστικό σύστημα και να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία των εργαζόμενων. Αξιοσημείωτα παραδείγματα σκόνης αποτελούν η σκόνη βάμβακος, η σκόνη άνθρακα, η κρυσταλλική σκόνη πυριτίου κ.α (CCOHS,2022).

Οι *Ίνες* αποτελούν μια ιδιόμορφη κατηγορία σκόνης με ιδιαίτερα φυσικά χαρακτηριστικά. Χαρακτηρίζονται ως ίνες τα σωματίδια που διαθέτουν αναλογία μήκους προς πλάτος μεγαλύτερη από 3:1. Παραδείγματα ινών αποτελούν οι ίνες υαλοβάμβακα, οι ίνες αμιάντου κ.α (CCOHS,2022).

Οι *Καπνοί* (Fumes) αποτελούν σωματίδια που βρίσκονται σε στερεή μορφή τα οποία έχουν διάμετρο μικρότερη από 1μm. Τα σωματίδια αυτά προέρχονται κυρίως από μέταλλα τα οποία θερμαίνονται σε υψηλές θερμοκρασίες, για να είναι εφικτή η υγροποίησή τους και να εμφανίσουν υψηλή τάση ατμών στην θερμή επιφάνεια του υγρού, άρα για να εξατμιστούν. Μετά την εξάτμιση γίνεται η συμπύκνωση των ατμών με σχηματισμό σωματιδίων που προκύπτουν από πολύ λεπτό διαμερισμό. Ο σχηματισμός συνοδεύεται από την οξειδωση και για τον λόγο αυτό ανιχνεύονται στα σωματίδια οι οξειδωμένες μορφές (οξειδία μετάλλων). Τα οξειδία Ψευδαργύρου και Μόλυβδου αποτελούν παραδείγματα Καπνών. Οι καπνοί είναι πολύ επικίνδυνοι όταν εκτίθεται ο εργαζόμενος σε αυτούς κατά τη διάρκεια της δημιουργίας τους (CCOHS,2022).

Οι *Καπνοί* (Smokes) αποτελούν σωματίδια τα οποία προκύπτουν από ατελή καύση υλικών που περιέχουν μέσα άνθρακα όπως είναι το ξύλο και το κάρβουνο (CCOHS,2022).

Οι *Ομίχλες* αποτελούν σταγονίδια χημικών ουσιών τα οποία μεταφέρονται διαμέσου του αέρα, και σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος εντοπίζονται σε υγρή μορφή. Οι ομίχλες είναι πιθανό να σχηματιστούν από συμπύκνωση ατμών ή

από ψεκασμό υγρών. Η ομίχλη χρωμικού οξέος και η ομίχλη λαδιών αποτελούν ενδεικτικά παραδείγματα (CCOHS,2022).

Τα Υγρά αποτελούν χημικές ουσίες που βρίσκονται σε υγρή μορφή σε θερμοκρασία 25°C και πίεση βαρομετρική στα 760 mmHg. Παραδείγματα υγρών αποτελούν τα εντομοκτόνα και οι διαλύτες (Χαλβατζής, 2003).

Αναπνεύσιμα σωματίδια ορίζονται τα σωματίδια στερεής, υγρής ή και αέριας μορφής που μπορούν να εισέλθουν στους πνεύμονες διαμέσου της εισπνοής. Τα σωματίδια αυτά έχουν συνήθως αεροδυναμική διάμετρο μικρότερη των 10μm και δεν είναι ορατά με γυμνό οφθαλμό. Τα σωματίδια με διάμετρο 10-100μm εισέρχονται μέσω της εισπνοής αλλά παγιδεύονται κυρίως στο ανώτερο αναπνευστικό σύστημα (Χαλβατζής,2003)

1.2 Παράγοντες Επικινδυνότητας Χημικών Ουσιών

Οι παράγοντες οι οποίοι καθιστούν τις χημικές ουσίες επικίνδυνες και είναι εφικτό να επηρεάσουν αρνητικά την υγεία των εργαζόμενων είναι (Χαλβατζής, 2003):

- Η δόση ή η ποσότητα της χημικής ουσίας
- Η τοξικότητα της χημικής ουσίας
- Ο τρόπος απομάκρυνσης της χημικής ουσίας από τον ανθρώπινο οργανισμό
- Η οδός εισόδου στον ανθρώπινο οργανισμό
- Διάφορες Βιολογικές Μεταβλητές

1.2.1 Η δόση ή Η ποσότητα της χημικής ουσίας

Αποτελεί τον πιο σημαντικό παράγοντα που καθορίζει την επικινδυνότητα της χημικής ουσίας. Η ποσότητα της χημικής ουσίας μπορεί να έχει τοξικές ή επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και εξαρτάται από το είδος της. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι το νερό, που ενώ είναι μια ακίνδυνη ουσία αν ληφθεί σε πολύ μεγάλες ποσότητες μπορεί να αποτελέσει θανατηφόρο για τον ανθρώπινο οργανισμό (Χαλβατζής,2003).

1.2.2 Η τοξικότητα της χημικής ουσίας

Η τοξικότητα αποτελεί ένα μέτρο μέτρησης της ικανότητας μια χημικής ουσίας να προκαλέσει τοξικές ή επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Οι χημικές ουσίες που δεν είναι ιδιαίτερα τοξικές μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία αν ληφθούν σε μεγαλύτερες δόσεις. Ουσιαστικά η τοξικότητα μιας χημικής ουσίας είναι η ποσότητα ή η δόση που εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό που καθορίζει αν θα υπάρξουν τοξικά αποτελέσματα (Χαλβατζής,2003).

1.2.3 Ο τρόπος απομάκρυνσης της χημικής ουσίας από τον ανθρώπινο οργανισμό

Ορισμένες από τις χημικές ουσίες που εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό κατά τη διάρκεια της εργασίας, αποβάλλονται αμετάβλητες. Άλλες μεταβολίζονται και τα παράγωγά τους μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο τοξικά από την αρχική χημική ουσία. Υπάρχουν χημικές ουσίες οι οποίες παραμένουν σε όργανα του σώματος για σύντομο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια αποβάλλονται. Οι περισσότερες όμως ουσίες και τα προϊόντα μεταβολισμού τους αποβάλλονται διαμέσου των κοπράνων, των ούρων, του ιδρώτα ή και με τον εκπνεόμενο αέρα. Υπάρχουν όμως παραδείγματα χημικών ουσιών όπως ο γραφίτης ή η πυριτική σκόνη οι οποίες εισέρχονται μέσω της εισπνοής και παραμένουν στις πνεύμονες και προκαλούν φλεγμονές και δεν απομακρύνονται ποτέ ολοκληρωτικά. Γενικά όμως ισχύει ότι όταν μια χημική ουσία εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό, εμφανίζει σημαντικά λιγότερες πιθανότητες να προκαλέσει ασθένεια όταν αποβάλλεται απευθείας μέσω των ούρων, των κοπράνων ή και του ιδρώτα ή ο οργανισμός τη μεταβολίζει τη χημική ουσία και τη μετατρέπει σε λιγότερο τοξικά παράγωγα (Χαλβατζής,2003).

1.2.4 Οδοί Εισόδου στον Ανθρώπινο Οργανισμό

Οι χημικές ουσίες αποτελούν κίνδυνο για τον άνθρωπο όταν έρχονται σε επαφή με αυτόν. Ο πιο κοινός τρόπος για να εκτεθούν σε αυτό οι εργαζόμενοι είναι διαμέσου της εισπνοής. Ορισμένες ουσίες μπορούν να εισέλθουν μέσω του δέρματος ή των οφθαλμών. Υπάρχουν και άλλοι λιγότερο επικίνδυνοι τρόποι εισόδου των χημικών ουσιών όπως είναι οι διεργασίες στις οποίες

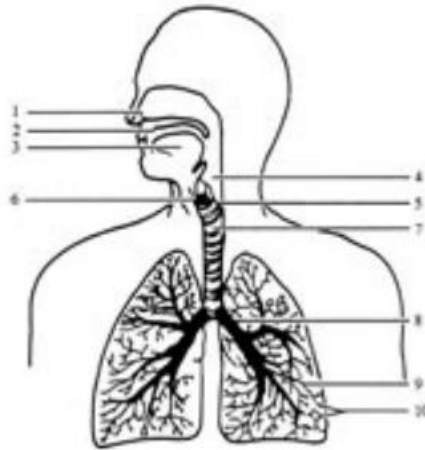
συμμετέχει το πεπτικό σύστημα, δηλαδή η κατανάλωση τροφίμου ή νερού (CCOHS,2022).

1.2.4.1 Είσοδος διαμέσου του Αναπνευστικού Συστήματος

Οι χημικές ουσίες οι οποίες εμφανίζονται με τη μορφή καπνών, ατμών, σκόνης, ινών, αερίων καθώς και ομιχλών είναι εφικτό να εισβάλλουν στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου. Ο επιβαρυσμένος αέρας του εργασιακού χώρου, διαμέσου της αναπνοής από την στοματική και την ρινική κοιλότητα μπορεί να καταλήξει στους πνεύμονες. Το άτομο εισπνέει και εκπνέει γύρω στις 12 φορές το λεπτό και εισέρχεται στους πνεύμονες σε κάθε εισπνοή 500 ml αέρα. Ο εργαζόμενος όμως εισπνέει κατά τη διάρκεια εργασίας του περισσότερο από 6 L αέρα το λεπτό. Άρα κατά τη διάρκεια μιας οκτάωρης εργασίας ο εργαζόμενος εισπνέει παραπάνω από 2800L , ενώ αν είναι 8ωρη επίπονη εργασία ξεπερνάει και τα 10000L αέρα που εισέρχονται μέσα στους πνεύμονες (CCOHS,2022).

Ο αέρας που εισβάλλει στον άνθρωπο ξεκινάει τη διαδρομή του από τη μύτη όπου εκεί φιλτράρεται στα τριχίδια της, όπου και εκεί συγκρατούνται τα μεγάλα στερεά σωματίδια. Επιπρόσθετα στη μύτη υπάρχουν οι χόνδροι, οι οποίοι συμβάλλουν στον στροβιλισμό του αέρα. Αυτό το στριφογύρισμα συμβάλλει στον εγκλωβισμό των μεγάλων στερεών σωματιδίων και στην εσωτερική βλέννα. Στη συνέχεια ο αέρας εισέρχεται στον φάρυγγα, ο οποίος διαιρείται σε 2 σωλήνες που είναι ο οισοφάγος που οδηγεί τη τροφή στο στομάχι και ο άλλος ονομάζεται τραχεία που οδηγεί στους πνεύμονες. Ο αέρας που εισπνέεται οδηγείται στη τραχεία και από εκεί καταλήγει στους βρόγχους, οι οποίοι είναι πολύ λεπτοί, και οδηγούνται στα βρογχιόλια που εκεί είναι οι θύλακες αέρος με λεπτά τοιχώματα. Ο κάθε θύλακας ονομάζεται κυψελίδα και εντοπίζονται αρκετές χιλιάδες στους πνεύμονες. Τα τοιχώματα των κυψελίδων φέρνουν τριχοειδή αγγεία και είναι αρκετά λεπτά (CCOHS,2022).

1. Οστά και χόνδρινος ιστός στη μύτη που κάνουν τον εισπνεόμενο αέρα να στροβιλιίζεται και τα μεγάλα σωματίδια να εναποτίθενται.
2. Στόμα – δεν διαθέτει σύστημα φιλτραρίσματος
3. Γλώσσα
4. Φάρυγγας
5. Οισοφάγος-σωλήνας που οδηγεί στο στομάχι
6. Είσοδος της τραχείας
7. Τραχεία-σωλήνας που οδηγεί στους πνεύμονες
8. Βρόγχοι
9. Βρογχόλιο
10. Κυψελίδες στο τέλος κάθε βρογχικού κλάδου



Εικόνα 1: Οδοί Εισόδου του εισπνεόμενου αέρα μέχρι την περιοχή των πνευμόνων (CCOHS,2022)

Το οξυγόνο το οποίο εισέρχεται από τον αέρα μέσα στους πνεύμονες διαπερνά τις κυψελίδες και περνάει διαμέσου των τριχοειδών αιμοφόρων αγγείων μέσα στο αίμα. Τα αέρια, οι ατμοί και οι ομίχλες είναι εφικτό να διαπεράσουν τις κυψελίδες, να εισέλθουν στο αίμα και να διανεμηθούν σε ολόκληρο τον οργανισμό. Η βλέννα που εμφανίζεται μέσα στους αεραγωγούς, ένα κολλώδες πυκνό υγρό, συμβάλλει στη μείωση σε σημαντικό βαθμό της συγκέντρωσης των χημικών ουσιών που εισέρχονται στις κυψελίδες. Οι βλεφαρίδες, τα οποία είναι λεπτά τριχίδια που ανιχνεύονται στο εσωτερικό των αγωγών και βοηθούν στην μετακίνηση της βλέννας στη περιοχή του λαιμού. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα μπορούν να διαλυθούν αρκετά είδη αερίων, ατμών και ομιχλών σε αυτή τη βλέννα πριν φτάσει στις κυψελίδες. Τα πολύ μικρότερα σωματίδια αυτά που δεν είναι δηλαδή ορατά με γυμνό οφθαλμό δεν μπορούν να παγιδευτούν στην βλέννα και εισέρχονται στους αεραγωγούς και διαπερνάνε τις κυψελίδες (CCOHS,2022).

Υπάρχουν τύποι σκόνης που μπορούν να καταστρέψουν τα γύρω κυψελιδικά τοιχώματα, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση ουλών στις κυψελίδες και να επηρεαστεί έτσι σε μεγάλο βαθμό η ικανότητα των πνευμόνων να παρέχουν οξυγόνο σε ολόκληρη τη κυκλοφορία αίματος. Ορισμένα αλκάλια, οξέα και οργανικές χημικές ενώσεις όταν εισπνευστούν από τους εργαζόμενους και μάλιστα σε πολύ μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκληθεί σοβαρό και

ανεπανόρθωτο έγκαυμα σε στόμα, μύτη, τραχεία, βρόγχους και πνεύμονες(CCOHS,2022).

1.2.4.2 Είσοδος διαμέσου του Δέρματος

Οι χημικές ενώσεις οι οποίες εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό διαμέσου του δέρματος είναι στη πλειοψηφία τους σε υγρή μορφή. Χημικές ουσίες οι οποίες είναι σε στερεή ή αέρια κατάσταση δεν εισέρχονται στον οργανισμό εκτός και αν πρώτα διαλυθούν στην υγρασία που διαθέτει φυσιολογικά το ανθρώπινο δέρμα. Το δέρμα αποτελείται από 2 στρώματα, το εξωτερικό που ονομάζεται επιδερμίδα και το εσωτερικό που είναι το δέρμα. Η επιδερμίδα αποτελείται από σειρές πιεσμένων κυττάρων, οι οποίες συμβάλλουν στην παρεμπόδιση της εισόδου του νερού, των μολύνσεων καθώς και ορισμένων χημικών ουσιών. Αυτό το φράγμα που σχηματίζεται εξωτερικά του δέρματος ονομάζεται κερατίνη. Η κερατίνη διαθέτει μια σειρά από λίπη και ουσίες που απορροφούν με μεγάλη ευκολία χημικές ουσίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως διαλύτες για λίπη, λάδια και λιπαντικά (CCOHS,2022).

Χημικές ουσίες οι οποίες είναι κατά βάση αλκαλικές ή οργανικές μπορούν να μαλακώσουν τη στοιβάδα κερατίνης και να εισέλθουν στο δέρμα και από εκεί μέσω των φλεβών να περάσουν σε ολόκληρη τη κυκλοφορία αίματος, όπως είναι το βενζόλιο και ο τριχλωράνθρακας. Σε περιοχές του σώματος όπου εμφανίζεται έντονη τριχοφυΐα είναι πολύ εύκολο να εισέλθουν οι χημικές ουσίες μέσω των θυλάκων των τριχών. Εάν κατά την εργασία προκύψουν μικροτραυματισμοί όπως είναι τα γρατζουνίσματα, τα σκασίματα, μπορούν εύκολα να εισέλθουν μέσα στο δέρμα οι χημικές ουσίες. Η ξηρότητα του δέρματος μπορεί να προκληθεί ύστερα από επαφή του εργαζόμενου με απορρυπαντικές ουσίες. Τέλος μερικές χημικές ουσίες είναι τόσο διαβρωτικές, που ενδέχεται να επιτρέψουν την είσοδο άλλων χημικών ουσιών ή και τη δημιουργία μόλυνσης στον ανθρώπινο οργανισμό (CCOHS,2022).

1.2.4.3 Είσοδος διαμέσου του Πεπτικού Συστήματος

Οι χημικές ουσίες κάθε μορφής μπορεί να εισέλθουν στον ανθρώπινο οργανισμό διαμέσου του πεπτικού συστήματος. Συγκεκριμένα αυτό επιτυγχάνεται μέσω της κατανάλωσης μολυσμένου τροφίμου ή νερού ή με τη κατάποση μολυσμένης βλέννας, η οποία έχει αποβληθεί από τους πνεύμονες. Η κατανάλωση γεύματος στον εργασιακό χώρο είναι πολύ εύκολο να επιμολυνθεί με διάφορες χημικές ουσίες, όπως και επίσης το κάπνισμα ή το φάγωμα των νυχιών στην εργασία οδηγούν στην κατάποση των ουσιών οι οποίες περνάνε από τον οισοφάγο στο στομάχι, όπου εκεί χωνεύεται η τροφή και διαλύεται στο γαστρικό οξύ που υπάρχει. Η αιθυλική αλκοόλη είναι παράδειγμα ουσίας η οποία μπορεί να περάσει από το στοματικό τοίχωμα να μπει στη κυκλοφορία του αίματος. Στη συνέχεια από το στομάχι η τροφή περνάει στις λάχνες του λεπτού εντέρου και διασπάται πλήρως και αποβάλλονται διαμέσου των κοπράνων χωρίς να προκληθεί κάποια βλάβη. Παρόλα αυτά υπάρχουν και πάλι χημικές ουσίες οι οποίες μπορούν να διαπεράσουν τις λάχνες και να εισέλθουν στη κυκλοφορία του αίματος. Τέλος ορισμένα αλκάλια, οξέα και οργανικές ενώσεις αν τις καταπιεί ο εργαζόμενος σε πολύ μεγάλες δόσεις μπορεί να προκληθεί έγκαυμα σε διάφορα σημεία του πεπτικού του συστήματος (CCOHS,2022).

1.2.5 Διάφορες Βιολογικές Μεταβλητές

Ουσιαστικά βιολογικές μεταβλητές ορίζονται τα ποικίλα χαρακτηριστικά του ανθρώπινου οργανισμού ο οποίος εκτίθεται σε χημικές ουσίες και μπορούν να επηρεάσουν τη τοξικότητα και τον βαθμό σοβαρότητας τους. Σε αυτά ανήκουν συνήθως το φύλο, η ηλικία, το σωματικό βάρος (CCOHS,2022).

1.3 Ταξινόμηση χημικών ουσιών βάσει των ιδιοτήτων τους

Με βάση τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες οι χημικές ουσίες ταξινομούνται σε (EU-OSHA,2003):

- Εύφλεκτες Ουσίες
- Πολύ Εύφλεκτες Ουσίες
- Εξαιρετικά Εύφλεκτες Ουσίες
- Εκρηκτικές Ουσίες
- Οξειδωτικές Ουσίες
- Αέριες Ουσίες

Ως *Εύφλεκτες Ουσίες* ορίζουμε τις ουσίες οι οποίες διαθέτουν πολύ χαμηλό σημείο ανάφλεξης (EU-OSHA,2003)



Εικόνα 2: Σήμανση Εύφλεκτων Ουσιών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2019)

Ως *Πολύ Εύφλεκτες Ουσίες* ορίζουμε τις ουσίες και τα παρασκευάσματα τα οποία α) μπορούν να ανεβάσουν θερμοκρασία μέσω της θέρμανσης και να αναφλεγούν στον αέρα χωρίς κάποια παροχή εξωτερικής ενέργειας, β) μπορούν να αναφλεγούν εύκολα σε στερεή κατάσταση μετά από την επίδραση μια πηγής ανάφλεξης σε σύντομο χρονικό διάστημα, γ) μπορούν να αναφλεγούν σε υγρή κατάσταση με χαμηλό σημείο ανάφλεξης, δ) όταν έρχονται σε επαφή με το νερό ή τον αέρα μπορούν να αποβάλλουν επικίνδυνα και τοξικά αέρια (EU-OSHA,2003)

Ως *Εξαιρετικά Εύφλεκτες Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες που διαθέτουν πάρα πολύ χαμηλό σημείο ανάφλεξης και σημείο ζέσεως αλλά και αέριες ουσίες οι οποίες

αναφλέγονται στον αέρα σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης (EU-OSHA,2003)

Ως *Εκρηκτικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες που μπορούν να αντιδράσουν μόνες τους ως χημικοί παράγοντες σε αέρια με σχετικά υψηλή θερμοκρασία και με τόση πίεση και σε τόση ταχύτητα η οποία μπορεί να καταστρέψει ολοσχερώς τα γύρω αντικείμενα. Η έναρξη της αντίδρασης μπορεί να επιτευχθεί διαμέσου της θέρμανσης , της τριβής η και της πίεσης. Η σοβαρότητα της αντίδρασης εξαρτάται από το εκρηκτικό υλικό καθώς και από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. 4 είδη φαινομένων μπορούν να συμβούν από εκρηκτικές ουσίες, Η εκτίναξη η αλλιώς ο κίνδυνος θραύσματα, η διάδοση μετώπου πίεσης, η δημιουργία υψηλής θερμοκρασίας καθώς και η δημιουργία κρουστικού κύματος. Τα εκρηκτικά ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες (Schnepp,1999):

- A) Εκρηκτικά με κίνδυνο από τη μάζα τους
- B) Εκρηκτικά με κίνδυνο από τα βλήματα που εκτοξεύουν
- C) Εκρηκτικά που δημιουργούν κίνδυνο πυρκαγιάς
- D) Εκρηκτικά χωρίς ουσιαστικό κίνδυνο πυροδότησης
- E) Πολύ ευαίσθητα εκρηκτικά
- F) Εξαιρετικά ευαίσθητες εκρηκτικές ουσίες.

Γενικότερα τα εκρηκτικά απαιτούν ειδικό χώρο φύλαξης και να παραμένουν μακριά από πιθανές πηγές πυροδότησης. Δεν θα πρέπει να υπάρχουν επιπλέον κοντά σε αυτά ηλεκτρικά κυκλώματα (πχ.πρίζες) καθώς και σπινθήρες (Schnepp,1999).



Εικόνα 3: Σήμανση Εκρηκτικών Ουσιών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019)

Ως *Οξειδωτικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες προκαλούν εξώθερμη αντίδραση όταν έρθουν σε επαφή μαζί με άλλες ουσίες και ιδιαίτερα με εύφλεκτες (EU-OSHA,2003).



Εικόνα 4: Σήμανση Οξειδωτικών Ουσιών (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2012)

Ως *Αέριες Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες με συνήθη θερμοκρασία και πίεση και τείνουν να καταλαμβάνουν τον χώρο που είναι διαθέσιμος. Τα αέρια διαφέρουν από τα στερεά και τα υγρά επειδή το ιξώδες τους είναι μικρότερο και έχει ελαφρύτερα μόρια. Τα αέρια μπορούν να είναι τοξικά, οξειδωτικά, αναφλέξιμα ή και μη αναφλέξιμα μέχρι και ραδιενεργά. Υπάρχουν 3 διαφορετικές κατηγορίες αερίων (Schnepp,1999):

- Τα πιεσμένα αέρια (φυλάσσονται σε οβίδες υπό υψηλή πίεση)
- Τα υγροποιημένα αέρια (Πρόκειται για αέρια που μπορούν να υγροποιηθούν εύκολα όπως το προπάνιο με συμπίεση και ψύξη καθώς και για τα μόνιμα αέρια όπως είναι το ήλιο που μπορούν να υγροποιηθούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες).
- Τα κρυογενικά αέρια(Πρόκειται για αέρια που υγροποιούνται μέσω της ψύξης και συγκεκριμένα κάτω από το σημείο βρασμού τους και παραμένουν σε αυτή τη θερμοκρασία. Διαθέτουν ένα ιδιόμορφο δοχείο φύλαξης με μορφή κυλίνδρου που λειτουργεί ως θερμός. Διαθέτει επάργυρα τοιχώματα για να επιτευχθεί η συγκεκριμένη θερμοκρασία υγροποίησης (Schnepp,1999).



Εικόνα 5: Σήμανση Πεπιεσμένων Αέριων Ουσιών, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2012)

1.4 Ταξινόμηση Χημικών Ουσιών με βάση την επίπτωσή τους στον άνθρωπο

Ανάλογα με το πως επιδράνε οι χημικές ουσίες στον ανθρώπινο οργανισμό ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες (EU-OSHA,2003):

- Τοξικές Ουσίες
- Πολύ Τοξικές Ουσίες
- Επιβλαβείς Ουσίες
- Διαβρωτικές Ουσίες
- Ερεθιστικές Ουσίες
- Καρκινογόνες Ουσίες
- Μεταλλαξινογόνες Ουσίες
- Τοξικές στην αναπαραγωγή Ουσίες

Ως *Τοξικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες ή τα παρασκευάσματα τα οποία όταν τα εισπνεύσει, καταπιεί ο εργαζόμενος ή διαπεράσουν το δέρμα του μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες ή και οξείες βλάβες στην υγεία του ή μέχρι και θάνατο (EU-OSHA,2003).



Εικόνα 6: Σήμανση Τοξικών Ουσιών, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2012)

Ως *Πολύ Τοξικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες ή τα παρασκευάσματα τα οποία όταν τα εισπνεύσει, καταπιεί ο εργαζόμενος ή διαπεράσουν το δέρμα του ακόμα και σε πολύ μικρές ποσότητες μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες ή και οξείες βλάβες στην υγεία του ή μέχρι και θάνατο (EU-OSHA,2003).

Ως *Επιβλαβείς Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες ή τα παρασκευάσματα τα οποία όταν τα εισπνεύσει, καταπιεί ο εργαζόμενος ή διαπεράσουν το δέρμα του μπορούν να προκαλέσουν σε φυσιολογικές ποσότητες μπορούν να προκαλέσουν χρόνιες ή και οξείες βλάβες του ή μέχρι και θάνατο (EU-OSHA,2003).

Ως *Διαβρωτικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες όταν έρθουν σε επαφή με τους ζώντες ιστούς του οργανισμού του εργαζόμενου, τους καταστρέφουν (EU-OSHA,2003).

Ως *Ερεθιστικές Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες δεν είναι διαβρωτικές αλλά με παρατεταμένη επαφή ή συνεχόμενη με το δέρμα και τους βλεννογόνους, και να προκληθεί υπερευαισθητοποίηση στο δέρμα και να εμφανιστούν οι επιβλαβείς επιπτώσεις (EU-OSHA,2003)



Εικόνα 7: Σήμανση Διαβρωτικών Ουσιών, (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2012)

Ως *Καρκινογόνες Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες όταν εισπνέονται, καταπίνονται από τον εργαζόμενο ή εισέρχονται στο δέρμα του είναι πιθανό να προκαλέσουν καρκίνο ή να αυξήσουν την συχνότητα του (EU-OSHA,2003).

Ως *Μεταλλαξινογόνες Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες όταν εισπνέονται, καταπίνονται από τον εργαζόμενο ή εισέρχονται στο δέρμα του είναι πιθανό να προκαλέσουν γενετικά ελαττώματα ή να αυξήσουν την συχνότητα τους (EU-OSHA,2003).

Ως *Τοξικές στην αναπαραγωγή Ουσίες* ορίζονται οι ουσίες οι οποίες όταν εισπνέονται, καταπίνονται από τον εργαζόμενο ή εισέρχονται στο δέρμα του είναι πιθανό να προκαλέσουν μη κληρονομικές επιβλαβείς επιπτώσεις στους απογόνους ή να επιδράσουν δυσμενώς στις αναπαραγωγικές ικανότητες και των 2 φύλων (EU-OSHA,2003).



Εικόνα 8: Σήμανση Ουσιών επικίνδυνων για την υγεία (Καρκινογόνες, Μεταλλαξινογόνες, Τοξικές για την Αναπαραγωγή), (Ευρωπαϊκή Επιτροπή,2012)

Κεφάλαιο 2^ο Νομοθετικό Πλαίσιο Επικίνδυνων Ουσιών και Εκτίμηση Κινδύνου στον Εργασιακό Χώρο

2.1 Νομοθετικό Πλαίσιο Επικίνδυνων Ουσιών

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Υγεία και την Ασφάλεια στην Εργασία έχει θεσπίσει μια σειρά από νόμους, και έχει δημιουργηθεί μια πλήρης νομοθεσία η οποία έχει σαν στόχο τον έλεγχο και τη μείωση των κινδύνων για την ασφάλεια και την υγεία στον εργασιακό χώρο. Όσον αφορά τις επικίνδυνες ουσίες οι βασικές οδηγίες που έχουν θεσπιστεί για την υγεία και την ασφάλεια στην εργασία είναι (EU-OSHA,2018):

- **Οδηγία 98/24/ΕΚ (αποτελεί την οδηγία για τους χημικούς παράγοντες Chemical Agents Directive- CAD).** Η συγκεκριμένη οδηγία θεσπίστηκε την 7^η Απριλίου του 1998. Καθορίζει ορισμένες προδιαγραφές οι οποίες έχουν ως στόχο να προφυλάξουν τους εργαζόμενους από μια πληθώρα κινδύνων για την υγεία και την ασφάλειά τους, που προέρχονται κυρίως από χημικούς παράγοντες οι οποίοι ανιχνεύονται στον εργασιακό χώρο είτε ως προυπάρχουσες είτε ως αποτελέσματα διαφόρων διεργασιών μέσα στον χώρο. Εφαρμόζεται μόνο όταν υπάρχουν επικίνδυνοι χημικοί παράγοντες.
- **Οδηγία 2004/37/ΕΚ (αποτελεί την οδηγία για τους καρκινογόνους και μεταλλαξινογόνους παράγοντες Carcinogens and Mutagens Directive-CMD).** Η συγκεκριμένη οδηγία θεσπίστηκε την 29^η Απριλίου του 2004. Εφαρμόζεται κυρίως σε δραστηριότητες στις οποίες εκτίθενται οι εργαζόμενοι σε μια πληθώρα καρκινογόνων ή και μεταλλαξινογόνων παραγόντων. Είναι απαραίτητο για κάθε δραστηριότητα που εμφανίζει κίνδυνο έκθεσης για τον εργαζόμενο να γίνεται άμεσος προσδιορισμός του βαθμού, της φύσης καθώς και την χρονική διάρκεια στην οποία εκτίθεται ο εργαζόμενος.
- **Οδηγία 89/391/ΕΟΚ (αποτελεί την οδηγία-πλαίσιο για την υγεία και ασφάλεια στην εργασία).** Η συγκεκριμένη οδηγία θεσπίστηκε την 19^η Οκτωβρίου του 1992. Κυρίως αποσκοπεί στην προστασία των εργαζόμενων από κινδύνους οι οποίοι προκαλούνται στον εργασιακό χώρο, ύστερα από έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες.

2.2. Εκτίμηση Κινδύνων στον Εργασιακό Χώρο

Η νομοθεσία σε όλα τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναφέρει ότι η πρόληψη ατυχημάτων και κινδύνων της υγείας των εργαζόμενων απαιτείται η εκτίμηση των κινδύνων στους εργασιακούς χώρους. Είναι αναγκαίο να γίνεται ο διαχωρισμός των σταδίων της διαδικασίας εκτίμησης των κινδύνων για να μπορέσει να ολοκληρωθεί με μεγαλύτερη ευκολία. Η εκτίμηση των κινδύνων ύστερα από έκθεση σε επικίνδυνες ουσίες περιλαμβάνει τα εξής επτά στάδια (EU-OSHA,2018):

1. Να γίνεται η κατάρτιση ενός καταλόγου με τις επικίνδυνες ουσίες που χρησιμοποιούνται στον εργασιακό χώρο, όπως και ένας κατάλογος με τις χημικές ουσίες που παράγονται διαμέσου των παραγωγικών διαδικασιών, όπως είναι οι διάφορες σκόνες που προκύπτουν από τρόχισμα πετρωμάτων, λιθωμάτων, ξύλου ή και μετάλλων.
2. Να γίνεται η συλλογή των δεδομένων που διαθέτουν οι επικίνδυνες ουσίες, μέσω των δελτίων ασφαλείας που έχουν.
3. Να αξιολογούνται οι ουσίες που έχουν χαρακτηριστεί ως επικίνδυνες με βάση τον τύπο, την διάρκεια έκθεσης καθώς και την ένταση που έχουν.
4. Να γίνεται η κατάρτιση ενός σχεδίου δράσης, στο οποίο θα έχουν καταγραφεί βάσει προτεραιότητας τα μέτρα πρόληψης των κινδύνων στους οποίους εκτίθενται οι εργαζόμενοι. Θα πρέπει να γίνει ο προσδιορισμός του ατόμου που θα λάβει τα μέτρα, του τρόπου καθώς και του χρόνου που θα γίνει η λήψη αυτή.
5. Να λαμβάνονται υπόψη και οι εργαζόμενοι που διατρέχουν ιδιαίτερο κίνδυνο και να προσδιορίζονται και τα ανάλογα μέτρα για την προστασία τους ή και την κατάρτιση επιπλέον πληροφοριών και επιπρόσθετης εκπαίδευσης. Επιπρόσθετα οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν σε επικίνδυνες ουσίες κατά την εκτέλεση εργασιών συντήρησης ή και επισκευής ή και σε ενδιάμεσα προϊόντα κατά τη διάρκεια μιας παραγωγικής διαδικασίας.
6. Να γίνεται συχνός έλεγχος και αναθεώρηση καθώς και επικαιροποίηση της μελέτης εκτίμησης κινδύνου

7. Να γίνεται αξιολόγηση του αντίκτυπου των εφαρμοζόμενων μέτρων προστασίας και πρόληψης και να αναθεωρείται όποια βελτίωση ή τροποποίηση γίνεται πάνω στα μέτρα αυτά.

2.3 Η αρχή STOP

Μια ιεραρχία μέτρων για την πρόληψη ή τη μείωση της έκθεσης των εργαζόμενων στις επικίνδυνες ουσίες έχει θεσπιστεί από την ευρωπαϊκή νομοθεσία για την υγεία και την ασφάλεια των εργαζόμενων. Αυτή η ιεραρχία ονομάζεται ως αρχή **STOP**:

S= Substitution (Υποκατάσταση)/ πλήρης εξάλειψη μιας επικίνδυνης ουσίας

T= Technological Measures (Τεχνολογικά Μέτρα)

O= Organizational Measures (Οργανωτικά Μέτρα)

P= Personal Protective Measures (Μέτρα Ατομικής Προστασίας)

Σε περίπτωση που μια ουσία δεν μπορεί να εξαιρεθεί ή να υποκατασταθεί τότε η έκθεση σε αυτή μπορεί να περιοριστεί με βάση μια σειρά προληπτικών μέτρων όπως είναι (EU-OSHA,2018):

- Ο εγκλεισμός της ουσίας ή περικλείση της διεργασίας της ουσίας που λαμβάνει χώρα, με κύριο σκοπό την αποφυγή εκπομπών όπως συμβαίνει στη περίπτωση των ανοικτών λουτρών καθαρισμού
- Η χρήση τεχνικών οι οποίες να μειώνουν σε σημαντικό βαθμό τη συγκέντρωση της επικίνδυνης ουσίας στη ζώνη έκθεσης, όπως είναι για παράδειγμα η χρήση της εμβάπτισης αντί του ψεκασμού
- Η χρήση οργανωτικών μέτρων όπως είναι η απασχόληση μικρότερου αριθμού εργαζόμενων που εκτίθενται στην επικίνδυνη ουσία μέσω του πιο άρτιου διαχωρισμού του εργασιακού χώρου ή της ελαχιστοποίησης του χρόνου έκθεσης στην επικίνδυνη ουσία.

Κεφάλαιο 3^ο- Φράσεις H/EUH/P

1.1 Φράσεις H

Οι Φράσεις H (Hazard Statement), οι οποίες αποδίδονται σε μια συγκεκριμένη κατηγορία κινδύνου, οι οποίες ταυτόχρονα περιγράφουν την φύση του κινδύνου που τίθεται από μια επικίνδυνη ουσία ή και μείγμα, και σε ορισμένες περιπτώσεις τον βαθμό του κινδύνου. Η Λίστα με τις φράσεις H παρατίθενται στο παράρτημα I (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

1.2 Πληροφορίες Επικινδυνότητας Χημικών Ουσιών (EUH)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θεσπίσει μια επιπλέον λίστα με επιπρόσθετες φράσεις, οι οποίες είναι συμπληρωματικές πληροφορίες επικινδυνότητας (EUH) των χημικών ουσιών. Ταξινομούνται σε 3 ενότητες, με βάση τις φυσικές ιδιότητες της χημικής ουσίας, τις ιδιότητες που επηρεάζουν την υγεία του ανθρώπινου οργανισμού και τα συμπληρωματικά στοιχεία επισήμανσης πληροφόρησης για ορισμένες ουσίες και μείγματα. Η Λίστα με τις φράσεις EUH παρατίθενται στο παράρτημα I (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

1.3 Φράσεις P

Σύμφωνα με το GHS-CLP οι φράσεις προφύλαξης (Φράσεις P-P Phrases), αποτελούν βασικά στοιχεία για την επισήμανση των χημικών ουσιών μαζί με :

- ✓ Τη ταυτότητα του προϊόντος
- ✓ Ένα ή και περισσότερα εικονογράμματα κινδύνου
- ✓ Μια προειδοποιητική λέξη είτε Κίνδυνος είτε Προσοχή!, όπου χρειάζεται
- ✓ Δηλώσεις κινδύνων, οι οποίες υποδεικνύουν τη φύση και τον βαθμό του κινδύνου που ενέχει το προϊόν
- ✓ Τη ταυτότητα του προμηθευτή (μπορεί να είναι ο κατασκευαστής ή εισαγωγέας)

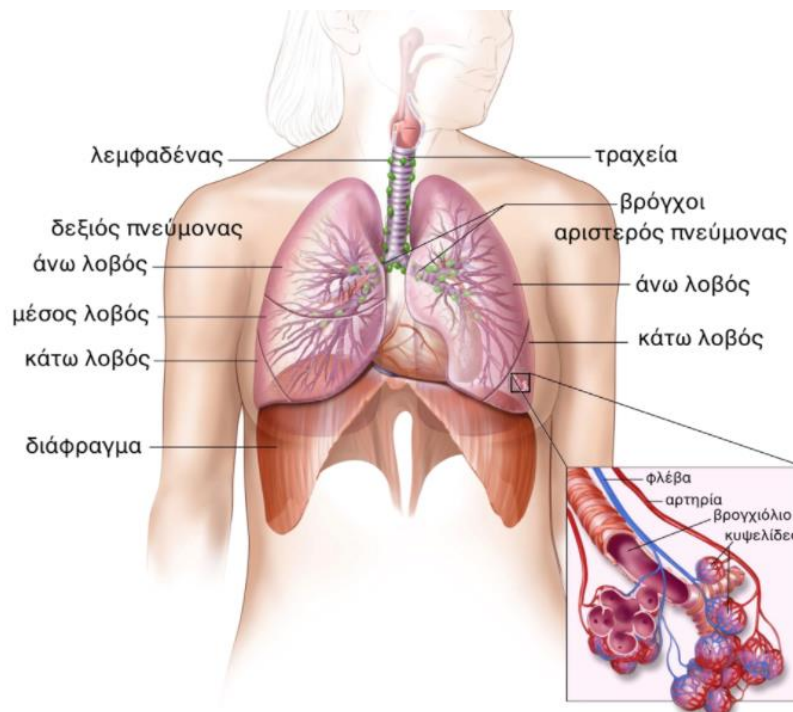
Κάθε δήλωση προφύλαξης αποτελεί ουσιαστικά έναν κωδικό, ο οποίος αρχίζει με το γράμμα P και ακολουθείται από 3 αριθμητικά ψηφία. Οι δηλώσεις που αντιστοιχούν σε ορισμένους κινδύνους ομαδοποιούνται βάσει κωδικού αριθμού με άμεση συνέπεια η αρίθμηση να μην είναι διαδοχική. Αυτός ο κώδικας χρησιμοποιείται για λόγους αναφοράς, όπως για να βοηθήσει με τις μεταφράσεις αλλά όμως αποτελεί τη πραγματική φράση που πρέπει να

εμφανίζεται στις ετικέτες και στα δελτία δεδομένων ασφαλείας (MSDS). Ορισμένες φράσεις προφύλαξης αποτελούν συνδυασμοί, οι οποίοι συνοδεύονται από ένα σύμβολο συν «+». Σε αρκετές περιπτώσεις υπάρχει η δυνατότητα επιλογής της διατύπωσης, όπως είναι για παράδειγμα 'Αποφύγετε την αναπνοή σκόνης/ αναθυμιάσεων/ αερίων/ομίχλης/ατμών/ σπρέι. Σε αυτή τη περίπτωση ο προμηθευτής ή ο ρυθμιστικός φορέας θα πρέπει να διαλέξει την κατάλληλη διατύπωση για το υπό εξέταση προϊόν. Η λίστα με τις φράσεις P παρατίθενται στο παράρτημα I (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2019).

Κεφάλαιο 4^ο -Ανατομία και Καρκίνος του Πνεύμονα

4.1 Ανατομία του Πνεύμονα

Η Θωρακική κοιλότητα καταλαμβάνεται από τους πνεύμονες. Οι πνεύμονες αποτελούνται από τμήματα, τα οποία ονομάζονται λοβοί. Ο αριστερός πνεύμονας αποτελείται από δύο λοβούς, τον άνω και τον κάτω, ενώ ο δεξιός πνεύμονας αποτελείται από τον άνω, τον μέσο και τον κάτω λοβό. Το ανάλογο μέρος του μέσου δεξιού λοβού αποτελεί η γλωσσίδα, που αποτελεί ανατομικό μέρος του άνω λοβού του αριστερού πνεύμονα. Η κορυφή των πνευμόνων εντοπίζεται μπροστά από τον χόνδρο της πρώτης πλευράς και όπισθεν στο επίπεδο του αυχένα της πρώτης πλευράς. Όταν ο άνθρωπος κάνει μια βαθιά εισπνοή, οι πνεύμονες ανεβαίνουν 2,5 εκ πάνω από τις κλείδες. Οι πνεύμονες μπορούν να επεκταθούν μέχρι το διάφραγμα. Και στους 2 πνεύμονες υπάρχει από μια πλάγια μεσολόβια σχισμή, όπου στον αριστερό πνεύμονα χωρίζει τον άνω από τον κάτω λοβό, ενώ στον δεξιό χωρίζει τον κάτω λοβό από τον άνω και τον μέσο. Ο δεξιός διαθέτει μια ακόμα μεσολόβια σχισμή η οποία χωρίζει τον άνω από τον μέσο λοβό (Ζαρογουλίδης, 2013).



Εικόνα 9: Απεικόνιση Ανατομίας των Πνευμόνων (Γεωργακόπουλος,2015)

Στη μέση των πνευμόνων εντοπίζονται 2 πνευμονικές πύλες η δεξιά και η αριστερή, οι οποίες είναι κοντά στην καρδιά και στη τραχεία. Σε κάθε μια πύλη εισέρχονται διάφορα στοιχεία ανατομίας όπως είναι οι πνευμονικές αρτηρίες, οι κύριοι βρόγχοι, άνω και κάτω πνευμονικές φλέβες, το αυτόνομο νευρικό σύστημα, τα λεμφαγγεία, βρογχικές αρτηρίες και φλέβες καθώς και οι άνω και κάτω πνευμονικές φλέβες. Ο πνεύμονας νευρώνεται διαμέσου 2 συστημάτων από το παρασυμπαθητικό (χολινεργικό) και το συμπαθητικό (αδρενεργικό) σύστημα. Το χολινεργικό ευθύνεται για τον βρογχοπνευμονικό τόνο των αεραγωγών ενώ το αδρενεργικό σύστημα είναι υπεύθυνο για τον συμπαθητικό τόνο των αεραγωγών και μέσω της διέργεσής του προκαλείται βρογχοδιαστολή (Ζαρογουλίδης, 2013).

Μια λεπτή μεμβράνη σαρκοειδούς υφής καλύπτει τους πνεύμονες που ονομάζεται υπεζωκότας. Το εσωτερικό περίβλημα του υπεζωκότα που έρχεται σε άμεση επαφή με τους πνεύμονες ονομάζεται περισπλάχνιος υπεζωκότας. Το εξωτερικό περίβλημα έρχεται σε επαφή με τη θωρακική κοιλότητα, και ο ενδιάμεσος χώρος ανάμεσα στα 2 περιβλήματα του υπεζωκότα ορίζεται ως η υπεζωκοτική κοιλότητα, στην οποία ανιχνεύεται φυσιολογικά μια μικρή ποσότητα υγρού (Ζαρογουλίδης, 2013).

4.2 Καρκίνος του Πνεύμονα

Ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί κυρίως τις κακοήθειες που αναπτύσσονται ταχύτατα και αυξάνονται εκθετικά σε αριθμό στους αεραγωγούς του πνεύμονα ή και στο πνευμονικό παρέγχυμα. Αποτελεί τον πιο συχνό καρκίνο στους άνδρες ενώ στις γυναίκες αποτελεί τον τρίτο πιο συχνό. Στην Ελλάδα καταγράφονται κάθε χρόνο γύρω στις 10.000 περιπτώσεις καρκίνου του πνεύμονα. Οι περισσότεροι καρκίνοι του πνεύμονα ξεκινάνε από τον πνεύμονα και συγκεκριμένα αναπτύσσονται στα επιθηλιακά κύτταρα και προκύπτουν τα λεγόμενα καρκινώματα. Υπάρχουν 2 κύριες κατηγορίες καρκίνου του πνεύμονα με βάση την ιστολογία (Υγεία,2022):

A.O Μη-Μικροκυτταρικός Καρκίνος του Πνεύμονα (Non Small Cell Lung Carcinoma- NSCLC), ο οποίος αποτελείται από τις εξής κατηγορίες (Zheng,2016) :

i. Το Αδενοκαρκίνωμα: Αποτελεί τον πιο συχνό τύπο καρκίνου του πνεύμονα και ευθύνεται για το 40% των περιπτώσεων ετησίως, αποτελεί το 60% των περιπτώσεων μη-μικροκυτταρικού καρκίνου του πνεύμονα (NSCLC) και οι περιπτώσεις του καρκίνου αυτού έχουν αυξηθεί ταχύτατα τις τελευταίες δεκαετίες. Συνήθως το αδενοκαρκίνωμα αναπτύσσει μια μάζα που εντοπίζεται περιφερικά με κεντρική ίνωση και εμφανίζει υπεζωκοτική συρρίκνωση. Ουσιαστικά, το αδενοκαρκίνωμα αποτελεί καρκίνωμα των επιθηλιακών κυττάρων του πνεύμονα το οποίο συνοδεύεται από παραγωγή βλεννίνης. Είναι πολύ εύκολο να αναγνωρισθεί αυτό το είδος ακόμα και διαμέσου μιας μικρής βιοψίας του πνεύμονα. Υπάρχουν πολλά είδη αδενοκαρκινώματος όπως είναι τα (Zheng,2016):

- Λεπιδικά Αδενοκαρκινώματα
- Ακενικά Αδενοκαρκινώματα
- Θηλώδη Αδενοκαρκινώματα
- Μικροθηλώδη Αδενοκαρκινώματα
- Στερεά Αδενοκαρκινώματα
- Διηθητικά βλεννογόνου Αδενοκαρκινώματα
- Κολλοειδή Αδενοκαρκινώματα
- Ελάχιστα διηθητικά Αδενοκαρκινώματα

ii. Το Πλακώδες Καρκίνωμα του Πνεύμονα: Αποτελεί το 20% των περιστατικών καρκίνου του πνεύμονα και οφείλεται κυρίως στην χρήση ειδών καπνίσματος. Έχει παρατηρηθεί μείωση των περιστατικών και αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι έχει μειωθεί αισθητά η κατανάλωση καπνού. Το Πλακώδες Καρκίνωμα ανιχνεύεται κυρίως στο κέντρο του πνεύμονα κατά μήκος των αεραγωγών και όταν είναι σε μεγάλο μέγεθος μπορεί να αναπτύξει κοιλότητες. Στη μικροσκοπική εξέταση το πλακώδες καρκίνωμα εμφανίζει κερατινοποίηση και μεσοκυττάρια εμφανίζει ένα συμπαγές μοτίβο. Οι πυρήνες των καρκινωμάτων αυτών είναι υπέρχρωμοι . Διακρίνεται σε επιδερμοειδές και ακανθοκυτταρικό πλακώδες καρκίνωμα του πνεύμονα (Zheng,2016).

iii. Άλλοι σπανιότεροι υπότυποι καρκίνου του πνεύμονα όπως είναι (Zheng,2016):

- **Σαρκωματοειδές καρκίνωμα του πνεύμονα:** Αυτή η κατηγορία καρκινωμάτων ανήκει στο περίπου 0,3 με 3% των μη μικροκυτταρικών καρκινωμάτων του πνεύμονα. Η κύρια ομάδα ασθενών αποτελείται από καπνιστές, με ένα μικρό μέρος τους να είναι μη καπνιστές που έχουν εκτεθεί σε Αμιάντο. Έχει ανιχνευθεί ότι η πρωτεΐνη που ενοχοποιείται για την εξέλιξη του σαρκωματοειδούς καρκινώματος είναι η c-Met. Όπως και στη περίπτωση του μεσοθηλιώματος, το σαρκωματοειδές καρκίνωμα αναπτύσσεται με βραδύτατους ρυθμούς στη περιοχή του υπεζωκότα. Αν δεν έχει εξαπλωθεί το καρκίνωμα και υπάρχει σε ένα σημείο μόνο, τότε συνιστάται η χειρουργική αφαίρεση του. Αν όμως υπάρχει εξάπλωση του καρκινώματος τότε γίνεται χημειοθεραπεία με βάση την πλατίνα. Αποτελεί πολύ επιθετική μορφή καρκίνου του πνεύμονα, μιας και που μόνο το 20% των συνολικών περιπτώσεων έζησαν για διάστημα μεγαλύτερο των 5 ετών από τη διάγνωσή τους (Zheng,2016).
- **Μεγαλοκυτταρικό νευροενδοκρινές καρκίνωμα:** Το μεγαλοκυτταρικό νευροενδοκρινές καρκίνωμα αποτελεί έναν υπότυπο του μη-μικροκυτταρικού καρκίνου του πνεύμονα, και αντιστοιχεί στο 3% των συνολικών περιπτώσεων του καρκίνου του πνεύμονα. Αναπτύσσεται από κύτταρα του νευρικού και του ενδοκρινικού συστήματος, δηλαδή αποτελεί νευροενδοκρινής όγκος. Η διάγνωση του γίνεται με τον ίδιο τρόπο που γίνεται σε όλα τα είδη καρκίνου του πνεύμονα. Όσον αφορά τη θεραπεία, αν ο ασθενής είναι σωματικά ικανός μπορεί να υποβληθεί σε χειρουργική αφαίρεση του όγκου. Ενδέχεται να λάβει και χημειοθεραπεία που να στηρίζεται σε φαρμακευτική αγωγή με κύριο στοιχείο τη πλατίνα. Αν αποδειχθεί καλή αντίδραση του οργανισμού στην χημειοθεραπεία ενδέχεται να θεραπευτεί εντός 8-16 μηνών. Έχει αποδειχθεί βάσει μελέτης ότι το 28% περίπου των ατόμων που έχουν διαγνωσθεί με αυτή την μορφή καρκίνου του πνεύμονα ζουν για 5 ή περισσότερα χρόνια χωρίς να ξαναεμφανιστεί. Ενώ ένα 35 % ζει για 5 ή περισσότερα χρόνια με τις υποτροπές να εμφανίζονται στα 2 πρώτα χρόνια (Zheng,2016).

- **Αδενοπλακώδες Καρκίνωμα του Πνεύμονα:** Το αδενοπλακώδες καρκίνωμα αποτελεί μια κατηγορία όγκων που χωρίζεται σε 2 είδη: το αδενοκαρκίνωμα και το πλακώδες καρκίνωμα. Αποτελούν σπάνιο υπότυπο μη μικροκυτταρικού καρκίνου του πνεύμονα, και στα συνολικά περιστατικά καρκίνου του πνεύμονα καταλαμβάνουν το 0,4-4% των συνολικών περιστατικών. Η αγωγή που λαμβάνει μπορεί να διαφέρει από τους υπόλοιπους πιο συχνούς τύπους καρκίνου του πνεύμονα, διότι πρόκειται για μίξη 2 διαφορετικών όγκων και ένα φάρμακο που θεραπεύει μόνο τη μια μορφή, όπως είναι η πεμεξτρέδη που χρησιμοποιείται στα αδενοκαρκινώματα, δεν είναι αποτελεσματική. Η βασική αγωγή που χρησιμοποιείται είναι η σισπλατίνη που έχει ως στόχο το πλακώδες τμήμα του όγκου. Τα άτομα που πάσχουν είτε από αδενοκαρκίνωμα ή καρκίνωμα των πλακωδών κυττάρων του πνεύμονα επιζούν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα από εκείνους που πάσχουν από αδενοπλακώδες καρκίνωμα, ανεξάρτητα από το πόσο προχωρημένο το στάδιο του καρκίνου. Το αδενοπλακώδες καρκίνωμα κάνει μετάσταση στον εγκέφαλο των ασθενών στις περισσότερες περιπτώσεις (Zheng,2016).

B. Ο Μικροκυτταρικός Καρκίνος του Πνεύμονα (Small Cell Lung Cancer)

Ο καρκίνος αυτός συνδέεται άμεσα με το κάπνισμα, μιας και προσβάλλει κυρίως άτομα που καπνίζουν ή κάπνιζαν στο παρελθόν. Δεν χειρουργείται ο καρκίνος αυτός και κάνει με μεγάλη ευκολία μεταστάσεις σε άλλα όργανα και λεμφαδένες. Κυρίως θεραπεύεται διαμέσου χημειοθεραπειών και ακτινοβολιών (Υγεία,2022).

Γ. Άλλες Σπάνιες Μορφές Καρκίνου του Πνεύμονα, όπως είναι οι :

- **Όγκοι κοκκιωδών κυττάρων πνεύμονα :**Οι όγκοι αυτοί αποτελούν το 0.2% των συνολικών όγκων που εμφανίζονται στον πνεύμονα, με ακόμα πιο ελάχιστες περιπτώσεις από αυτές να είναι κακοήθεις. Αποτελούν μικροί , μεμονωμένοι, σκληροί βόλοι οι οποίοι φράζουν τους αεραγωγούς και τους προκαλούν στένωσή τους. Η θεραπεία που

προτείνεται για τους όγκους αυτούς ποικίλλει από χειρουργική επέμβαση, ηλεκτροσπινθηρισμός ή και θεραπεία λέιζερ με την χειρουργική επέμβαση να αποτελεί την πιο αποτελεσματική (AJCC,2017)

- **Καρκινοειδή του πνεύμονα:** Τα καρκινοειδή αποτελούν όγκοι που εντοπίζονται στο νευροενδοκρινικό σύστημα. Αποτελούν το 1 με 6% των συνολικών περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα. Έχει βρεθεί, βάσει έρευνας, ότι 1 στους 4 πάσχοντες δεν εμφανίζουν συμπτώματα. Οι όγκοι αυτοί μπορούν να ανιχνευθούν με μια απλή ακτινογραφία θώρακος ή μέσω της σάρωσης CT θώρακος. Σε περίπτωση που υπάρχει η υποψία για την ύπαρξη ενός καρκινοειδούς όγκους, θα πρέπει ο ασθενής να υποβληθεί σε σάρωση οκτρεοτίδης, που αποτελεί μια ραδιενεργό χρωστική που είναι πιο ευαίσθητη από τη ραδιενεργή χρωστική που χρησιμοποιείται στις σαρώσεις PET-CT που εφαρμόζονται συχνά σε πολλές περιπτώσεις καρκίνου του πνεύμονα. Η μέση ηλικία που εμφανίζονται τα τυπικά καρκινοειδή είναι τα 40-50 έτη και αντιμετωπίζονται κυρίως μέσω της χειρουργικής αφαίρεσης. Το 90% των περιπτώσεων των τυπικών καρκινωμάτων εμφανίζονται στον μικρό αεραγωγό. Η θεραπεία είναι κυρίως η χειρουργική αφαίρεση, ειδάλλως εκτελείται βρογχοσκόπηση. Τέλος ποσοστά επιβίωσης μετά τα 10 χρόνια διάγνωσής του ανέρχονται στο 77-90% (AJCC,2017).
- **Άτυπα καρκινοειδή:** Είναι λιγότερο συχνά από τα τυπικά καρκινοειδή και αποτελούν το 10% των περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα. Είναι λίγο μεγαλύτερα σε διάμετρο από τα τυπικά καρκινοειδή και μπορούν να εξαπλωθούν και στα υπόλοιπα μέρη του σώματος. Η πλειοψηφία των άτυπων καρκινοειδών ανιχνεύονται σε πιο προχωρημένα στάδια. Η θεραπεία του ασθενή από τα άτυπα καρκινοειδή περιλαμβάνει συνήθως την χειρουργική αφαίρεση ή και την χορήγηση της σωματοστατίνης, η οποία εφαρμόζεται υποδερμικά. Τα άτυπα καρκινοειδή επανεμφανίζονται συχνά μετά την αγωγή συνήθως στο 30% των περιπτώσεων. Τα ποσοστά επιβίωσης μετά από 10 έτη της διάγνωσης ανέρχονται γύρω στο 40 με 60% (AJCC,2017).
- **Καρκίνωμα του πνεύμονα τύπου σιελογόνου αδένου:** Αυτή η κατηγορία καρκινωμάτων αποτελούν το 0,1-0,2% των συνολικών

περιπτώσεων του καρκίνου του πνεύμονα. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται τα βλεννοεπιδερμοειδή καρκινώματα καθώς και τα αδενοκυστικά καρκινώματα του πνεύμονα. Παλαιότερα τα καρκινώματα αυτής της κατηγορίας ήταν γνωστά ως βρογχικά αδενώματα, διότι προέρχονταν από τους αδένες των αγωγών. Η διάγνωση του είναι η ίδια με τα υπόλοιπα καρκινώματα του πνεύμονα. Η θεραπεία του κυρίως γίνεται μέσω της χειρουργικής αφαίρεσης των όγκων και σπάνια μέσω χημειοθεραπείας. Βάσει έρευνας έχει βρεθεί ότι τα ποσοστά επιβίωσης μετά τη χειρουργική επέμβαση είναι 82% για διάστημα 3 ετών, 70% για διάστημα 5 ετών και 63% για διάστημα δεκαετίας (AJCC,2017).

4.3. Συμπτώματα του Καρκίνου του Πνεύμονα

Ο καρκίνος του πνεύμονα σε όλες του τις μορφές εμφανίζει μια σειρά από συμπτώματα. Τα συμπτώματα αυτά είναι κυρίως (European Lung Foundation, 2022):

- Μυϊκή Αδυναμία
- Αιμόπτυση, δηλαδή αποβολή αίματος μαζί με τα φλέμματα
- Έντονος βήχας που διαρκεί περισσότερο από 3 βδομάδες
- Κόπωση
- Απώλεια Όρεξης
- Μη φυσιολογική δύσπνοια
- Μεγάλη Απώλεια Βάρους
- Εμφάνιση αδύναμης, βραχνιασμένης ή εξασθενημένης φωνής
- Οίδημα στον λαιμό
- Εμφάνιση συριγμού
- Πόνος σε κόκκαλα
- Πόνος στον θώρακα
- Πόνος στους ώμους
- Πληκτροδακτυλία

Τα συμπτώματα δεν γίνονται εύκολα αντιληπτά γιατί πολλές φορές μπορούν να αποδοθούν σε άλλες παθήσεις, όπως και επίσης υπάρχουν και

ασυμπτωματικά άτομα που δεν εμφανίζουν δηλαδή συμπτώματα. Όσο πιο έγκαιρα γίνει η διάγνωση του καρκίνου του πνεύμονα τόσο πιο εύκολο είναι να θεραπευτεί (European Lung Foundation,2022).

4.4 Σταδιοποίηση του Καρκίνου του Πνεύμονα

Για την σταδιοποίηση του Καρκίνου του Πνεύμονα και ειδικά του μη-μικροκυτταρικού (NSCLC), χρησιμοποιείται ένας πίνακας ο οποίος βασίζεται σε 3 συγκεκριμένες πληροφορίες:

1. Το μέγεθος και τον βαθμό εξάπλωσης του όγκου (T-Tumor) στον πνεύμονα καθώς και σε γειτονικά όργανα.
2. Η εξάπλωση του σε περιφερειακούς λεμφαδένες (N-Nodes)
3. Και η δυνατότητα του όγκου να κάνει μετάσταση (M-Metastasis) σε άλλα όργανα, όπως είναι ο εγκέφαλος και το ήπαρ.

Πίνακας 1: Η σταδιοποίηση του μη-μικροκυτταρικού καρκίνου του πνεύμονα (AJCC,2017):

Στάδια Καρκίνου	Σταδιοποίηση του μη-μικροκυτταρικού καρκίνου (NSCLC)	Περιγραφή Σταδίου
Μη εμφανής καρκίνος	TX N0 M0	Ο κύριος όγκος δεν μπορεί να ανιχνευθεί, να προσδιοριστεί, καθώς ούτε και η τοποθεσία του να εξακριβωθεί (TX) σε καμία εξέταση πνευμονικών υγρών. Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).

<p>0</p>	<p>Tis</p> <p>N0</p> <p>M0</p>	<p>Ο όγκος ανιχνεύεται μόνο στα εξωτερικά στρώματα που επενδύουν τους αεραγωγούς αλλά δεν έχει εισβάλλει σε άλλους ιστούς πνευμόνων βαθύτερα (Tis). Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
<p>IA1</p>	<p>T1mi</p> <p>N0</p> <p>M0</p>	<p>Ο καρκίνος αποτελεί ένα ελάχιστο επεμβατικό αδενοκαρκίνωμα. Ο όγκος δεν εμφανίζει διάμετρο μεγαλύτερη από 3 εκατοστά και το τμήμα που εισβάλλει σε βαθύτερους ιστούς πνευμόνων δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από ½ εκατοστά. Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	<p>H'</p>	
	<p>T1a</p> <p>N0</p> <p>M0</p>	<p>Ο όγκος δεν εμφανίζει διάμετρο μεγαλύτερη από 1 εκατοστό, και δεν έχει πλησιάσει τις μεμβράνες που περιβάλλουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους των βρόγχων (T1a). Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>

IA2	T1b N0 M0	Ο όγκος εμφανίζει διάμετρο μεγαλύτερη από 1 εκατοστό αλλά δεν ξεπερνάει τα 2 εκατοστά, και δεν έχει πλησιάσει τις μεμβράνες που περιβάλλουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους των βρόγχων (T1b). Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).
IA3	T1c N0 M0	Ο όγκος εμφανίζει διάμετρο μεγαλύτερη από 2 εκατοστά αλλά δεν ξεπερνάει τα 3 εκατοστά, και δεν έχει πλησιάσει τις μεμβράνες που περιβάλλουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους των βρόγχων (T1c). Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).
IB	T2a N0 M0	Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T2a): <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 3 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 4 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί σε έναν κύριο βρόγχο, αλλά δεν βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 2

		<p>εκατοστά από την καρίνα (carina) της τραχείας, που είναι το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο, και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 4 εκατοστά.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έχει αναπτυχθεί στον σπλαχνικό υπεζωκότα, τη μεμβράνη που περιβάλλει τους πνεύμονες και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 4 εκατοστά • Φράζει μερικώς τους αεραγωγούς και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 4 εκατοστά. <p>Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
IIA	<p>T2b</p> <p>N0</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T2b):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 4 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 5 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί σε έναν κύριο βρόγχο, αλλά δεν βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 2 εκατοστά από την καρίνα (carina) της τραχείας, που είναι το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό

		<p>βρόγχο, και δεν έχει διάμετρο μικρότερη από 4 εκατοστά αλλά όχι μεγαλύτερη από 5 εκατοστά.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έχει αναπτυχθεί στον σπλαχνικό υπεζωκότα, τη μεμβράνη που περιβάλλει τους πνεύμονες και δεν έχει διάμετρο μικρότερη από 4 εκατοστά αλλά όχι μεγαλύτερη από 5 εκατοστά. • Φράζει μερικώς τους αεραγωγούς και δεν έχει διάμετρο μικρότερη από 4 εκατοστά αλλά όχι μεγαλύτερη από 5 εκατοστά. <p>Ο Καρκίνος δεν θεωρείται ότι έχει εξαπλωθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε ότι έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	<p>T1a/T1b/T1c</p> <p>N1</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 3 εκατοστά, δεν έχει αναπτυχθεί στις μεμβράνες που περιβάλλουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους των βρόγχων (T1). Ο όγκος έχει εξαπλωθεί σε λεμφαδένες εντός του πνεύμονα ή περιφερειακά από εκείνον. Οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον καρκίνο (N1). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
		<p>H'</p>

IIB	T2a/T2b N1 M0	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T2a):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 3 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 5 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί σε έναν κύριο βρόγχο, αλλά δεν βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 2 εκατοστά από την καρίνα (carina) της τραχείας, που είναι το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο, και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί στον σπλαχνικό υπεζωκότα, τη μεμβράνη που περιβάλλει τους πνεύμονες και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά • Φράζει μερικώς τους αεραγωγούς και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά. <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί σε λεμφαδένες εντός του πνεύμονα ή/και γύρω του .Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον καρκίνο (N1). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	H'	

	<p>T3</p> <p>N0</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα η περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 5 εκατοστά αλλά όχι μεγαλύτερος από 7 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί στο θωρακικό τοίχωμα, στην εσωτερική επένδυση του θωρακικού τοιχώματος (βρεγματικός υπεζωκότας), στο φρενικό νεύρο ή στις μεμβράνες του σάκου που περιβάλλουν την καρδιά(βρεγματικό περικάρδιο). • Υπάρχουν 2 η περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα. <p>Ο Καρκίνος δεν έχει αναπτυχθεί σε κοντινούς λεμφαδένες (N0) ούτε έχει κάνει μετάσταση σε άλλα μακρινά όργανα του σώματος (M0).</p>
	<p>T1a/T1b/T1c</p> <p>N2</p> <p>M0</p>	<p>Ο Καρκίνος δεν είναι μεγαλύτερος από 3 εκατοστά, δεν έχει αναπτυχθεί στις μεμβράνες που περιλαμβάνουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους των βρόγχων (T1). Ο καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες γύρω από τη καρίνα της τραχείας (στο σημείο στο οποίο διαχωρίζεται σε αριστερούς και δεξιούς βρόγχους) ή στο διάστημα μεταξύ των</p>

III A		<p>πνευμόνων (μεσοθωράκιο). Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον κύριο όγκο του πνεύμονα (N2). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά όργανα του σώματος (M0).</p>
	H'	
	<p>T2a/T2b</p> <p>N2</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T2a):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 3 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 5 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί σε έναν κύριο βρόγχο, αλλά δεν βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από 2 εκατοστά από την καρίνα (carina) της τραχείας, που είναι το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο, και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί στον σπλαχνικό υπεζωκότα, τη μεμβράνη που περιβάλλει τους πνεύμονες και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά • Φράζει μερικώς τους αεραγωγούς και δεν έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 5 εκατοστά.

		<p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί σε λεμφαδένες γύρω από τη καρίνα της τραχείας, το οποίο αποτελεί το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο ή στο διάστημα μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο). Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον όγκο (N2). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	<p>H'</p>	
	<p>T3</p> <p>N1</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 5 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 7 εκατοστά. • Έχει αναπτυχθεί στο θωρακικό τοίχωμα, στην εσωτερική επένδυση, του θωρακικού τοιχώματος (βρεγματικός υπεζωκότας), στο φρενικό νεύρο ή στις μεμβράνες του σάκου που περιβάλλουν την καρδιά(βρεγματικό περικάρδιο). • Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα. <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες μέσα στον πνεύμονα ή γύρω</p>

		<p>από τη περιοχή όπου εισέρχεται ο λεμφαδένας στους βρόγχους (Λαγόνιος Λεμφαδένας). Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον καρκίνο (N1). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	<p>H'</p>	
	<p>T4</p> <p>N0 or N1</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά: (T4):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η διάμετρός του είναι μεγαλύτερη από 7 εκατοστά. • Αναπτύσσεται στο χώρο μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο), της καρδιάς, των μεγάλων αιμοφόρων αγγείων κοντά στη καρδιά (αορτή), τη τραχείας, του σωλήνα που συνδέει τον φάρυγγα με το στομάχι (οισοφάγος), ο λεπτός μυς που διαχωρίζει το στήθος από τη κοιλία (διάφραγμα), τη ραχοκοκκαλιά ή τη καρίνα της τραχείας • Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα <p>Ο Καρκίνος μπορεί ή μπορεί και όχι να μην έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες που υπάρχουν μέσα στον πνεύμονα ή στη περιοχή γύρω από την οποία ο λεμφαδένας</p>

		<p>εισέρχεται στον βρόγχο (Λαγόνιοι Λεμφαδένες). Όσοι λεμφαδένες επηρεάζονται βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον καρκίνο (N0 ή N1). Ο Καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε άλλα μακρινά όργανα στο σώμα (M0).</p>
	<p>T1a/T1b/T1c</p> <p>N3</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος έχει διάμετρο που δεν ξεπερνά τα 3 εκατοστά. και δεν έχει αναπτυχθεί στις μεμβράνες που περιβάλλουν τους πνεύμονες και δεν επηρεάζει τους κύριους κλάδους του βρόγχου (T1). Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες κοντά στη κλείδα και στις 2 πλευρές του σώματος ή/και έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες του αυλού ή του μεσοθωράκιου στην άλλη πλευρά του σώματος που αναπτύσσεται ο κύριος όγκος (N3). Ο όγκος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	<p>H'</p>	
	<p>T2a/T2b</p> <p>N3</p> <p>M0</p>	<p>Ο όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 3 εκατοστά αλλά δεν ξεπερνάει τα 5 εκατοστά σε διάμετρο. • Έχει αναπτυχθεί μέσα σε έναν κύριο βρόγχο, αλλά όχι σε βάθος μεγαλύτερο

IIIB		<p>από 2 εκατοστά από την καρίνα της τραχείας, που είναι το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο και δεν είναι μεγαλύτερο σε διάμετρο από 5 εκατοστά.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Έχει αναπτυχθεί στον σπλαχνικό υπεζωκότα, την μεμβράνη δηλαδή που περιβάλλει τους πνεύμονες, και δεν είναι μεγαλύτερο σε διάμετρο από 5 εκατοστά. • Φράζει μερικώς τους αεραγωγούς, και δεν είναι μεγαλύτερο σε διάμετρο από 5 εκατοστά. <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες κοντά στη κλείδα και στις 2 πλευρές του σώματος ή/και έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες του αυλού ή του μεσοθωράκιου στην άλλη πλευρά του σώματος που αναπτύσσεται ο κύριος όγκος (N3). Ο όγκος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	H'	
	T3 N2 M0	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T3):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Είναι μεγαλύτερος από 5 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερο από 7 εκατοστά.

		<ul style="list-style-type: none"> • Έχει αναπτυχθεί στο θωρακικό τοίχωμα, στην εσωτερική επένδυση, του θωρακικού τοιχώματος (βρεγματικός υπεζωκότας), στο φρενικό νεύρο ή στις μεμβράνες του σάκου που περιβάλλουν την καρδιά(βρεγματικό περικάρδιο). • Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα. <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί σε λεμφαδένες γύρω από τη καρίνα της τραχείας, το οποίο αποτελεί το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο ή στο διάστημα μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο). Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον όγκο (N2). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
	H'	
	<p>T4</p> <p>N2</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωτι χαρακτηριστικά: (T4):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Η διάμετρός του είναι μεγαλύτερη από 7 εκατοστά. • Αναπτύσσεται στο χώρο μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο), της καρδιάς, των μεγάλων αιμοφόρων

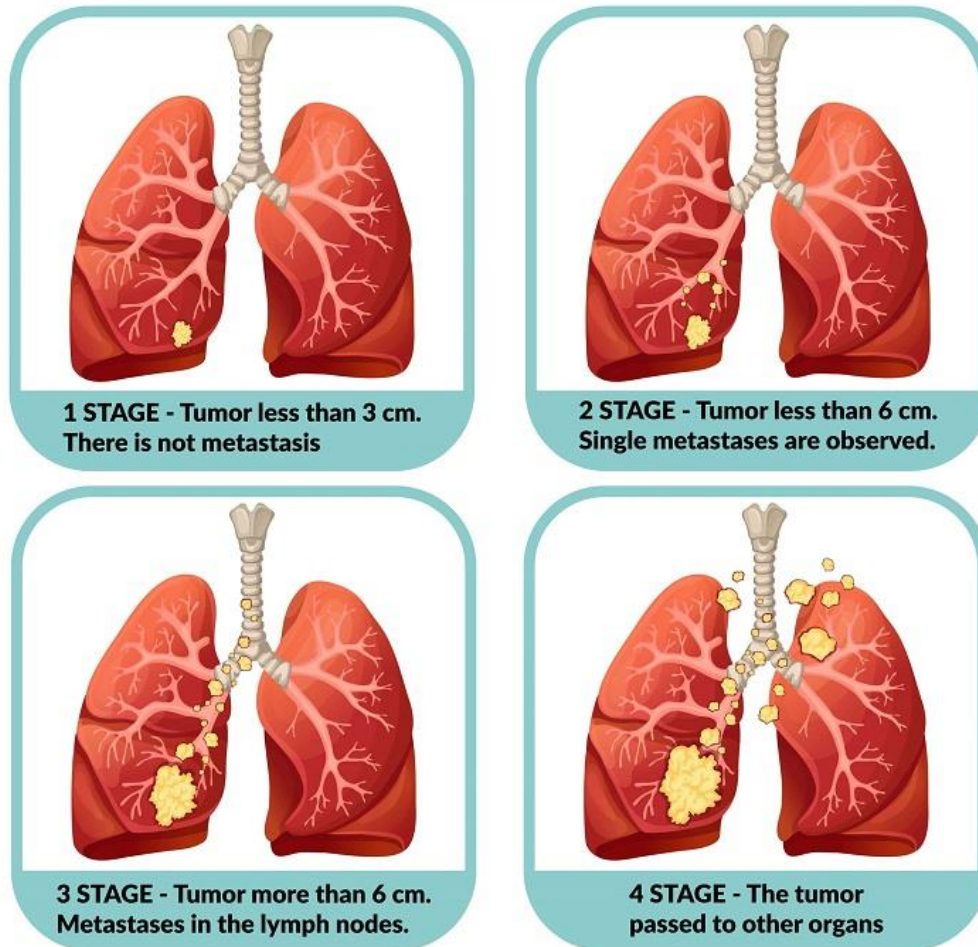
		<p>αγγείων κοντά στη καρδιά (αορτή), τη τραχεία, του σωλήνα που συνδέει τον φάρυγγα με το στομάχι (οισοφάγος), ο λεπτός μυς που διαχωρίζει το στήθος από τη κοιλία (διάφραγμα), τη ραχοκοκκαλιά ή τη καρίνα της τραχείας</p> <ul style="list-style-type: none"> Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί σε λεμφαδένες γύρω από τη καρίνα της τραχείας, το οποίο αποτελεί το σημείο που διαχωρίζεται σε δεξιό και αριστερό βρόγχο ή στο διάστημα μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο). Αυτοί οι λεμφαδένες βρίσκονται στην ίδια πλευρά με τον όγκο (N2). Ο καρκίνος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
<p>IIIC</p>	<p>T3</p> <p>N3</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωθι χαρακτηριστικά (T3):</p> <ul style="list-style-type: none"> Είναι μεγαλύτερος από 5 εκατοστά σε διάμετρο αλλά όχι μεγαλύτερος από 7 εκατοστά. Έχει αναπτυχθεί στο θωρακικό τοίχωμα, στην εσωτερική επένδυση, του θωρακικού τοιχώματος (βρεγματικός υπεζωκότας), στο

		<p>φρενικό νεύρο ή στις μεμβράνες του, σάκου που περιβάλλουν την καρδιά(βρεγματικό περικάρδιο).</p> <ul style="list-style-type: none"> Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα. <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες κοντά στη κλείδα και στις 2 πλευρές του σώματος ή/και έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες του αυλού ή του μεσοθωράκιου στην άλλη πλευρά του σώματος που αναπτύσσεται ο κύριος όγκος (N3). Ο όγκος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
H'		
	<p>T4</p> <p>N3</p> <p>M0</p>	<p>Ο Όγκος εμφανίζει ένα ή περισσότερα από τα κάτωτι χαρακτηριστικά: (T4):</p> <ul style="list-style-type: none"> Η διάμετρός του είναι μεγαλύτερη από 7 εκατοστά. Αναπτύσσεται στο χώρο μεταξύ των πνευμόνων (μεσοθωράκιο), της καρδιάς, των μεγάλων αιμοφόρων αγγείων κοντά στη καρδιά (αορτή), τη τραχεία, του σωλήνα που συνδέει τον φάρυγγα με το στομάχι (οισοφάγος), ο λεπτός μυς που διαχωρίζει το στήθος από τη κοιλία

		<p>(διάφραγμα),τη ραχοκοκκαλιά ή τη καρίνα της τραχείας</p> <ul style="list-style-type: none"> Υπάρχουν 2 ή περισσότεροι ξεχωριστοί όζοι όγκου στον ίδιο λοβό του πνεύμονα <p>Ο Καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες κοντά στη κλείδα και στις 2 πλευρές του σώματος ή/και έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες του αυλού ή του μεσοθωράκιου στην άλλη πλευρά του σώματος που αναπτύσσεται ο κύριος όγκος (N3). Ο όγκος δεν έχει κάνει μετάσταση σε μακρινά μέρη του σώματος (M0).</p>
IVA	<p>Οποιοδήποτε T</p> <p>Οποιοδήποτε N</p> <p>M1a</p>	<p>Ο Καρκίνος μπορεί να έχει οποιοδήποτε μέγεθος καθώς και μπορεί να έχει αναπτυχθεί σε κοντινές δομές ή όχι (οποιοδήποτε T). Μπορεί να έχει φτάσει ή και όχι σε κοντινούς λεμφαδένες (οποιοδήποτε N). Επιπλέον ισχύει ένα από τα ακόλουθα (M1a):</p> <ul style="list-style-type: none"> Ο καρκίνος έχει εξαπλωθεί στον άλλο πνεύμονα. Τα καρκινικά κύτταρα βρίσκονται μέσα στο υγρό που περιβάλλει τον πνεύμονα (ονομάζεται κακοήθης υπεζωκοτική συλλογή) Τα καρκινικά κύτταρα βρίσκονται μέσα στο υγρό που περιβάλλει την

		καρδιά (ονομάζεται κακοήθης περικαρδιακή συλλογή)
	H'	
	Οποιοδήποτε T Οποιοδήποτε N M1b	<p>Ο Καρκίνος μπορεί να έχει οποιοδήποτε μέγεθος καθώς και μπορεί να έχει αναπτυχθεί σε κοντινές δομές ή όχι (οποιοδήποτε T). Μπορεί να έχει φτάσει ή και όχι σε κοντινούς λεμφαδένες (οποιοδήποτε N). Έχει εξαπλωθεί ως ένας μεμονωμένος όγκος έξω από το στήθος, όπως σε έναν απομακρυσμένο λεμφαδένα ή σε ένα όργανο όπως το ήπαρ, τα οστά ή τον εγκέφαλο (M1b).</p>
IVB	Οποιοδήποτε T Οποιοδήποτε N M1c	<p>Ο Καρκίνος μπορεί να έχει οποιοδήποτε μέγεθος καθώς και μπορεί να έχει αναπτυχθεί σε κοντινές δομές ή όχι (οποιοδήποτε T). Μπορεί να έχει φτάσει ή και όχι σε κοντινούς λεμφαδένες (οποιοδήποτε N). Έχει εξαπλωθεί ως περισσότερο από έναν μεμονωμένο όγκο έξω από το στήθος, όπως σε έναν απομακρυσμένο λεμφαδένα ή σε ένα όργανο όπως το ήπαρ, τα οστά ή τον εγκέφαλο (M1c).</p>

STAGE LUNGS CANCER



Εικόνα 10: Τα στάδια του Καρκίνου του Πνεύμονα (Narayana Health,2022)

4.5 Διάγνωση Καρκίνου του Πνεύμονα

Η διάγνωση του καρκίνου του πνεύμονα επιτυγχάνεται με τις εξής μεθόδους:

- Διαμέσου μελέτης του Ιατρικού ιστορικού και της φυσικής εξέτασης
- Διαμέσου της κυτταρολογικής εξέτασης των πτύελων
- Διαμέσου της αφαίρεσης και εξέτασης ενός μικρού κομματιού πνεύμονα (Βιοψία)
- Διαμέσου της θωρακοκέντησης
- Διαμέσου της ανοσοιστοχημείας
- Διαμέσου της βρογχοσκόπησης
- Διαμέσου της λήψης δειγμάτων αίματος, ούρων, κοπράνων

- Διαμέσου της απεικονιστικής μεθόδου (Ακτινογραφία, Υπολογιστική Τομογραφία- CT, Μαγνητική Τομογραφία-MRI, Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων- PET)
- Διαμέσου της θωρασκόπησης (AJCC,2017).

4.6 Θεραπεία Καρκίνου του Πνεύμονα

Οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να θεραπευτεί ο καρκίνος του πνεύμονα είναι οι:

- Χειρουργική Επέμβαση:** Αποτελεί την πρώτη επιλογή για τη θεραπεία του ασθενούς από τον καρκίνο του πνεύμονα. Σε περίπτωση όμως που ο καρκίνος είναι σε αρχικά στάδια αλλά η αφαίρεση του είναι δύσκολη τότε για να σμικρυνθεί ο όγκος θα πρέπει να γίνει χημειοθεραπεία ή ακτινοθεραπεία και μετά να γίνει η επέμβαση. Με τον τρόπο αυτό είναι εφικτό να γίνει πλήρης ίαση του ασθενούς (European Lung Foundation,2022).
- Ακτινοθεραπεία:** Χρησιμοποιείται προεγχειρητικά, με σκοπό να σμικρυνθεί ο όγκος και να γίνει πιο εύκολη η αφαίρεσή του διαμέσου της χειρουργικής επέμβασης. Επιπρόσθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά τη χειρουργική επέμβαση, με κύριο σκοπό την αποστείρωση της περιοχής από τυχόν καρκινικά υπολείμματα. Όταν τα άτομα πάσχουν από μικροκυτταρικό καρκίνο του πνεύμονα, μπορεί να συνδυαστεί με τη χημειοθεραπεία για την επίτευξη της ίασης των πασχόντων (European Lung Foundation,2022).
- Χημειοθεραπεία:** Παίζει σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση της νόσου σε αντίθεση με τις 2 παραπάνω μεθόδους. Χρησιμοποιείται πριν τη χειρουργική επέμβαση μέσω φαρμάκων, για να γίνει πιο εύκολα η χειρουργική επέμβαση. Η χημειοθεραπεία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και μετά την επέμβαση για να καταστρέψει τυχόν υπολείμματα της νόσου (European Lung Foundation,2022).
- Ανοσοθεραπεία:** Για την επίθεση και την καταστροφή των καρκινωμάτων γίνεται η χρήση του ανοσοποιητικού συστήματος. Λέγεται και θεραπεία μετατροπής βιολογικής αντίδρασης (European Lung Foundation,2022).

4.7 Επιδημιολογικά Δεδομένα Καρκίνου του Πνεύμονα



Διάγραμμα 1. Κατανομή Περιστατικών Καρκίνου εν έτει 2020

Σύμφωνα με την έρευνα του Globocan, το 2020 είχαν καταγραφεί παγκοσμίως 19.292.789 περιστατικά καρκίνου, από τα οποία τα 2.261.419 (12%) αφορούσαν καρκίνο του μαστού, τα 2.206.771 (11%) καρκίνο του πνεύμονα, τα 1.931.590 (10%) καρκίνο του παχέος εντέρου, τα 1.414.259 (7%) αφορούσαν καρκίνο του προστάτη, τα 1.089.103(6%) καρκίνο του στομάχου, τα 905.677 (5%) ηπατοκυτταρικό καρκίνο, τα 604.127 (3%) προκλήθηκαν από καρκίνο του τραχήλου της μήτρας, τα 604.100 (3%) προκλήθηκαν από καρκίνο του οισοφάγου και τα 8.275.743 από άλλες μορφές καρκίνου (Global Cancer Observatory, 2020).



Διάγραμμα 2. Κατανομή Θανάτων απο Καρκίνο εν έτει 2020

Σύμφωνα με την έρευνα του Globocan, το 2020 είχαν καταγραφεί παγκοσμίως 9.958.133 θάνατοι από καρκίνο, από τους οποίους οι 1.796.144 (18%) αφορούσαν θανάτους από καρκίνο του πνεύμονα, οι 935.173 (9%) θανάτους από καρκίνο του παχέος εντέρου, οι 830.180 (8%) αφορούσαν θανάτους από καρκίνο του συκωτιού, οι 768.793 (8%) από καρκίνο του στομάχου, οι 684.996 (7%) από καρκίνο του μαστού, οι 544.076 (6%) προκλήθηκαν από καρκίνο του οισοφάγου, οι 466.003 (6%) προκλήθηκαν από καρκίνο του παγκρέατος, οι 375.304 (4%) από καρκίνο του προστάτη και τα 3.557.464 (36%) αφορούσαν θανάτους από άλλες μορφές καρκίνου (Global Cancer Observatory, 2020).

Ο καρκίνος του πνεύμονα εμφανίζεται με μεγαλύτερη συχνότητα στις αναπτυσσόμενες χώρες και συγκεκριμένα σε χώρες που υπάρχουν υψηλά ποσοστά πληθυσμού που καπνίζει. Σε 104 έθνη παγκοσμίως έχει ανιχνευθεί ότι ο πιο συχνός καρκίνος μεταξύ τω ανδρών είναι ο καρκίνος του προστάτη, ενώ σε 37 έθνη, ανάμεσα στα οποία ανήκουν η Ρωσία, η Κίνα καθώς και στις περισσότερες χώρες που εντάσσονται στη Νοτιανατολική Ασία, Μέση Ανατολή αλλά και Ανατολική Ευρώπη είναι ο πιο συχνός ο καρκίνος του πνεύμονα. Ενώ ο καρκίνος του πνεύμονα είναι ο πιο συχνός μονάχα στις γυναίκες της Βόρειας Κορέας. Η περιοχή που εμφανίζει τη μεγαλύτερη συχνότητα καρκίνου πνεύμονα στους άντρες είναι η Μικρονησία/Πολυνησία, παγκοσμίως με

52,2/100.000 περιπτώσεις στους άνδρες, ενώ το έθνος που έχει την υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης του καρκίνου του πνεύμονα (77,4/100.000) είναι η Ουγγαρία. Μεταξύ των γυναικών, η Βόρεια Αμερική και η Βόρεια και Δυτική Ευρώπη έχουν την υψηλότερη επίπτωση καρκίνου του πνεύμονα παγκοσμίως σε αντίθεση με τις χώρες της ανατολικής, δυτικής και κεντρικής Αφρικής, που εμφανίζουν τη χαμηλότερη επίπτωση καρκίνου του πνεύμονα και στα 2 φύλα (Bray et.al, 2018)(Thandra et.al 2021).

4.8 Θνησιμότητα Καρκίνου του Πνεύμονα

Ο καρκίνος του πνεύμονα είναι παγκοσμίως η κύρια αιτία θνησιμότητας από καρκίνο και για τα δυο βιολογικά φύλα. Με περίπου 1.185.000 θανάτους που είχαν καταγραφεί 2018, ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελούσε την κύρια αιτία θανάτου στους άντρες σε 93 χώρες ανάμεσα στις οποίες ανήκουν οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, Η Ρωσία αλλά και η Κίνα. Ενώ στις γυναίκες οι θάνατοι ήταν λιγότεροι από τους μισούς σε σύγκριση με τους θανάτους από καρκίνο του πνεύμονα στους άνδρες, συγκεκριμένα ανήλθαν στους 576.000 θανάτους περίπου το 2018. Σε 28 χώρες παγκοσμίως, ο καρκίνος του πνεύμονα ήταν η κύρια αιτία θανάτου στις γυναίκες σε 28 χώρες, ανάμεσα στις οποίες χώρες ανήκαν και η Κίνα και οι ΗΠΑ. Στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής και Ευρώπη η συχνότητα εμφάνισης του καρκίνου του πνεύμονα αλλά και η θνησιμότητα του αυξάνεται με μεγάλη ταχύτητα στις γυναίκες σε αντίθεση με τους άντρες. Στην Ευρώπη το 2017 καταγράφηκαν 14,6 θάνατοι ανά 100.000 γυναίκες από τον καρκίνο του πνεύμονα, ξεπερνώντας έτσι τις καταγραφές θανάτων από καρκίνο του μαστού στις γυναίκες ο οποίος μέχρι τότε αποτελούσε τη κύρια αιτία θανάτου από καρκίνο στην Ευρωπαϊκή επικράτεια. (Thandra et.al,2021).

4.9. Μη Τροποποιήσιμοι Παράγοντες Κινδύνου Καρκίνου του Πνεύμονα

1.Ηλικία: Τα 70 έτη ζωής και στους άντρες και στις γυναίκες έχουν καθοριστεί στις ΗΠΑ ως η μέση ηλικία για τη διάγνωση του καρκίνου του πνεύμονα. Εκτιμάται ότι στο ηλικιακό εύρος των 55-74 ετών ανιχνεύονται το 53% των συνολικών περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα ενώ σε άτομα ηλικίας άνω των 75 ετών εντοπίζονται το 37% των συνολικών περιπτώσεων. Επιπρόσθετα

στις ΗΠΑ ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί τη κύρια αιτία θανάτου σε γυναίκες άνω των 59 ετών και σε άνδρες άνω των 40 ετών (Torres et.al, 2016).

Ο καρκίνος του πνεύμονα μπορεί να ανιχνευθεί σε νεότερους ενήλικες και ιδίως οι ενήλικες ηλικίας μικρότερης των 55 ετών να εκπροσωπούν το 10% των συνολικών περιπτώσεων καρκίνου του πνεύμονα σε πολιτείες της Αμερικής. Συγκεκριμένα οι νεότεροι ασθενείς στη πλειοψηφία τους είναι γυναίκες μη καπνίστριες ηλικίας 20-46 ετών, οι οποίες διαθέτουν αδενοκαρκίνωμα προχωρημένου βαθμού το οποίο κυρίως συνδέεται με κληρονομικούς παράγοντες και όχι με μεταλλαξινογόνους που εντοπίζονται στο περιβάλλον στο οποίο διαμένουν. Αλλά όλοι οι νεότεροι ασθενείς από οποιοδήποτε υπότυπο του καρκίνου του πνεύμονα και αν έχουν, αν λάβουν μια επιθετική θεραπεία είναι πολύ πιθανό να αυξήσουν σημαντικά τις πιθανότητες επιβίωσής τους (Thandra et.al,2021).

2.Φύλο: Οι άντρες σε παγκόσμιο επίπεδο εμφανίζουν τις τετραπλάσιες πιθανότητες να διαγνωσθούν και να αποβιώσουν από τον καρκίνο του πνεύμονα σε σύγκριση με τις γυναίκες. Αυτή η ανισότητα οφείλεται στο γεγονός ότι οι άνδρες καπνίζουν σε μεγαλύτερη συχνότητα από τις γυναίκες, γεγονός όμως που αντιστρέφεται στις αναπτυσσόμενες χώρες, διότι οι γυναίκες αργότερα υιοθέτησαν καπνιστικές συνήθειες (Thandra et.al,2021).

Το ζήτημα αν είναι οι γυναίκες πιο ευάλωτες στο να αναπτύξουν καρκίνο του πνεύμονα είναι ακόμα και σήμερα αμφιλεγόμενο. Εμφανίζεται υψηλότερο ποσοστό καρκίνου του πνεύμονα σε γυναίκες σε αντίθεση με τους άντρες, ειδικά όταν εμφανίζουν αδενοκαρκινώματα θετικά στον EGFR. Οι γυναίκες είναι πιο πιθανό να εμφανίσουν διάφορες προδιαθεσικές μεταλλάξεις, όπως εκείνες που αφορούν τα γονίδια TP53 και CY1A1, καθώς επίσης εμφανίζουν υψηλότερο οικογενειακό κίνδυνο ανεξάρτητα από το εάν διαθέτουν ιστορικό καπνίσματος (Thandra et.al,2021).

Οι ορμόνες έχει εντοπιστεί ότι συμβάλλουν στην ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα, συγκεκριμένα αυτό γίνεται διότι οι υποδοχείς οιστρογόνων υπερεκφράζονται στα αδενοκαρκινώματα καθώς και οι αντι-οιστριγονικές ενώσεις παρουσιάζουν αρνητικά αντικαρκινικά αποτελέσματα σε in-vitro μελέτες. Υπάρχουν ποικίλες δυνάμεις συσχέτισης του καρκίνου του πνεύμονα με μεταβλητές που επηρεάζουν την έκθεση σε οιστρογόνα όπως είναι η

διάρκεια του εμμηνορροϊκού κύκλου, η ηλικία που εμφανίζεται η εμμηναρχία και η εμμηνόπαυση (Thandra et.al,2021).

3.Φυλή/Εθνικότητα: Στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, οι Αφροαμερικανοί άνδρες εμφανίζουν την υψηλότερη συχνότητα ανάπτυξης καρκίνου του πνεύμονα, με ποσοστό 87,9 ανά 100.000, σε αντίθεση με τους Ισπανόφωνους και τους Ασιάτες οι οποίοι εμφανίζουν αρκετά χαμηλότερα ποσοστά συγκεκριμένα 45,2 και 40,6 αντίστοιχα ανά 100.000 άνδρες. Η επίπτωση στις γυναίκες είναι μεγαλύτερη σε εκείνες που είναι Καυκάσιες με ποσοστό 57,6 ανά 100.000, ενώ οι Αφροαμερικανίδες είναι στο 50,1 ανά 100.000 και οι Ισπανόφωνες και οι Ασιάτισσες εμφανίζουν το ½ από την επίπτωση των Καυκάσιων Αμερικανίδων (25,2 και 27,9 αντίστοιχα) (Siegel et.al, 2020).

Για την έντονη αυτή διαφοροποίηση μεταξύ των εθνοτήτων φέρνει κυρίως το κάπνισμα καθώς και άλλοι γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες συμβάλλουν σημαντικά. Οι γυναίκες από την Κίνα έχουν τις ίδιες πιθανότητες με τις γυναίκες της Δυτικής Ευρώπης να διαγνωστούν με καρκίνο του πνεύμονα, παρόλο που οι πρώτες καπνίζουν ετησίως σημαντικά λιγότερο αριθμό τσιγάρων, αλλά η έκθεση στον καπνό και η αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση εξισορροπεί την μεταξύ τους διαφορά (Bray et al, 2018). Υπάρχουν επίσης διαφορές στην επιβίωση από τον καρκίνο του πνεύμονα ανάμεσα στα φύλα και συγκεκριμένα σε μειονότητες οι οποίες είναι λιγότερο πιθανό να λάβουν επιθετική θεραπεία κατά του καρκίνου του πνεύμονα καθώς και έχουν ελάχιστες πιθανότητες να συμμετάσχουν σε κλινικές δοκιμές, λόγω του χαμηλού εισοδήματος που διαθέτουν (Thandra et.al,2021).

4.Οικογενειακό Ιστορικό: Η διαφορετική εμφάνιση του καρκίνου του πνεύμονα ανάμεσα σε καπνιστές και μη-καπνιστές υποδηλώνει ότι υπάρχει ένα κληρονομικό στοιχείο που πυροδοτεί την ανάπτυξη του καρκίνου του πνεύμονα. Ένα θετικό οικογενειακό ιστορικό αυξάνει τον κίνδυνο κατά 1,7 φορές να αναπτύξει ένα άτομο καρκίνο του πνεύμονα σύμφωνα με μετα-αναλύσεις στην Ευρώπη. Ο κίνδυνος μπορεί να αυξηθεί κατά 2 με 4 φορές, αν το ιστορικό εντοπίζεται σε συγγενείς α' βαθμού και ακόμα αν ελέγχεται και ιστορικό καπνίσματος. (Kanwal et.al, 2017).

Πληθώρα μελετών έχουν αποδείξει ότι αρκετές παραλλαγές σε αρκετές χρωμοσωμικές περιοχές του γονιδιώματος GWAS, οι οποίες παραλλαγές συσχετίζονται με αυξημένο κληρονομικό κίνδυνο για την ανάπτυξη του

καρκίνου του πνεύμονα. Σε αυτές συγκαταλέγεται ο τόπος 5p15, στον οποίο συμπεριλαμβάνεται το γονίδιο για την αντίστροφη μεταγραφάση της τελομεράσης (TERT), ο τόπος 6p21 ο οποίος ρυθμίζει τη σηματοδότηση της πρωτεΐνης G αλλά και οι τόποι 15q25-26 που έχουν αποδειχθεί ότι αυξάνουν τον εθισμό στην νικοτίνη αλλά και την ευαισθησία στον καρκίνο του πνεύμονα. Στον καρκίνο του πνεύμονα δεν εντοπίζονται προδιαθεσικά σύνδρομα ή ειδικές γενετικές μεταλλάξεις. Η εξέταση και ο συνεχής έλεγχος του οικογενειακού ιστορικού μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στην αποτελεσματικότητα των προγραμμάτων πρώιμου προσυμπτωματικού ελέγχου (Thandra et.al,2021).

5^ο Κεφάλαιο- Ταξινόμηση Παραγόντων της IARC βάσει της Καρκινογόνου Επίδρασης στον Ανθρώπινο Οργανισμό

Ο Διεθνής Οργανισμός για την Έρευνα του Καρκίνου (IARC) έχει δημιουργήσει μια λίστα από παράγοντες οι οποίοι έχουν ταξινομηθεί ανάλογα με την ικανότητα τους να προκαλούν καρκίνο. Υπάρχουν 4 ομάδες στις οποίες ταξινομούνται οι ουσίες (IARC,2022):

- **Ομάδα 1:** Στην Ομάδα αυτή κατατάσσονται οι παράγοντες που είναι καρκινογόνοι για τον άνθρωπο και υπάρχουν επαρκή στοιχεία ότι είναι καρκινογόνα. Κατ' Εξίαιρεση υπάρχουν στην ομάδα μη επαρκή στοιχεία καρκινογένεσης στους ανθρώπους αλλά με πληθώρα στοιχείων ύστερα από μελέτη σε πειραματόζωα. Η Ομάδα αυτή περιέχει 122 παράγοντες. Μια ενδεικτική λίστα παραγόντων παρατίθενται στο παράρτημα II.
- **Ομάδα 2^A:** Στην Ομάδα αυτή κατατάσσονται οι παράγοντες που είναι πιθανόν καρκινογόνοι για τον άνθρωπο και υπάρχουν σχεδόν επαρκή στοιχεία ότι είναι καρκινογόνα. Στην ομάδα αυτή κατατάσσονται και παράγοντες με επιβεβαιωμένη καρκινογένεση σε πειραματόζωα. Η Ομάδα αυτή περιέχει 93 παράγοντες. Μια ενδεικτική λίστα παραγόντων παρατίθενται στο παράρτημα II.
- **Ομάδα 2^B:** Στην Ομάδα αυτή κατατάσσονται οι παράγοντες που είναι δυνητικά καρκινογόνοι για τον άνθρωπο και υπάρχουν όχι και τόσο επαρκή στοιχεία ότι είναι καρκινογόνα. Στην ομάδα αυτή κατατάσσονται και παράγοντες με επιβεβαιωμένη καρκινογένεση ή και μη σε πειραματόζωα. Η Ομάδα αυτή περιέχει 319 παράγοντες.
- **Ομάδα Γ:** Στην Ομάδα αυτή κατατάσσονται οι παράγοντες που έχουν αποδειχθεί ότι δεν έχουν κάποια καρκινογόνο επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό. Η Ομάδα αυτή περιέχει 501 Παράγοντες

Κεφάλαιο 6^ο-Καρκινογενείς Παράγοντες Εργασιακού Χώρου που συνδέονται με την ανάπτυξη Καρκίνου του Πνεύμονα

Οι τρεις κύριες μορφές επαγγελματικού καρκίνου είναι ο καρκίνος του πνεύμονα, το μεσοθήλιωμα και η λευχαιμία, με τον καρκίνο του πνεύμονα να εντοπίζεται πιο συχνά στο εργασιακό περιβάλλον. Δεν είναι εύκολο να ανιχνευθεί το ακριβές ποσοστό των εργαζόμενων που έχουν αποκτήσει καρκίνο του πνεύμονα ύστερα από καρκινογόνους παράγοντες στο χώρο εργασίας τους. Συγκεκριμένα υπάρχουν τέσσερις παράγοντες που επηρεάζουν τον αριθμό των εργαζόμενων που απέκτησαν καρκίνο του πνεύμονα. Αυτοί είναι α) Η διάρκεια της έκθεσης στον καρκινογόνο παράγοντα, β) το ιστορικό και γενετικό υπόβαθρο του κάθε εργαζόμενου γ) Η ένταση της έκθεσης καθώς και δ) αν διαθέτει ο εργαζόμενος ιστορικό καπνίσματος, δηλαδή αν στο παρελθόν του ή και στο παρόν του αποτελούσε ή αποτελεί καπνιστής είτε ενεργητικός ή παθητικός (Spyratos et.al,2013).

Οι επαγγελματικοί παράγοντες /δραστηριότητες που σχετίζονται με τον αυξημένο κίνδυνο για την ανάπτυξη του καρκίνου του πνεύμονα είναι (Spyratos et.al,2013):

- A. Η χρήση και η εξόρυξη του αμιάντου στον χώρο της βιομηχανίας και της κατασκευής. Ιδίως η παραγωγή προϊόντων αμιαντοτσιμέντου, η χρήση της θερμικής και ηλεκτρικής μόνωσης σε κατασκευές και ναυπηγεία καθώς και στα κλωστοϋφαντουργεία αποτελούν εργασιακοί χώροι στους οποίους ο εργαζόμενος εκτίθεται σε αμιάντο. Οι μακριές και λεπτές ίνες αμιάντου έχει βρεθεί ότι αποτελεί προγνωστικό παράγοντα θνησιμότητας από τον καρκίνο του πνεύμονα. Ο χρυσοτίλης αμιάντος θεωρείται ως η λιγότερη καρκινογόνα μορφή αμιάντου.
- B. Η χρήση του Αρσενικού και των ενώσεών του στη γεωργική βιομηχανία, στη παραγωγή γυαλιού, στα εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα και στα φυτοφάρμακα.
- C. Η χρήση του Βηρυλλίου και του οξειδίου του Βηρυλλίου στην τεχνολογία πυρηνικών, στην τεχνολογία ακτινών Χ, καθώς επίσης με τη μορφή

κράμματος μαζί με τον χαλκό χρησιμοποιείται συχνά στην αεροδιαστημική τεχνολογία.

- D. Η χρήση του δις (χλωρομεθυλ) αιθέρα στην Παρασκευή πλαστικών, ρητινών και πολυμερών ανταλλαγής ιόντων.
- E. Η χρήση του Καδμίου σε συνδυασμό με το Νικέλιο στη βιομηχανία για την παραγωγή μπαταριών. Εκτός από τη παραγωγή μπαταριών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία σταθεροποιητών για τα πλαστικά, στις επιμεταλλώσεις με τη χρήση κράματος Ni-Cd.
- F. Η έκθεση σε ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά τη ζωγραφική ή το βάψιμο. Συγκεκριμένα το χρώμα ζωγραφικής είναι πλούσιο σε υλικά όπως είναι ο μικροκρυσταλλικός Άνθρακας, το πυρίτιο, οι αζωχρωστικές ουσίες που βασίζονται σε αρωματικές αμίνες και το διοξείδιο του Τιτανίου. Εκτός από το χρώμα και οι διάφοροι διαλύτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται κατά τη ζωγραφική ενοχοποιούνται για την παραγωγή καρκινικών κυττάρων στον ανθρώπινο οργανισμό.
- G. Η έκθεση σε Νικέλιο μέσω της εργασίας σε βιομηχανίες εξόρυξης, τήξης και διύλισης, στη παραγωγή ανοξειδωτού χάλυβα με τη μορφή κραμάτων. Οι εργαζόμενοι στο παρελθόν των εργοστασίων ήταν εκτεθειμένοι στο αδιάλυτο Νικέλιο ενώ στο παρόν οι εργάτες εκτίθενται στο διαλυτό Νικέλιο.
- H. Η έκθεση στο Χρώμιο (VI), το οποίο εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της παραγωγής, συγκόλλησης και τη χρήσης των μετάλλων και των κραμάτων που περιέχουν χρώμιο τα οποία αξιοποιούνται στη παραγωγή μεταλλικών προϊόντων σε μηχανήματα και γενικότερα σε εξοπλισμό μεταφοράς. Εκτός από τα προηγούμενα το χρώμιο αξιοποιείται στην δημιουργία χρωστικών, καταλυτών, μαυριστικών παραγόντων καθώς και στα φυτοφάρμακα.
- I. Η έκθεση στη σκόνη πυριτίου καθώς και στη κρυσταλλική του μορφή. Εντοπίζονται στο εμπόριο 3 μορφές προϊόντων πυριτίου. Το πρώτο είναι το χαλίκι και η άμμος τα οποία χρησιμοποιούνται στη παραγωγή γυαλιού, κεραμικών καθώς και χυτηρίων. Κατόπιν είναι οι κρύσταλλοι χαλαζία που εντοπίζονται κυρίως σε κοσμήματα, σε ηλεκτρονικά και προϊόντα οπτικής. Και τέλος είναι οι διατομίτες που εντοπίζονται σε βιομηχανίες χρωμάτων και χαρτοποιίες. Οι εργάτες που έρχονται σε

άμεση επαφή με θρυμματισμένη πέτρα και αμμοβολές δηλαδή οι εργαζόμενοι κυρίως σε λατομεία και ορυχεία. Η πυριτίαση αποτελεί επιβαρυντικό παράγοντα για την εξέλιξη του καρκίνου του πνεύμονα.

- J. Οι εργαζόμενοι στη παραγωγή αλουμινίου, οι οποίοι εκτίθενται άμεσα σε πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες, στο διοξείδιο του θείου, σε Νικέλιο, Χρώμιο, σε διάφορες ενώσεις αλουμινίου καθώς και σε φθοριούχα.

Πίνακας 2. Λίστα Καρκινογόνων Παραγόντων που σχετίζονται με την ανάπτυξη του Καρκίνου του Πνεύμονα (Spyratos et.al,2013).

Παραγωγή αλουμινίου
Αρσενικό και ανόργανες ενώσεις αρσενικού
Αμίαντος (όλες οι μορφές)
Βηρύλλιο και ενώσεις βηρυλλίου
Δις (χλωρομεθυλ) αιθέρας. χλωρομεθυλομεθυλαιθέρας
Κάδμιο και ενώσεις καδμίου
Ενώσεις χρωμίου(VI).
Άνθρακας, εκπομπές εσωτερικών χώρων από οικιακή καύση
Αεριοποίηση άνθρακα
Λιθανθρακόπισσα
Παραγωγή οπτάνθρακα
Εξάτμιση κινητήρα, ντίζελ
Εξόρυξη αιματίτη (υπόγεια)
Θεμελίωση σιδήρου και χάλυβα
ΜΟΡΡ (μίγμα βινκριστίνης-πρεδνιζόνης-αζώτου μουστάρδας προκαρβαζίνης)
Ενώσεις νικελίου
Βάψιμο Εσωτερικών Χώρων
Πλουτώνιο
Ραδόνιο-222 και τα προϊόντα διάσπασής του
Βιομηχανία παραγωγής καουτσούκ

Σκόνη πυριτίου, κρυσταλλική
Αιθάλη
Αέριο Μουστάρδας
Καπνός τσιγάρου, παθητικός
Ακτινοβολία Χ, ακτινοβολία γάμμα

6.1. Βηρύλλιο

Το βηρύλλιο (Be) ή Γλυκίνιο (μέχρι το 1957 ίσχυε η συγκεκριμένη ονομασία), είναι ένα χημικό στοιχείο το οποίο είναι το ελαφρύτερο μέλος των μετάλλων της Αλκαλικής Γαίας της Ομάδας 2 (IIa) του Περιοδικού Πίνακα. Χρησιμοποιείται κυρίως στη μεταλλουργία ως σκληρυντικός παράγοντας καθώς και εφαρμόζεται σε πυρηνικά καθώς και στην αεροδιαστημική τεχνολογία (Hanusa,2021). Το Βηρύλλιο αποτελεί ένα γκρι μέταλλο το οποίο εμφανίζει ευθραυστότητα σε θερμοκρασία δωματίου και οι ιδιότητες του μοιάζουν σημαντικά με τις ιδιότητες του Αλουμινίου. Δεν εμφανίζεται ελεύθερο στη φύση. Το βηρύλλιο εντοπίζεται σε 2 ειδών ορυκτά, στον βήρυλλο και στο σμαράγδι, ορυκτά που ήταν γνωστά από τους αρχαίους Αιγύπτιους (Britannica,2021).

Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	4
Ατομικό Βάρος	9.0121831
Σημείο Τήξης	1,287° C
Σημείο Βρασμού	2,471 ° C
Ειδικό Βάρος	1.85 στους 20° C
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	1s ² 2s ²

Πίνακας 3: Ιδιότητες Στοιχείου Βηρυλλίου (Britannica,2021)

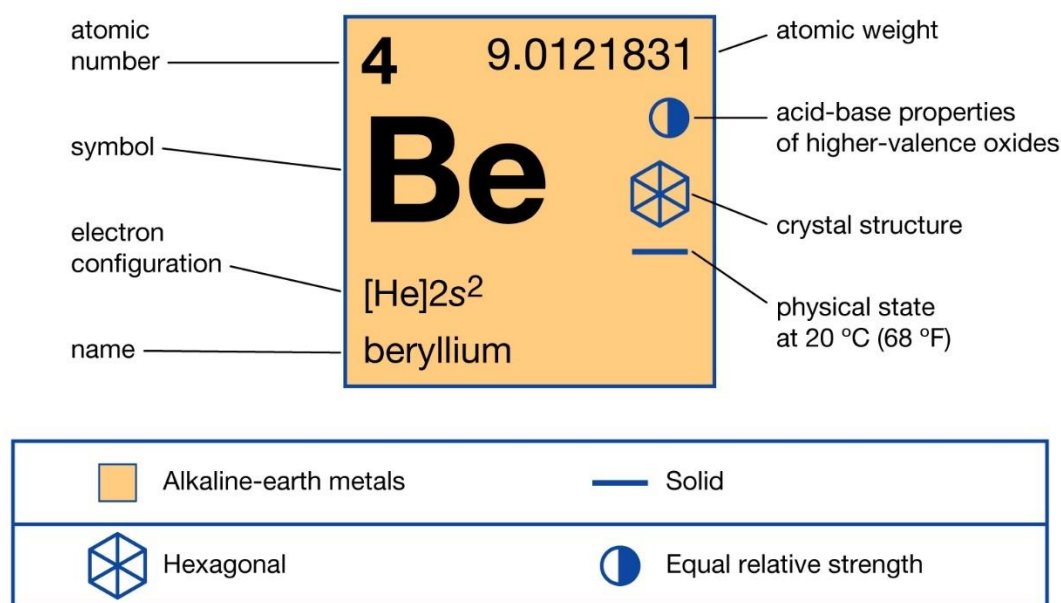
Υπήρχε η υποψία από την αρχαιότητα ότι τα 2 αυτά ορυκτά έχουν μια κοινή σύσταση αλλά επιβεβαιώθηκε οριστικά κατά τον 18^ο Αιώνα, και έκτοτε το σμαράγδι ορίζεται ως μια πράσινη ποικιλία βηρυλλίου. Το 1798 ανακαλύφθηκε το βηρύλλιο ανακαλύφθηκε ως οξείδιο από τον Γάλλο χημικό Nicolas-Louis Vauquelin σε βήρυλλο και σε σμαράγδια και το 1828 απομονώθηκε ως μέταλλο

ανεξάρτητα από τον Γερμανό χημικό Friedrich Wöhler και τον Γάλλο χημικό Antoine A.B. Bussy, μέσω της αναγωγής του χλωρίου του βηρυλλίου με κάλιο. Το βηρύλλιο έχει ευρεία κατανομή στον φλοιό της Γης και εκτιμάται ότι σε ποσοστό 0,0002% εμφανίζεται στα πυριγενή πετρώματα της Γης. Η κοσμική του αφθονία είναι 20 στην κλίμακα στην οποία το πρότυπο χημικό στοιχείο, το πυρίτιο, είναι 1.000.000. Οι Ηνωμένες Πολιτείες αποτελούν τον μεγαλύτερο παραγωγό βηρυλλίου έχοντας στη κατοχή τους το 60% του παγκόσμιου ποσοστού του. Άλλες μεγάλες χώρες παραγωγής Βηρυλλίου αποτελούν η Μοζαμβίκη, η Κίνα αλλά και η Βραζιλία (Hanusa,2021).

Έχουν εντοπιστεί γύρω στα 30 διαφορετικά αναγνωρισμένα ορυκτά τα οποία περιέχουν βηρύλλιο, ανάμεσα στα οποία ανήκει ο βήρυλλος ($\text{Al}_2\text{Be}_3\text{Si}_6\text{O}_{18}$, ένα πυριτικό αργίλιο βηρυλλίου), ο βερτραντίτης ($\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$, ένα πυριτικό βηρύλλιο), ο φαινακίτης (Be_2SiO_4) και ο χρυσοβερύλλιος (BeAl_2O_4). Οι πολύτιμες μορφές βηρυλλίου, του σμαραγδιού και της ακουαμαρίνης, διαθέτουν σύνθεση η οποία μοιάζει σημαντικά με τις προαναφερθείσες, αλλά στα βιομηχανικά μεταλλεύματα υπάρχει πολύ λιγότερο βηρύλλιο· το μεγαλύτερο μέρος του βηρυλλίου λαμβάνεται ως υποπροϊόν άλλων εργασιών εξόρυξης, με τους μεγαλύτερους κρυστάλλους να διαλέγονται με το χέρι. Το βηρύλλιο και ο βερτραντίτης έχουν βρεθεί σε επαρκείς ποσότητες ώστε να αποτελούν εμπορικά μεταλλεύματα μέσω των οποίων μπορεί να παραχθεί με βιομηχανικές διεργασίες το υδροξείδιο του βηρυλλίου ή το οξείδιο του βηρυλλίου. Η εξόρυξη του βηρυλλίου περιπλέκεται από το γεγονός ότι το βηρύλλιο είναι ένα δευτερεύον συστατικό στα περισσότερα μεταλλεύματα και συγκεκριμένα το βηρύλλιο εντοπίζεται 1 τις εκατό κατά μάζα στον βερτραντίτη και 5 τις εκατό κατά μάζα και στο καθαρό βηρύλλιο και συνδέεται άρρηκτα με το οξυγόνο. Ποικίλες διεργασίες όπως, η επεξεργασία με οξέα, το καβούρδισμα με σύμπλοκα φθοριούχα και η εκχύλιση υγρού-υγρού έχουν χρησιμοποιηθεί όλα για τη συμπύκνωση του βηρυλλίου στην μορφή του υδροξειδίου του βηρυλλίου. Το υδροξείδιο μετατρέπεται σε φθόριο μέσω φθοριούχου βηρυλλίου αμμωνίου και στη συνέχεια θερμαίνεται με μαγνήσιο για να σχηματίσει το βηρύλλιο στη στοιχειώδη του μορφή. Εναλλακτικά, το υδροξείδιο μέσω της θέρμανσης μετατρέπεται σε οξείδιο, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να υποστεί επεξεργασία με άνθρακα και χλώριο για να σχηματίσει χλωριούχο βηρύλλιο.

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ηλεκτρόλυση του τηγμένου χλωριδίου για την παραγωγή του μετάλλου. Το στοιχείο καθαρίζεται με τήξη κενού (Hanusa,2021).

Beryllium



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 11: Το Χημικό Στοιχείο Βηρύλλιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του (Hanusa,2021)

Το βηρύλλιο είναι εφικτό να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα διαμέσου της σκόνης, των ηφαιστειακών σωματιδίων της καύσης άνθρακα και του μαζούτ. Το Βηρύλλιο ως στοιχείο δεν αποικοδομείται στο περιβάλλον απλά αλλάζει μορφή. Τα σωματίδια Βηρυλλίου στην ατμόσφαιρα ή θα καθιζάνουν ή θα απομακρυνθούν μέσω των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων. Ο ετήσιος μέσος όρος της συγκέντρωσης του βηρυλλίου στον ατμοσφαιρικό αέρα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής είναι συνήθως κάτω από 0,2 ng/m³ (EPA 2018). Στον αστικό αέρα όμως η συγκέντρωση του Βηρυλλίου είναι αρκετά υψηλότερη λόγω της καύσης άνθρακα και του μαζούτ. Στον εσωτερικό αέρα και εξωτερικό αέρα του σπιτιού στη Νέα Υόρκη και το Λος Άντζελες σύμφωνα με την έρευνα των Sax et.al 2006, η συγκέντρωση βηρυλλίου στον αέρα του εσωτερικού σπιτιού ήταν 0,0015 ng/m³ για τη Νέα Υόρκη και 0,0018 ng/m³ στο Λος Άντζελες; η μέση συγκέντρωση στον αέρα έξω από το σπίτι ήταν 0,0028 ng/m³ στη Νέα Υόρκη και 0,0018 ng/m³ στο Λος Άντζελες (Sax et.al 2006).

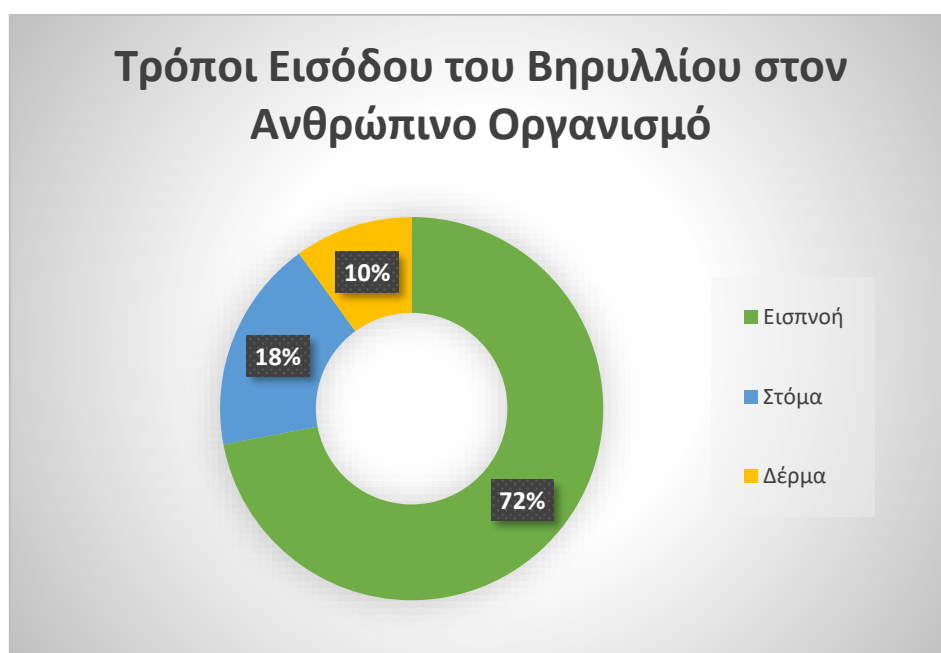
Το Βηρύλλιο μπορεί να απελευθερωθεί στους υδάτινους αποδέκτες διάμεσου της διάβρωσης του εδάφους και των πετρωμάτων. Η είσοδος του Βηρυλλίου γίνεται στην επιφάνεια του νερού και του εδάφους και στη συνέχεια θα συγκρατηθεί από τα ιζήματα και το έδαφος και θα παραμείνει ακίνητο. Τα δείγματα ποσίου νερού που ελήφθησαν ως μέρος μιας αναθεώρησης των εθνικών κανονισμών, ανιχνεύθηκε ότι το πόσιμο νερό περιέχει βηρύλλιο σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,002 έως 2000 µg/L (0,000002 έως 0,2 mg/L) (EPA 2016). Παρόλο που το Βηρύλλιο ανιχνεύεται στο έδαφος και στο νερό ή έκθεση σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις του στοιχείου αυτού ανιχνεύονται στον εργασιακό χώρο. Συγκεκριμένα άτομα που εργάζονται σε βιομηχανίες και εργοστάσια που κατασκευάζουν και ανακτούν Βηρύλλιο, έχουν μεγαλύτερες πιθανότητες να εκτεθούν μέσω της εισπνοής σε υψηλές συγκεντρώσεις Βηρυλλίου σε αντίθεση με τις μη επαγγελματικές ομάδες. Η έκθεση στο χώρο του σπιτιού στο βηρύλλιο μπορεί να επιτευχθεί διαμέσου της μεταφοράς ενδυμάτων εργασίας επιμολυσμένων με Βηρύλλιο. Ο γενικός πληθυσμός μπορεί να εκτεθεί σε ίχνη Βηρυλλίου μέσω της εισπνοής αέρα, της κατανάλωσης νερού και τροφίμων, τυχαία κατάποση συστατικών εδάφους (ίλος) καθώς και η επαφή του δέρματος με αέρα, νερό ή έδαφος το οποίο να περιέχει σημαντική συγκέντρωση Βηρυλλίου. Οι κάτοικοι που ζουν κοντά σε πηγές εκπομπών Βηρυλλίου όπως είναι οι εγκαταστάσεις παραγωγής Βηρυλλίου ή οι χώροι αστικών απορριμμάτων είναι πολύ πιθανό να τους εκθέσει σε υψηλές συγκεντρώσεις Βηρυλλίου. Οι οδοντοτεχνίτες μπορούν να εκτεθούν σε Βηρύλλιο μέσω της εισπνοής (ATSDR,2022).

Τα άτομα που εργάζονται στην αεροναυπηγική και στην αεροναυπηγική βιομηχανία εκτίθενται στο βηρύλλιο μέσω υψομέτρων, συστημάτων πέδησης, δακτυλίων, και ρουλεμάν για όργανα προσγείωσης (Kreiss et al. 2007). Το βηρύλλιο έχει εντοπιστεί σε τουλάχιστον 540 επικίνδυνες τοποθεσίες αποβλήτων, στις οποίες οι μετρήσεις σε έδαφος και νερό ξεπερνούν κατά μεγάλο βαθμό τα όρια που έχουν θεσμοθετηθεί (ATSDR,2022).

6.1.1 Οι επιπτώσεις στην Υγεία

Περίπου 66.000 εργαζόμενοι στην ΕΕ εκτιμάται ότι είναι δυνητικά εκτεθειμένοι σε βηρύλλιο. Θεωρούνται καρκινογόνοι για τον άνθρωπο (κατηγορίας 1 κατά το IARC) και προκαλούν ευαισθητοποίηση, οξεία και χρόνια πνευμονική νόσο (μερικές φορές αποκαλείται βηρυλλίωση) και καρκίνο του πνεύμονα (Roadmap on Carcinogenes,2019).

Σύμφωνα με την έρευνα της Agency for Toxic Substances and Disease Registry οι κύριοι τρόποι με τους οποίους το Βηρύλλιο εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό είναι μέσω της εισπνοής (72%), μέσω του στόματος (18%) και μέσω του δέρματος (10%).



Διάγραμμα 1: Τρόποι Εισόδου του Βηρυλλίου στον Ανθρώπινο Οργανισμό

Αλλαγές στο βάρος σώματος ύστερα από την επαφή του δέρματος έχει παρατηρηθεί σε ποικίλες έρευνες και σε ανθρώπους και σε ζώα. Συγκεκριμένα μια έρευνα που είχε γίνει σε μαϊμούδες, όπου είχαν εκτεθεί για σύντομο διάστημα σε 13 mg βηρυλλίου/m³

ως όξινο φωσφορικό βηρύλλιο για 8–10 ημέρες, 0,184 mg βηρυλλίου/m³ ως φθοριούχο βηρύλλιο για 7–18 ημέρες ή 0,198 mg βηρυλλίου/m³ ως θειικό βηρύλλιο για 7 ημέρες έχασαν 8–34, 19–23 ή 24%, αντίστοιχα, του αρχικού

σωματικού τους βάρους. Ποντίκια εκτεθειμένα σε 4,3 mg βηρυλλίου/m³ ως τετραένυδρο θειικό βηρύλλιο για 14 ημέρες είχαν μείωση έως 13% στο σωματικό τους βάρος (ATSDR,2022).

Μελέτες σε ανθρώπους και ζώα δείχνουν ότι η αναπνευστική οδός είναι ο πρωταρχικός στόχος του Βηρυλλίου και συγκεκριμένα της τοξικής του δράσης μετά από έκθεση μέσω της εισπνοής. Η έκθεση αυτή μπορεί να προκαλέσει στα άτομα οξεία νόσο του Βηρυλλίου (Acute Beryllium Disease,ABD)ή και χρόνια νόσο του Βηρυλλίου (Chronic Beryllium Disease,CBD), οι οποίες ασθένειες προκαλούνται από τις αντιδράσεις του ανοσοποιητικού συστήματος που έχουν ως όργανα-στόχους τους πνεύμονες (ATSDR,2022).

Μελέτες σε χώρους εργασίας κατέδειξαν εμφάνιση εξανθημάτων στο δέρμα ύστερα από έκθεση σε Βηρύλλιο. Βέβαια οι έρευνες έδειξαν ότι τα εξανθήματα προκλήθηκαν από πολλές οδούς (εισπνοή, δέρμα κοκ) και όχι από μια και μόνο αποκλειστικά. Δύο μελέτες διεξήγαγαν βιοψίες δέρματος σε εργαζόμενους και εντόπισαν κοκκιώματα τα οποία περιείχαν μέσα Βηρύλλιο. (McConnochie et al. 1988; Williams et al. 1987). Στη Williams et al. (1987) μελέτη, 26 εργάτες σε βιομηχανία Βηρυλλίου είχαν τεκμηριωθεί δερματικές βλάβες που προέκυψαν από κοψίματα και εκδορές που υπέστησαν κατά την εργασία. Οι βιοψίες δέρματος έξι εργαζομένων έδειξαν ότι οι κοκκιωματώδεις βλάβες του δέρματος περιείχαν βηρύλλιο. Οκτώ άλλοι εργαζόμενοι είχαν μόνο δερματικές βλάβες. Δώδεκα από τους εργαζόμενους είχαν μη ειδική φλεγμονή του δέρματος χωρίς κοκκίωμα (Williams et al. 1987).

42 περιστατικά σε εργαζόμενους κατέγραψαν διάφορες δερματολογικές ανωμαλίες (δηλαδή, δερματίτιδα εξ επαφής και δερματικά έλκη) λόγω έκθεσης σε βηρύλλιο και συγκεκριμένα εκτέθηκαν σε θειικό βηρύλλιο, φθοριούχο βηρύλλιο ή οξυφθοριούχο βηρύλλιο. Τα περιστατικά δερματίτιδας εξ επαφής χαρακτηρίστηκαν ως ανοιδηματώδης, βλατιδωτιδική δερματίτιδα. Η επιπεφυκίτιδα εμφανίστηκε μόνο ως εκπλύσιμο έγκαυμα ή σε συνδυασμό με δερματίτιδα εξ επαφής του προσώπου. Το έλκος εμφανίστηκε μόνο μετά από κατά λάθος απόξεση του δέρματος και παρατηρήθηκε κυρίως σε εργάτες θειικού βηρυλλίου. Αυτά τα έλκη ξεκίνησαν ως μικρές, σκληρυμένες βλατίδες οι

οποίες περιβάλλονταν από μια περιοχή ερυθήματος που αργότερα είχαν υποστεί νέκρωση (ATSDR,2022).

Σύμφωνα με έναν σημαντικό αριθμό επιδημιολογικών μελετών έγινε έρευνα του επιπολασμού της ευαισθητοποίησης στο βηρύλλιο από εργαζόμενους. Σύμφωνα με την έρευνα των Newman et.al (2005), περιγράφει την ευαισθητοποίηση του βηρυλλίου ως μια ειδική ανοσοαπόκριση από κύτταρα για το βηρύλλιο, συγκεκριμένα προκαλούμενη από ειδικά T λεμφοκύτταρα τα οποία αναγνωρίζουν το βηρύλλιο ως αντιγόνο και πυροδοτούν τον κυτταρικό πολλαπλασιασμό, την απελευθέρωση φλεγμονωδών μεσολαβητών και συσσώρευση φλεγμονωδών κυττάρων στο όργανο-στόχο. Η ευαισθητοποίηση του βηρυλλίου δεν συνδέεται άρρηκτα και μπορεί να εμφανιστεί χωρίς να εκδηλωθούν συμπτώματα. Επίσης η ευαισθητοποίηση στο βηρύλλιο ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο έκθεσης στο βηρύλλιο (Newman et.al, 2005).

Τα πιο υψηλά ποσοστά ευαισθητοποίησης στο βηρύλλιο εντοπίστηκαν σε εργαζόμενους που απασχολούνταν με τη παραγωγή του βηρυλλίου, όπου κυμαίνονταν από 7 ως και 19% (Donovan et.al, 2007). Πολλές μελέτες έχουν εντοπίσει ότι η ευαισθητοποίηση και η ασθένεια στο βηρύλλιο είναι πάρα πολύ πιθανό να εμφανιστούν μέσα στο πρώτο έτος της έκθεσης στο βηρύλλιο (Donovan et al. 2007; Newman et al. 2005; Schuler et al. 2012). Οι Newman et al. (2001) ανίχνευσαν ότι το 6,7% των νέων εργαζόμενων (οι οποίοι εργάζονταν στο εργοστάσιο για μικρότερο χρονικό διάστημα από 1 έτος) είχαν ευαισθητοποιηθεί, συγκεκριμένα είχαν εργαστεί για λιγότερο από 3 μήνες όταν εξετάστηκαν και δεν είχαν στο παρελθόν εκτεθεί στο βηρύλλιο. Οι Donovan et.al (2007) εντόπισαν τον επιπολασμό σε εργαζόμενους από 3 εγκαταστάσεις όπου κυμαινόταν από 12-15% για τους εργαζόμενους οι οποίοι εργάζονταν για λιγότερο από 1 έτος σε σύγκριση με 7,4-11% για του εργαζόμενους που εργάζονταν για περισσότερο από 1 έτος. Μάλιστα ο επιπολασμός κορυφώθηκε στους 4 με 8 μήνες στο πρώτο έτος έκθεσης, όπου ο συνολικός επιπολασμός ήταν 22%. Οι Donovan et al. (2007), σε μια μελέτη εργαζομένων όπου απασχολούνταν σε εργοστάσιο παραγωγής ράβδων και συρμάτων εντόπισαν το υψηλότερο επιπολασμό ευαισθητοποίησης στο βηρύλλιο σε εργαζόμενους με μικρότερο από 1 έτος έκθεσης (13%) σε σύγκριση με μεγαλύτερο διάστημα

έκθεσης (7%). (Schuler et al. 2005). Μια άλλη μελέτη εργαζομένων στην παραγωγή βηρυλλίου βρήκε υψηλότερο επιπολασμό στους εργαζόμενους που εκτέθηκαν για <4 μήνες (16,7%), στους 4–8 μήνες (15,0%) και αυτοί σε σύγκριση με 9,8% συνολικά (Schuler et al. 2012).

6.1.2 Όρια Έκθεσης Βηρυλλίου

- Ο κανονισμός του Ευρωπαϊκού Οργανισμού για την Ασφάλεια και την Υγεία (OSHA) στην Εργασία είναι 8ώρος χρονοσταθμισμένος μέσος όρος (TWA) 2 μικρογραμμάρια Βηρυλλίου ανά κυβικό μέτρο στον αέρα.
- Ένας εργαζόμενος δεν θα πρέπει να εκτίθεται σε συγκεντρώσεις του Βηρυλλίου και των ενώσεών του σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των $5\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Το μέγιστο επίπεδο αιχμής στα 30 λεπτά είναι $25\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Το Εθνικό Ινστιτούτο Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας (NIOSH) συνιστά το Βηρύλλιο να αντιμετωπίζεται ως δυνητικά καρκινογόνο και προτείνει ένα TWA 10 ωρών να μην ξεπερνά τα $0,5\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ATSDR, 2022).

6.1.3 Μέτρα Προστασίας

Αρχικά είναι σημαντικό να εξετάζονται οι εργαζόμενοι να μην εμφανίζουν πρώιμα συμπτώματα έκθεσης και εισπνοής σκόνης Βηρυλλίου όπως είναι (Roadmap on Carcinogenes,2019).:

- Δύσπνοια
- Ανεξήγητος Βήχας
- Κόπωση
- Εφιδρώσεις
- Πυρετό και
- Απώλεια Βάρους.

Η έκθεση στο Βηρύλλιο και στις ενώσεις του μπορεί να μειωθεί σημαντικά με την χρήση τεχνικών μέτρων ελέγχου. Η χρήση αναπνευστήρων από τους εργαζόμενους είναι επιτακτική ανάγκη όταν οι έλεγχοι δεν μπορούν να μειώσουν σημαντικά τη συγκέντρωση του Βηρυλλίου στον αέρα, ιδίως όταν αυτή ξεπερνάει τα καθορισμένα όρια επαγγελματικής έκθεσης. Επιπρόσθετα είναι υποχρεωτική η χρήση των Μέσων Ατομικής Προστασίας ρουχισμού και εξοπλισμού (ΜΑΠ), όπως είναι τα προστατευτικά γάντια, τα καλύμματα παπουτσιών κ.α. Το προσωπικό πρέπει να πλένει συνέχεια το πρόσωπό του, τα χέρια του και τους βραχίονες πριν έρθουν σε επαφή με το γεύμα τους, η το κάπνισμα. Τέλος για τον καθαρισμό του εξοπλισμού και των δαπέδων εργασίας συστήνεται η χρήση ηλεκτρικών σκουπών σωματιδιακού κενού αέρος (HEPA Vaccums) αντί του πεπιεσμένου αέρα (Roadmap on Carcinogenes,2019).

6.2 Πλουτώνιο

Το Πλουτώνιο (Pu), αποτελεί ραδιενεργό χημικό στοιχείο της σειράς ακτινοειδών του περιοδικού πίνακα, με ατομικό αριθμό 94. Είναι το πιο σημαντικό υπερουράνιο στοιχείο, λόγω της χρήσης του ως καύσιμο σε ορισμένους τύπους πυρηνικών αντιδραστήρων και ως συστατικό σε πυρηνικά όπλα. Το Πλουτώνιο είναι ένα αργυρόχρωμο μέταλλο που παίρνει μια κίτρινη αμαύρωση στον αέρα (Morss,2019).

Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	94
Ατομικό Βάρος	241
Σημείο Τήξης	641° C
Σημείο Βρασμού	3,232 ° C
Ειδικό Βάρος	19,84 στους 25°C
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	[Rn]5f⁶7s²

Πίνακας 4: Ιδιότητες Στοιχείου Πλουτωνίου (Britannica,2019)

Το Πλουτώνιο ανιχνεύθηκε για πρώτη φορά το 1941 με την μορφή ισοτόπου συγκεκριμένα ως Πλουτώνιο-238 από τους Αμερικανούς χημικούς Glenn T. Seaborg, Joseph W. Kennedy και Arthur C. Wahl, οι οποίοι το παρήγαγαν με βομβαρδισμό δευτερονίων ουρανίου-238 στα 152 cm κυκλοτρόνια στο Μπέρκλεϋ της Καλιφόρνια. Το στοιχείο πήρε το όνομά του από τον τότε πλανήτη Πλούτωνα. Ίχνη Πλουτωνίου βρέθηκαν στη συνέχεια σε μεταλλεύματα ουρανίου, όπου δεν είναι αρχέγονο αλλά φυσικά παράγεται από ακτινοβολία νετρονίων (Morss,2019).

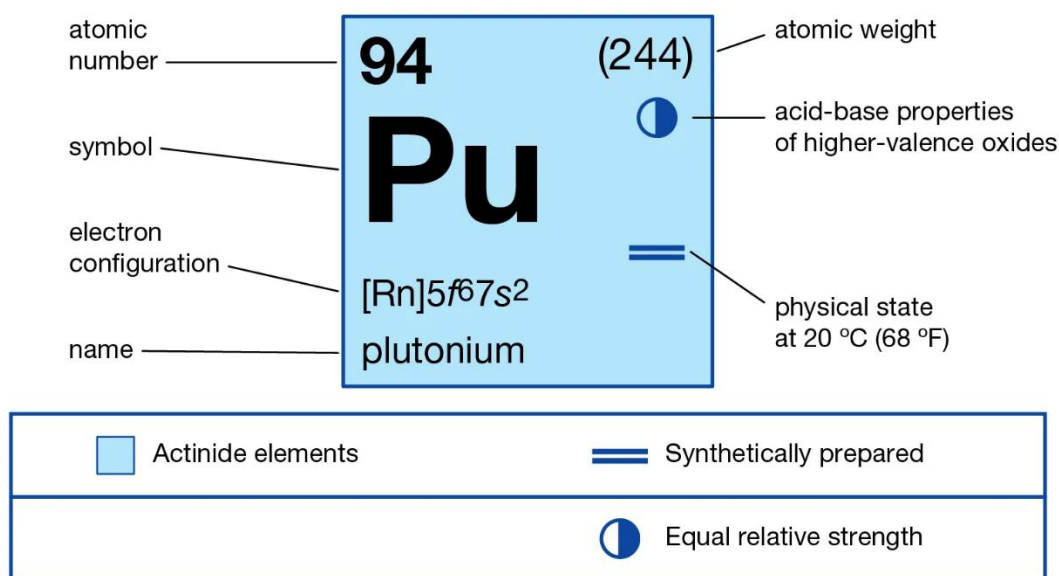
Αν και 20 ισότοπα του Πλουτωνίου, από το 228-247 Pu, έχουν εντοπιστεί, από αυτά τα 238Pu και 239Pu εκπέμπουν άλφα σωματίδια και είναι τα ισότοπα που εντοπίζονται πιο συχνά και έχουν μελετηθεί ευρέως για τις δυσμενείς επιπτώσεις τους στην υγεία των ανθρώπων. Το ισότοπο 239 Pu χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε όπλα σχάσης στις αρχές του 1945 και παράγεται κατά τη διάρκεια του βομβαρδισμού του Ουρανίου (235U) από Νετρόνια σε πυρηνικούς αντιδραστήρες. Σχεδόν το 1/3 της συνολικής ενέργειας που παράγεται σε έναν τυπικό εμπορικό πυρηνικό σταθμό προέρχεται από την σχάση του 239 Pu που παράγεται από το 235U. Ενώ το ισότοπο 238 Pu χρησιμοποιείται ως πηγή θερμότητας σε πυρηνικές μπαταρίες με απώτερο σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε συσκευές όπως είναι οι διαπλανητικοί ανιχνευτές και σε μη επανδρωμένα διαστημόπλοια (ATSDR,2019).

Όλα τα ισότοπα του Πλουτωνίου είναι ραδιενεργά. Το πιο σημαντικό είναι το πλουτώνιο 239 διότι είναι σχάσιμο, έχει μεγάλο χρόνο ημι-ζωής, περίπου 24.110 χρόνια, καθώς και μπορεί να παραχθεί σε σημαντικά μεγάλες ποσότητες σε αντιδραστήρες αναπαραγωγής με νετρονιακή ακτινοβολία από άφθονο αλλά μη σχάσιμο Ουράνιο-238. Η ποσότητα (κρίσιμη μάζα) που θα εκραγεί μετά την συγκέντρωση της, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη όταν αυτή ξεπερνάει τα 300 γραμμάρια (Morss,2019).

Το Πλουτώνιο καθώς και όλα τα στοιχεία με υψηλότερο ατομικό αριθμό αποτελούν ακτινολογικά δηλητήρια (Radiological poisons) λόγω της υψηλής εκπομπής της άλφα ακτινοβολίας αλλά και της ειδικής απορρόφησης τους στον μυελό των οστών. Η μέγιστη ποσότητα που μπορεί να απορροφηθεί από έναν μέσο ενήλικο χωρίς να προκληθεί κάποια βλάβη στην υγεία του είναι

ίση με 0,008 microcurie. Το ^{242}Pu και το ^{244}Pu είναι τα μακροβιότερα ισότοπα και χρησιμοποιούνται ευρέως στη μεταλλουργία και στη χημική έρευνα. Το ^{238}Pu μπορεί να αξιοποιηθεί σε ελαφρές και μακριάς διάρκειας (χρόνος ημι-ζωής= 87,7 χρόνια) θερμιονικές και θερμοηλεκτρικές συσκευές, όπου παράγει θερμότητα μέσω της ραδιενεργής διάσπασής του, αλλά και μπορεί να εντοπιστεί σε μπαταρίες διαστημοπλοίων για την παροχή θερμότητας (Morss,2019).

Plutonium



() indicates the mass of the longest-lived isotope.

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 12: Το Χημικό Στοιχείο Πλουτώνιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του.(Morss,2019)

Το Πλουτώνιο είναι ένα ρυθμιζόμενο υλικό από την κυβέρνηση και τον Διεθνή Οργανισμό Ατομικής Ενέργειας, το οποίο δεν έχει εμπορική χρήση και ελάχιστες ποσότητες από αυτό χρησιμοποιούνται σε ερευνητικά εργαστήρια. Το 2003 έχει εντοπιστεί ότι υπάρχουν παγκοσμίως 1855 μετρικοί τόνοι Πλουτωνίου, το μεγαλύτερο μέρος των οποίων εντοπίστηκε σε πυρηνικά καύσιμα σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Συγκεκριμένα έχει εκτιμηθεί ότι ο ρυθμός παραγωγής του Πλουτωνίου είναι 70 με 75 μετρικοί τόνοι. Οι κύριες πηγές πλουτωνίου στο περιβάλλον είναι από εκλύσεις ερευνητικών εγκαταστάσεων, πυρηνικά όπλα, δοκιμές καθώς και από ατυχήματα σε εγκαταστάσεις. Οι ατμοσφαιρικές δοκιμές των πυρηνικών όπλων μέχρι το 1980 όπου και σταμάτησαν να διενεργούνται, αποτελούσαν τις κύριες

πηγές πλουτωνίου, απελευθέρωσαν περίπου 10000 κιλά πλουτωνίου (ATSDR,2019).

Σε όλο τον κόσμο ανιχνεύονται ίχνη Πλουτωνίου (συμπεριλαμβανομένων των ^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu και ^{241}Pu), λόγω των ατμοσφαιρικών πυρηνικών δοκιμών. Μικρές ποσότητες ^{239}Pu ανιχνεύονται και σε φυσικά μεταλλεύματα ουρανίου, χωρίς να είναι εφικτή η εκχύλιση τους. Επιπλέον, μικρές ποσότητες ^{244}Pu εντοπίζονται στη φύση από υπολείμματα της πυροσύνθεσης που λαμβάνει χώρα σε φυσικούς αντιδραστήρες, όπως είναι ο φυσικός αντιδραστήρας Oklo στο έθνος της Γκαμπόν στην Αφρική, το οποίο υπήρχε πριν από 2 δισεκατομμύρια χρόνια. Το Πλουτώνιο που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια της Γης, διαμέσου της ξηρής και υγρής εναπόθεσης σε επιφανειακά νερά αλλά και στο έδαφος. Μια φορά να γίνει η προσρόφηση του Πλουτωνίου από το έδαφος και τα σωματίδια των ιζημάτων, μπορεί να βιοσυσσωρευτεί στις χερσαίες και τις υδρόβιες αλυσίδες τροφίμων (ATSDR,2019).

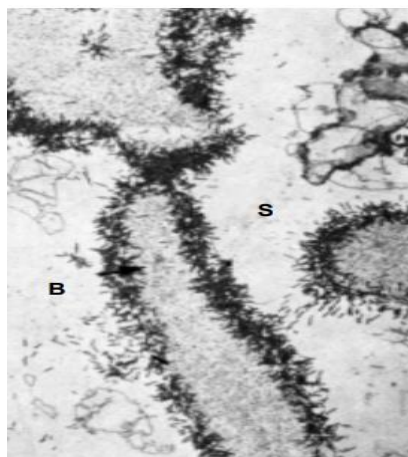
Οι άνθρωποι μπορούν να εκτεθούν στο Πλουτώνιο διαμέσου του αέρα, της κατανάλωσης νερού ή τροφής που περιέχει Πλουτώνιο. Ωστόσο τα επίπεδα Πλουτωνίου που ανιχνεύονται σε αυτούς τους οδούς έκθεσης είναι πολύ χαμηλά και εμφανίζουν μικρές επιπτώσεις για την υγεία. Οι μέσες τιμές του Πλουτωνίου στο έδαφος κυμαίνονται από 0,01 έως 0,1 picocurie ανά γραμμάριο εδάφους. Οι συγκεντρώσεις του Πλουτωνίου στον αέρα είναι επίσης μικρές και συγκεκριμένα κυμαίνονται από $1,6-3,8 * 10^{-6}$ pCi ανά κυβικό μέτρο αέρα (ATSDR,2019).

6.2.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Το Υπουργείο Υγείας και Ανθρώπινων Υπηρεσιών (DHHS), ο Διεθνής Οργανισμός Έρευνας για τον Καρκίνο (IARC) καθώς και το Γραφείο Αέρα και Ακτινοβολίας της EPA αναφέρουν ότι το Πλουτώνιο είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο. Η πιθανότητα να αναπτυχθεί καρκίνος ύστερα από έκθεση εξαρτάται από την ποσότητα Πλουτωνίου που εισέρχεται στο σώμα και προσβάλλει ορισμένους ιστούς και συστήματα οργάνων, το διάστημα παραμονής του στο σώμα. Συνήθως τα επίπεδα στα οποία εκτίθεται ο μέσος άνθρωπος στο Πλουτώνιο είναι πολύ χαμηλά και εμφανίζουν ελάχιστες συνέπειες για την υγεία

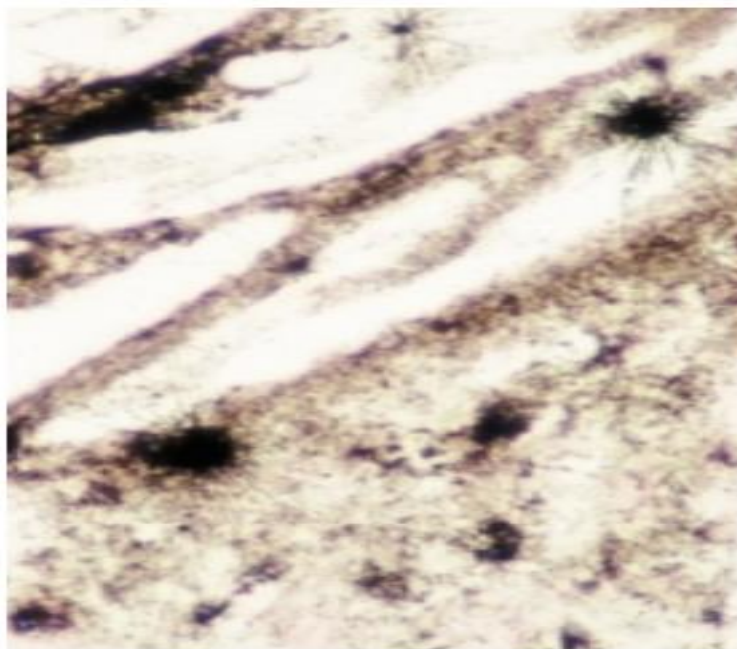
σε αντίθεση με τον εργαζόμενο. Η πληθώρα των επιδημιολογικών μελετών που ανέλυσαν τις επιπτώσεις έκθεσης σε Πλουτώνιο κυρίως σε εργαζόμενους που εργάζονται σε εγκαταστάσεις παραγωγής και επεξεργασίας Πλουτωνίου (ATSDR,2019).

Τα κύρια σημεία στόχοι του Πλουτωνίου ύστερα από έκθεσή του σε αυτό του ανθρώπινου σώματος είναι ο σκελετός, το συκώτι ύστερα από κατανάλωση τροφίμου ή νερού, ενώ ύστερα από εισπνοές εισέρχεται στους πνεύμονες και στους πνευμονικούς λεμφαδένες. Οι ιστοί λαμβάνουν υψηλές σχετικά δόσεις ακτινοβολίας και προκαλεί τοξικότητα, γεγονός που έχει τεκμηριωθεί από επιδημιολογικές μελέτες σε ανθρώπους και ζώα (ATSDR,2019).



Εικόνα 13: Κατανομή του εισπνεόμενου Πλουτωνίου στα Οστά, (Voeltz, 2000)

Εξετάστηκε σε μια ομάδα εργαζόμενων (N=326) στο Rocky Flats η συσχέτιση μεταξύ της έκθεσης σε Πλουτώνιο και της πνευμονικής ίνωσης. Στη μελέτη αξιολογήθηκαν τυχόν ανωμαλίες στην περιοχή του πνεύμονα διαμέσου των ακτινογραφιών ύστερα από έκθεση στο Πλουτώνιο. Οι δόσεις που είχαν εντοπιστεί στο δείγμα μελέτης ήταν 0 έως 28 Sv (με το 73% να είναι <1 Sv). Η υπο-ομάδα ατόμων που είχε εκτεθεί σε Πλουτώνιο >10Sv σε συνδυασμό με έκθεση σε ασβέστη είχε βρεθεί ότι εμφάνισαν ίνωση μετά από ένα σύντομο χρονικό διάστημα (ATSDR,2019).



Εικόνα 14: Κατανομή του εισπνεόμενου Πλουτωνίου στους Πνεύμονες, (Voeltz,2000)

Σε μια έρευνα που έγινε σε σκύλους ανιχνεύθηκε ότι ύστερα από έκθεση τους σε αερολύματα Πλουτωνίου εμφάνισαν σημαντικά μειωμένα λευκά αιμοσφαίρια. Επιπρόσθετα λεμφοπενία και ουδετεροπενία εμφανίστηκε ύστερα από τη πνευμονική εναπόθεση του $^{238}\text{PuO}_2$ καθώς και ύστερα από εισπνοή του $^{239}\text{PuO}_2$ σε συγκέντρωση 0,28 kBq/kg. Οι περισσότεροι από τους σκύλους στην έρευνα μετά την έκθεση εμφάνισαν μειωμένη διάρκεια ζωής αν και σε ορισμένοι από αυτούς επανήλθε στο φυσιολογικό η υγεία τους. Καμία αλλαγή δεν εμφανίστηκε στην συγκέντρωση και στη μορφολογία των ερυθροκυττάρων των σκυλιών ύστερα από την έκθεσή τους. Σε άλλη ανάλογη έρευνα με σκύλους ανιχνεύθηκε ότι εμφάνισαν οστεοδυστροφία από την ακτινοβολία ύστερα από λήψη μεγάλων ποσοτήτων Πλουτωνίου. Εκτός από την οστεοδυστροφία, εμφάνισαν και οστεοπόρωση και οστεοσκλήρωση ύστερα από έκθεσή τους σε 1,17 kBq/kg $^{238}\text{PuO}_2$. (ATSDR,2019).

6.2.2 Όρια Έκθεσης

Η Επιτροπή Πυρηνικών των ΗΠΑ (USNRC) έχει καθορίσει τα εξής όρια έκθεσης (ATSDR, 2019):

- 0,1 rem/ έτος για το ευρύ κοινό.
- 5 rem/έτος για τους εργαζόμενους οι οποίοι ενδέχεται να εκτεθούν σε ακτινοβολία και
- 0,5 rem για τη περίοδο της εγκυμοσύνης των εργαζόμενων γυναικών στον χώρο αυτό.

6.2.3 Μέτρα Προστασίας

Το Πλουτώνιο αποτελεί ένα εξαιρετικά ραδιοτοξικό στοιχείο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή ωφέλιμων προϊόντων αρκεί η αποθήκευσή του και ο χειρισμός του να γίνεται σωστά. Οι πιο αναγκαίοι παράγοντες που πρέπει να ληφθούν κατά τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση συστημάτων η λειτουργιών που αξιοποιούν Πλουτώνιο είναι (ΙΑΕΑ,1998):

- Αποφυγή Κρίσιμων Καταστάσεων
- Αποφυγή εκρήξεων και Πυρκαγιάς
- Αποφυγή εσωτερικής έκθεσης στο Πλουτώνιο
- Διασφάλιση και Διατήρηση της φυσικής προστασίας
- Διατήρηση των εξωτερικών εκθέσεων σε επίπεδα ALARA (As Low As Reasonably Achievable).

Η κύρια προσέγγιση για τον ασφαλή χειρισμό περιλαμβάνει πρακτικές ατομικής προστασίας και μηχανικούς ελέγχους όπως είναι η χρήση γαντιών, η χρήση συστημάτων απομακρυσμένου χειρισμού, γεωμετρικά ασφαλών δοχείων, φίλτρων HEPA και συστημάτων δυναμικού αερισμού. Περαιτέρω ζητήματα ασφάλειας περιλαμβάνουν διοικητικά πρότυπα και ελέγχους όπως η εκπαίδευση και η παρακολούθηση και άμεση αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω συμβάλλει στη υλοποίηση ενός επιτυχημένου σχεδίου ασφάλειας στον χώρο εργασίας (ΙΑΕΑ,1998).

Η αποθήκευση του Πλουτωνίου απαιτεί προσοχή σε αρκετούς παράγοντες όπως είναι η θερμότητα που μπορεί να προκληθεί η και τυχόν αέρια που μπορούν να απελευθερωθούν κατά την αποθήκευση. Η αποθήκευση μπορεί να επιτευχθεί όταν (IAEA,1998):

- Τηρούνται έλεγχοι μάζας και γεωμετρίας
- Υπάρχει ψύξη για τους θαλάμους αποθήκευσης
- Για μακροχρόνια αποθήκευση, μεγαλύτερη του ενός έτους, το πλουτώνιο αποθηκεύεται με τη μορφή οξειδίου (PuO₂) μέταλλο σταθερό κράμα μέσα σε σφραγισμένο δοχείο.
- Τα δοχεία αποθήκευσης είναι απαλλαγμένα από οργανικά και υγρασία.
- Διενεργείται συνεχής παρακολούθηση.

6.3 Νικέλιο

Το Νικέλιο είναι χημικό στοιχείο και αποτελεί σιδηρομαγνητικό μέταλλο της Ομάδας 10 (VIIb) του Περιοδικού Πίνακα και είναι αξιοσημείωτα ανθεκτικό στη διάβρωση και την οξειδωση. Είναι ένα ασημί σκληρό ορυκτό μέταλλο, το οποίο εμφανίζει μεγαλύτερη σκληρότητα από τον σίδηρο, και είναι ευρέως γνωστό για τη χρήση του στη νομισματοκοπία, αλλά είναι εξίσου σημαντικό για τη χρήση του είτε με τη καθαρή του μορφή είτε με τη μορφή κράματος σε πολλές εφαρμογές είτε σε οικίες είτε σε βιομηχανίες (Britannica, 2019).

Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	28
Ατομικό Βάρος	58.69
Σημείο Τήξης	1,453° C
Σημείο Βρασμού	2,732 ° C
Πυκνότητα	8.098 g/cm ³
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	[Ar] 3d ⁸ 4s ²

Πίνακας 5: Ιδιότητες Στοιχείου Νικελίου (Britannica,2019)

Το στοιχειώδες Νικέλιο ανιχνεύεται σε μεγάλες ποσότητες μαζί με τον σίδηρο σε πολλά χερσαία και μετεωρικά κοιτάσματα. Το μέταλλο απομονώθηκε για πρώτη φορά από τον Σουηδό ορυκτολόγο και χημικό Axel Fredrik Cronstedt

το 1751, ο οποίος παρασκεύασε ένα ακάθαρτο δείγμα που περιείχε Νικολίτη, που είναι το αρσενίδιο Νικελίου. Είναι διπλάσιο σε αφθονία από τον Χαλκό, και αποτελεί επιπλέον περίπου το 0,007 τοις εκατό του φλοιού της Γης. Αποτελεί σύνηθες συστατικό των πυρογενών πετρωμάτων, αν και λίγα από τα συγκεκριμένα πετρώματα πληρούν τις προϋποθέσεις συγκέντρωσης, μεγέθους και προσβασιμότητας για εμπορικό ενδιαφέρον (Britannica, 2019).

Το Νικέλιο ανήκει στα σιδηρομαγνητικά στοιχεία και υπάρχει σε φυσική μορφή στον φλοιό της Γης σε συνδυασμό με το Οξυγόνο ως οξεία και με το Θείο ως σουλφίδια. Μπορεί, σε συνδυασμό με άλλα στοιχεία, το Νικέλιο να εντοπιστεί στο έδαφος, σε μετεωρίτες καθώς και να εκπέμπεται μέσα από ηφαιστειακή λάβα. Υπάρχουν πάνω από 8 δισεκατομμύρια τόνοι Νικελίου στη θάλασσα. Λόγω των μοναδικών του φυσικοχημικών ιδιοτήτων, το Νικέλιο χρησιμοποιείται στις σύγχρονες μεταλλουργίες και συμμετέχει σε πλειάδα διεργασιών τους όπως είναι η παραγωγή διάφορων κραμάτων, η ηλεκτρολυτική επιμετάλλωση, παραγωγή μπαταριών Νικελίου-Καδμίου καθώς επίσης συμμετέχει ως καταλύτης σε χημικές βιομηχανίες και βιομηχανίες τροφίμων (Genchi et.al,2020).

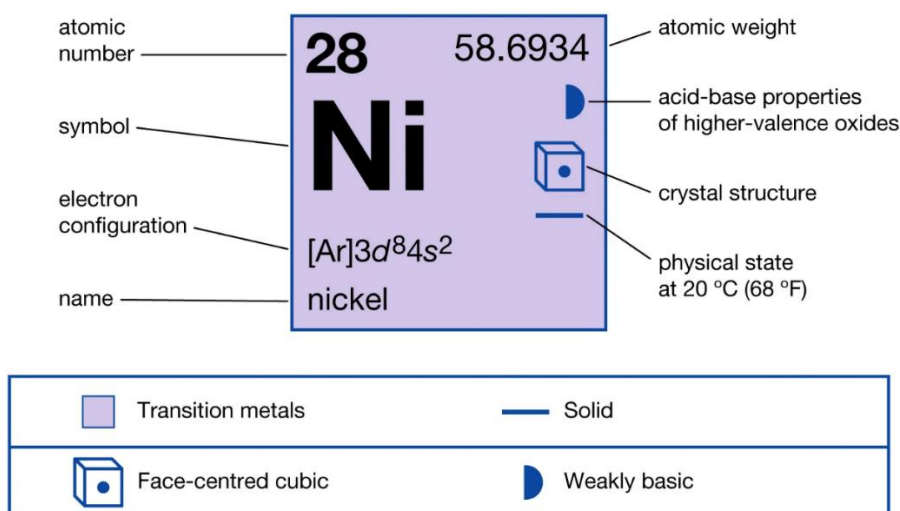
Το Νικέλιο αυξάνει την αντίσταση ενός κράματος στη διάβρωση και του παρέχει την ικανότητα να αντέχει σε ακραίες θερμοκρασίες, και για τον λόγο αυτό το Νικέλιο αξιοποιείται σε εξοπλισμούς που χρησιμοποιούνται σε σκληρά περιβάλλοντα όπως είναι τα χημικά εργοστάσια, τα διυλιστήρια πετρελαίου, εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας. Ο ιατρικός εξοπλισμός και τα μαγειρικά σκεύη είναι συχνά κατασκευασμένα από ανοξείδωτο χάλυβα διότι καθαρίζονται εύκολα και αποστειρώνονται. Η τεράστια εξάπλωση των προϊόντων που περιέχουν Νικέλιο οδηγεί σε αναπόφευκτη ρύπανση του περιβάλλοντος από το νικέλιο και τα δευτερεύοντα προϊόντα σε όλα τα στάδια της κατασκευής, της ανακύκλωσης και της διάθεσης (Genchi et.al,2020).

Παρόλο που δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο να υποδηλώνει τη θρεπτική αξία του Νικελίου στον άνθρωπο, αποτελεί όμως απαραίτητο θρεπτικό συστατικό για ορισμένους μικροοργανισμούς, φυτά και ζωικά είδη. Σε ανώτερους οργανισμούς δεν είναι γνωστά ένζυμα ή συμπαραγοντες που περιέχουν Νικέλιο δεν είναι γνωστά στους ανώτερους οργανισμούς, αλλά είναι γνωστά σε

βακτήρια, φύκια, σε πρωτόγονους ευκαρυώτες και τα φυτά. Το Νικέλιο συμβάλλει στην ανάπτυξη και στην παραγωγικότητα των φυτών, αλλά όταν εμφανίζεται σε υψηλά όρια μεταβάλλει τις μεταβολικές δραστηριότητες των φυτών συγκεκριμένα αναστέλλοντας την ενζυματική δραστηριότητα, τη φωτοσυνθετική μεταφορά ηλεκτρονίων και τη βιοσύνθεση της χλωροφύλλης (Genchi et.al,2020).

Στο κέντρο της Γης έχει εντοπιστεί βάσει ερευνών ότι ανιχνεύονται σημαντικές ποσότητες Νικελίου. Συγκεκριμένα δύο είναι οι κύριοι τύποι μεταλλευμάτων οι οποίοι παρέχουν το μεγαλύτερο μέρος του νικελίου που χρησιμοποιείται σήμερα τα κοιτάσματα μαγματικού σουλφιδίου και τα κοιτάσματα λατερίτη. Τα κοιτάσματα μαγματικού σουλφιδίου ουσιαστικά αποτελούνται από τα κοιτάσματα πενταλαντίτη και πυρροτίτη που ανιχνεύθηκαν σε διάφορες περιοχές στη Ρωσία, στον Καναδά και στην Αυστραλία. Τα κοιτάσματα σουφλιδίου έχουν σε περιεκτικότητα 3-5% Νικέλιο, αποτελούν το 40% του παγκόσμιου πόρου Νικελίου και προσφέρουν πάνω από το 50% της συνολικής ποσότητας Νικελίου παγκοσμίως. Τα κοιτάσματα λατερίτη ανιχνεύονται στη Κούβα στη Νέα Καληδονία καθώς και στην Ινδονησία και φιλοξενούν περίπου το 60% του παγκόσμιου πόρου Νικελίου. Οι εναποθέσεις λατερίτη σχηματίζονται σε ζεστά, υγρά, υποτροπικά περιβάλλοντα. Εντοπίζονται και άλλες πηγές Νικελίου όπως τα οζίδια και οι κρούστε μαγγανίου στον πυθμένα της θάλασσας που δεν εξορρύνονται προς το παρόν καθώς και ο χαλκοπυρίτης και ο γαρνιερίτης (Schenk, 2012).

Nickel



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 15: Το Νικέλιο και οι στοιχειώδεις Ιδιότητές του (Britannica,2020)

Το Νικέλιο διαθέτει πολύπλοκη μεταλλουργία και ποικίλει ανάλογα τις ιδιότητες του μετάλλου στο οποίο περιέχεται. Συνήθως από το μέταλλο μετατρέπεται σε τριθειούχο δινικέλιο (Ni₂S₃) (με το Νικέλιο να είναι σε βαθμό οξειδωσης +3) το οποίο ψήνεται σε αέρα και παράγει το οξείδιο του Νικέλιου (NiO) (με το Νικέλιο να είναι σε βαθμό οξειδωσης +2) και στη συνέχεια ανάγεται με τον άνθρακα για να ληφθεί το μέταλλο. Το φυσικό Νικέλιο αποτελείται από 5 σταθερά ισότοπα: Νικέλιο-58 (68,27%), το Νικέλιο-60 (26,10%), το Νικέλιο-61 (1,13%), το Νικέλιο-62 (3,59%) και Νικέλιο-64 (0,91%). Διαθέτει κυβική κρυσταλλική δομή, είναι ανθεκτικό στη δράση των αλκαλίων και χρησιμοποιείται (Britannica,2019).

Το Νικέλιο ανιχνεύεται σε πολύ μικρές ποσότητες στο περιβάλλον άρα απαιτούνται πολύ ευαίσθητες τεχνικές ανίχνευσής του στο περιβάλλον. Το φαγητό αποτελεί την κύρια πηγή έκθεσης του ανθρώπινου οργανισμού στο Νικέλιο, αλλά και μπορεί να εκτεθεί διαμέσου του αέρα, της κατανάλωσης νερού ή και καπνού που περιέχει Νικέλιο. Επίσης τα μέταλλα που είναι κεκαλύμμενα με Νικέλιο μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο την ανθρώπινη υγεία. Το Νικέλιο εμφανίζεται στο νερό σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, περίπου γύρω στα 10 ppb, ενώ στο πόσιμο μπορεί να ανιχνευθεί σε τιμές γύρω στα 2 και 3,8 ppb. Στο έδαφος μπορεί να ανιχνευθεί και σε συγκεντρώσεις από 4 έως 80 ppb, καθώς επίσης ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει καθημερινά 170 μικρογραμμάρια

Νικελίου και μέσω του αέρα αναπνέει καθημερινά από 0,1 έως και 1 μικρογραμμάρια Νικελίου. Οι εργαζόμενοι μπορούν να εκτεθούν στο Νικέλιο είτε μέσω της εισπνοής αερίων είτε μέσω της επαφής του μετάλλου με το δέρμα του εργαζόμενου (ATSDR,2005).

6.3.1 Οι επιπτώσεις στην Υγεία

Οι χημικές ενώσεις Νικελίου ταξινομούνται ως καρκινογόνα της ομάδας 1 από τον Διεθνή Οργανισμό για την Έρευνα του Καρκίνου(IARC), που σημαίνει ότι αποτελεί καρκινογόνο για τον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ το μεταλλικό Νικέλιο κατατάσσεται ως καρκινογόνο της ομάδας 2B, άρα δηλαδή θεωρείται πιθανό καρκινογόνο για τον άνθρωπο. Η οξεία έκθεση στο νικέλιο μέσω της αναπνοής ενδέχεται να προκαλέσει σοβαρές βλάβες σε πνεύμονες και νεφρά. Συγκεκριμένα όταν οι εργαζόμενοι εκτίθενται για μεγάλο χρονικό διάστημα σε σκόνη Νικελίου κατά την επεξεργασία του στις συγκεκριμένες μονάδες οδηγεί σε σημαντικό βαθμό αύξησης του καρκίνου του πνεύμονα και της ρινικής κοιλότητας και συγκεκριμένα αποκτάνε όταν εκτεθούν σε ποσότητα μεγαλύτερη των $10\text{mg}/\text{m}^3$ και συγκεκριμένα σε ενώσεις Νικελίου που είναι δυσδιάλυτες. Η σκόνη Νικελίου είναι ένα κράμα πολλών ενώσεων που περιέχουν Νικέλιο με τη κυριότερη να είναι το υποσουλφίδιο του Νικελίου. Όταν ο εργαζόμενος είναι χρόνια εκτεθειμένος στο Νικέλιο μπορεί να αποκτήσει δερματίτιδα η οποία εκδηλώνει ξηρό, ερεθισμένο δέρμα ή φαγούρα, δερματίτιδα ή και έκζεμα. Εκτός από δερματικά μπορεί να αναπτύξει ο εργαζόμενος και βρογχίτιδα ή και μειωμένη αναπνευστική λειτουργία καθώς και άσθμα. Η λανθάνουσα περίοδος στην οποία μπορεί να εκδηλωθεί καρκίνος από την έκθεση στο Νικέλιο είναι 13 με 24 χρόνια (Roadmaps on Carcinogenes,2019).

Ένα μεγάλο μέρος των εργαζόμενων και του γενικού πληθυσμού εμφανίζει αλλεργία στο Νικέλιο και συγκεκριμένα ένα ποσοστό γύρω στο 10-20% του παγκοσμίου πληθυσμού αποκτάει έντονη φαγούρα στο δέρμα ύστερα από έκθεση στο Νικέλιο ή σε κοσμήματα που αποτελούνται από Νικέλιο. Επιπλέον αν οι εργαζόμενοι εκτεθούν καταλάθος και καταναλώσουν ελαφρώς πράσινο νερό από σιντριβάνι που είναι πλούσιο σε Νικέλιο, συγκεκριμένα σε συγκέντρωση άνω των 250ppm , που είναι 100000 φορές μεγαλύτερη συγκέντρωση από αυτή που ανιχνεύεται στο πόσιμο νερό, αυτό θα έχει ως

αποτέλεσμα να αυξηθούν τα ερυθροκύτταρα σε πολύ μεγάλο βαθμό στο αίμα καθώς και να αυξηθεί η συγκέντρωση της πρωτεΐνης στα ούρα (ATSDR,2005).

6.3.2 Όρια Έκθεσης

Οι τιμές τοξικότητας TLV στις οποίες ο εργαζόμενος μπορεί να εκτεθεί στο Νικέλιο και να μην τεθεί σε κίνδυνο ο ίδιος, σε διάστημα εργασίας 8 ωρών/5 ημέρες την βδομάδα, έχουν διάφορες τιμές σε πολλές χώρες της Γης. Ενδεικτικά (Nickel Institute,2008):

- Στην Αμερική: Το μεταλλικό Νικέλιο δεν θα πρέπει να ξεπερνά την τιμή έκθεσης των $1,5 \text{ mg Ni/m}^3$, το αδιάλυτο στο νερό Νικέλιο τα $0,2 \text{ mg Ni/m}^3$ και για τις υδατοδιαλυτές μορφές Νικελίου και το υποθειούχο Νικέλιο τα $0,1 \text{ mg Ni/m}^3$.
- Στη Γερμανία: Το μεταλλικό Νικέλιο, τα σουλφίδια του τα οποία είναι σε μορφή σκόνης να μην ξεπερνάει τη τιμή των $0,5 \text{ mg Ni/m}^3$ και το Νικέλιο που είναι σε εισπνεόμενη μορφή να μην ξεπερνάει τη τιμή έκθεσης των $0,05 \text{ mg Ni/m}^3$.
- Στην Ιαπωνία: Ο Ιαπωνικός Σύνδεσμος Επαγγελματικής Υγείας έχει καθορίσει γενικότερα ως TLV-TWA για όλες τις ανόργανες μορφές Νικελίου τα $1,0 \text{ mg Ni/m}^3$

6.3.3 Μέτρα Προστασίας

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αποφυγή έκθεσης στην ουσία είναι η αντικατάσταση της ουσίας με λιγότερο επικίνδυνες ουσίες. Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτή η αντικατάσταση του Νικελίου τότε οι τυχόν διεργασίες πάνω σε εκείνο πρέπει να γίνονται σε κλειστό χώρο με τοπικό εξαερισμό. Το μεταλλικό Νικέλιο και οι ενώσεις του προκαλούν ευαισθητοποίηση στο δέρμα, άρα είναι αναγκαίο να παραμένουν μακριά από το δέρμα των εργαζόμενων. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό τότε θα πρέπει να γίνει χρήση των ΜΑΠ (Μέσων Ατομικής Προστασίας) που είναι στη προκειμένη περίπτωση προστατευτικά ρούχα και γάντια αλλά και ειδική προστατευτική κρέμα δέρματος. Τέλος τα Μέσα Ατομικής Προστασίας καθώς και τα μέσα αναπνευστικής προστασίας θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως πρακτικές προστασίας στον εργασιακό χώρο,

μόνο όταν δεν υπάρχει κάποια άλλη λύση επί του ζητήματος (Roadmap on Carcinogens,2019).

6.4 Αέριο Μουστάρδας

Η μουστάρδα θείου (δισ[2-χλωροαιθυλο]σουλφίδιο, $C_4H_8Cl_2S$) ή όπως αποκαλείται συνήθως 'αέριο μουστάρδας' είναι μια ωχροκίτρινη, ελαιώδης εξαιρετικά τοξική, ερεθιστική, πτητική υγρή αλκυλιωτική ένωση με οσμή μουστάρδας η οποία αποτελεί φυτοφάρμακο και παράγοντας χημικού πολέμου και επηρεάζει σημαντικά την ανθρώπινη υγεία. Είναι ένα παχύρρευστο υγρό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος αλλά γίνεται στερεό στους $14^{\circ}C$. Είναι βαρύτερο από το νερό ως υγρό και βαρύτερο από τον αέρα ως ατμός (NCBI,2022).



Εικόνα 16: Το Αέριο Μουστάρδας είναι μια τοξική και ερεθιστική ουσία (PubChem,2022)

Το αέριο μουστάρδας κατασκευάστηκε για πρώτη φορά το 1822. Χρησιμοποιήθηκε από τα τέλη της δεκαετίας του 1880, καθώς και για αέρι πολέμου στον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο από τους Γερμανούς στους Βρετανούς το 1917 στο Υπρ, γεγονός που οδήγησε στην ονομασία του ως Υπερίτης. Το αέριο μουστάρδας εφαρμόστηκε στον πόλεμο του Ιρακ-Ιράν το 1980-1988 και υπάρχουν αρκετές αναφορές ότι έχει αξιοποιηθεί και σε άλλες συγκρούσεις. Η παραγωγή της θειούχου μουστάρδας σταμάτησε στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1968. Η μουστάρδα θείου δεν υπάρχει στη φύση άρα και δεν υπάρχουν επίπεδα υποβάθρου στο έδαφος, στον αέρα, νερό ή φαγητό. Το κοινό μπορεί να εκτεθεί αυτές τις μέρες μόνο μέσα από τις βάσεις του Στρατού όπου είναι αποθηκευμένα ελάχιστα αποθέματα (ATSDR,2003).

Οι εργαζόμενοι είναι πιθανό να εκτεθούν κατά τον χειρισμό τη διάθεση και την επεξεργασία επικίνδυνων αποβλήτων τα οποία περιέχουν θείο μουστάρδας. Επιπρόσθετα οι εργαζόμενοι οι οποίοι απασχολούνται στην κατασκευή πλαστικών να έρθουν σε επαφή με παράγοντες μουστάρδας ως αποτέλεσμα από μόλυνση με ακαθαρσίες θείου αζώτου, όπως συνέβη στο εργοστάσιο παραγωγής μονομερούς χλωριούχου βινυλίου στο Plaquemine της Louisiana

το 1996. Αν το αέριο μουστάρδας εκλύονταν στον αέρα, η κύρια οδός έκθεσης θα είναι η επαφή με τα μάτια, το δέρμα ή την εισπνοή (ATSDR,2003).

6.4.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Η έκθεση στην ουσία αυτή είναι διαβρωτική για τα μάτια, το δέρμα και τους πνεύμονες και μπορεί να οδηγήσει σε τύφλωση και φουσκάλες του δέρματος και θανατηφόρα αναπνευστική βλάβη. Το αέριο μουστάρδας αποτελεί μεταλλαξινόγονο και καρκινογόνο υλικό το οποίο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα καθώς και άλλα είδη καρκίνου ιδίως της αναπνευστικής οδού (NCBI,2022).

Εάν ο εργαζόμενος εκτεθεί στο αέριο μουστάρδας χωρίς να διαθέτει κάποιο μέσο προστασίας θα αρχίσει να αναπτύσσει σε σύντομο χρονικό διάστημα μια σειρά από συμπτώματα, η διάρκεια των οποίων εξαρτάται από μια σειρά περιβαλλοντικών παραγόντων όπως είναι η υγρασία και η θερμοκρασία αλλά και εξαρτάται επίσης από τον ανθρώπινο οργανισμό που εκτίθεται στο αέριο μουστάρδας. Αμέσως μετά την έκθεση μπορεί να εμφανισθεί ναυτία, εμετός καθώς και ερεθισμός στα μάτια. Μπορεί ο εργαζόμενος να εμφανίσει και σπασμοί διέγερσης του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος καθώς και να αποβιώσει ύστερα από μακροχρόνια έκθεση. Επίσης μπορεί να προκληθεί και καρκίνος όπως του πνεύμονα, γλώσσας, καθώς και στοματοφάρυγγα. Τα κύρια κλινικά συμπτώματα είναι ως εξής (WHO EMRO,2022):

A) Λίγες ώρες μετά την έκθεση

- Αίσθημα πόνου στα μάτια, βλεφαροσπασμός ,φωτοφοβία
- Αυξημένη ρινική έκκριση, φτάρνισμα
- Πονόλαιμος, βήχας, βραχνάδα και δύσπνοια. Οίδημα στον πνεύμονα εμφανίζεται ύστερα από σοβαρή έκθεση ή εντός των επόμενων 12-24 ωρών.

B) Εντός 4-16 ωρών μετά την έκθεση

Τα συμπτώματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω γίνονται πιο έντονα και ενοχλητικά

- Οι οφθαλμοί αρχίζουν να αποφορτίζονται και είναι πολύ επώδυνα.

- Πυώδης ρινική έκκριση
- Η φωνή είναι πιο κατεσταλμένη
- Επιγαστρικοί πόνοι σε συνδυασμό με ναυτία, τσούξιμο ή και εμετό
- Κνησμός του δέρματος και σκοτεινό ερύθημα των εκτεθειμένων περιοχών του σώματος
- Σχηματισμός φυσαλίδων γεμάτες με κιτρινωπό υγρό

Γ) Στο τέλος του 24ωρου

Όλα τα προαναφερθέντα συμπτώματα αυξάνονται σε σοβαρότητα αλλά ο θάνατος δεν συμβαίνει σχεδόν ποτέ κατά τη διάρκεια της πρώτης μέρας.

- Σοβαρή φλεγμονή της ανώτερης και κατώτερης αναπνευστικής οδού
- Χημική πνευμονίτιδα, σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας ενηλίκων
- Δευτερογενής βακτηριακή λοίμωξη
- Καταστολή μυελού των οστών με λευκοπενία, 3-5 ημέρες μετά την έκθεση.

Όπως φαίνεται από την εμφάνιση συμπτωμάτων, τα μάτια είναι ο πρώτος στόχος του αερίου της μουστάρδας και προκαλεί επιπεφυκίτιδα, φωτοφοβία, ερεθισμός καθώς και οίδημα στη περιοχή των βλεφάρων. Οι επιδράσεις του αερίου μουστάρδας στο αναπνευστικό σύστημα περιλαμβάνουν βραχνάδα, πληγή στη περιοχή του λαιμού, αίσθημα καύσου στη περιοχή χορδών καθώς και αιμορραγική φλεγμονή του τραχειοβρογχικού βλεννογόνου. Επιδημιολογικές μελέτες που είχαν ως δείγμα μελέτης τα θύματα του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου ανακάλυψαν μια συσχέτιση του αερίου μουστάρδας με την ανάπτυξη καρκίνου στο αναπνευστικό σύστημα. Το ανθρώπινο δέρμα όταν έρθει σε επαφή με το αέριο μουστάρδας προκαλεί καύση ύστερα από λίγες ώρες έκθεσης προκαλώντας μια σειρά από τραυματισμοί. Ο βαθμός σοβαρότητας των τραυμάτων εξαρτάται από τη δόση, τη θερμοκρασία, την υγρασία, την εφίδρωση. Επιπρόσθετα έχουν καταγραφεί περιστατικά σε θύματα του Α΄ Παγκοσμίου πολέμου καθώς και σε εργαζόμενους παραγωγής του αερίου μουστάρδας καρκίνοι στο πεπτικό σύστημα, καθώς και αιμορραγίες στους βλεννογόνους του γαστρικού. Περιστατικά υπογονιμότητας έχουν

καταγραφεί σε θύματα του πόλεμου Ιράκ-Ιράν ύστερα από έκθεσή τους σε αέριο μουστάρδας (ATSDR,2003).

6.4.2 Όρια έκθεσης

Η Εθνική Συμβουλευτική Επιτροπή για τα Κατευθυντήρια Επίπεδα Οξείας Έκθεσης για τις Επικίνδυνες Ουσίες, έχει αναπτύξει μια λίστα από κατευθυντήριες γραμμές οξείας έκθεσης (AEGLs) για το αέριο μουστάρδας. Τα AEGL είναι οριακές τιμές έκθεσης για το ευρύ κοινό καθώς και για τους εργαζόμενους που ισχύουν για τις εκθέσεις σε περιόδους έκτακτης ανάγκης, οι οποίες κυμαίνονται από 10 λεπτά ως και 8 ώρες. Για κάθε χημική ουσία υπάρχουν 3 διαφορετικά επίπεδα AEGLs, τα οποία διακρίνονται σε βαθμούς ανάλογα με τη σοβαρότητα των επιδράσεων τοξικού χαρακτήρα που αναπτύσσονται. Σε επίπεδα έκθεσης του πληθυσμού πάνω από την τιμή AEGL-1, ο πληθυσμός εμφανίζει σημαντική ενόχληση ή ερεθισμό ή ασυμπτωματικά άλλα συμπτώματα. Ενώ όταν η έκθεση του πληθυσμού ξεπερνάει το AEGL-2 τότε θα εμφανίσουν μη αναστρέψιμες και σοβαρές μακροχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία και στο AEGL-3 θα μπορούσε να έχει απειλητικές επιπτώσεις για την υγεία καθώς και θάνατο. Σε κάθε επίπεδο AEGL αναπτύσσονται τιμές για 5 χρονικά διαστήματα έκθεσης: 10 λεπτά, 30 λεπτά, 1 ώρα, 4 ώρες και 8 ώρες. Στη περίπτωση του αερίου της μουστάρδας οι τιμές AEGL-1 στηρίζονται στην εμφάνιση επιπεφυκίτιδα, οι AEGL-2 για την εμφάνιση επιπεφυκίτιδας, οίδημα, φωτοφοβία καθώς και ερεθισμό ματιών ενώ στις τιμές AEGL-3 εμφανίζεται θνησιμότητα σε πειράματα ποντικών (ATSDR,2003).

Επίπεδο	10 Λεπτά	30 Λεπτά	1 ώρα	4 ώρες	8 ώρες
AEGL					
AEGL-1	0,40 mg/m ³	0,13 mg/m ³	0,067 mg/m ³	0,017 mg/m ³	0,008 mg/m ³
AEGL-2	0,60 mg/m ³	0,20 mg/m ³	0,10 mg/m ³	0,025 mg/m ³	0,013 mg/m ³
AEGL-3	3,9 mg/m ³	2,7 mg/m ³	2,1 mg/m ³	0,53 mg/m ³	0,27 mg/m ³

Πίνακας 6: Τιμές κατευθυντήριας γραμμής Οξείας Έκθεσης (AEGL) για το αέριο μουστάρδας σε mg/m³, Πηγή: <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp49.pdf>

6.4.3 Μέτρα Προστασίας

Ορισμένες καλές εργασιακές πρακτικές ύστερα από έκθεση στο αέριο μουστάρδας είναι:

- Όταν η ένδυση του εργαζόμενου επιμολυνθεί με αέριο μουστάρδας, ο εργαζόμενος θα πρέπει να χρησιμοποιήσει μια καθαρή νέα ένδυση και να μην μεταφέρει στην οικία του την αρχική ένδυση, για να μην τεθεί σε κίνδυνο η υγεία του οικογενειακού περιγυρου. Τα ρούχα που έχουν επιμολυνθεί θα πρέπει να πλένονται από ειδικό προσωπικό που γνωρίζει την επικινδυνότητα των ενδυμάτων αυτών (Razavi et.al, 2013).
- Σε χώρους εργασίας όπου έρχονται σε επαφή με το αέριο μουστάρδας συχνά πχ. Εργοστάσια παραγωγής τοξικών αερίων, είναι υποχρεωτικό να υπάρχει σιντριβάνι έκπλυσης ματιών με τρεχούμενο νερό, για να μπορεί ο εργαζόμενος αμέσως μετά την έκθεση να οδηγηθεί σε καθαρισμό. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει το σιντριβάνι έκπλυσης ματιών θα πρέπει ο χώρος εργασίας να διαθέτει είτε φυσιολογικό ορό, είτε διάλυμα διπτανθρακικού νατρίου 1,5%, είτε θειικό νάτριο η μαγνήσιο (Razavi et.al, 2013).
- Σε περίπτωση που το δέρμα του εργαζόμενου εκτεθεί στο αέριο μουστάρδας, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί στις εκτεθειμένες περιοχές σκόνη χλωριούχου ασβεστίου ή οξειδίου του μαγνησίου ως αντιάεριο και στη συνέχεια να γίνει καλό πλύσιμο της περιοχής με σαπούνι και νερό. Είναι σημαντικό επίσης οι εργαζόμενοι να πλένουν τακτικά το δέρμα τους με σαπούνι και νερό αμέσως μετά την επαφή με αέριο μουστάρδας, ανεξάρτητα αν το δέρμα τους έχει εκτεθεί ή όχι (Razavi et.al, 2013).
- Σε περίπτωση που το αέριο μουστάρδας εισέλθει στο γαστρεντερικό σύστημα του εργαζόμενου, δεν θα πρέπει να προκληθεί εμετός. Θα πρέπει να γίνεται χορήγηση 100 ή 200 ml γάλακτος και στη συνέχεια να γίνεται πλύση στομάχου (Safarinejad et.al, 2001).
- Απαγορεύεται η κατανάλωση τροφίμων ή ποτών καθώς και το κάπνισμα σε χώρο όπου γίνεται η παραγωγή του αερίου μουστάρδας. Πριν και μετά την κατανάλωση γεύματος ή ποτού πρέπει να πλένονται σχολαστικά τα χέρια (Safarinejad et.al, 2001).

- Είναι απαραίτητο ο εργαζόμενος να διαθέτει μια σειρά από μέτρα ατομικής προστασίας όπως είναι τα γάντια και η μάσκα για να αποφευχθεί ο κίνδυνος εισπνοής του αέριου μουστάρδας (Safarinejad et.al, 2001).
- Έχουν καταγραφεί και πολλά περιστατικά κατάθλιψης των εργαζόμενων ύστερα από έκθεση σε αέριο μουστάρδας τα οποία τους οδήγησαν σε αυτοκτονία. Συγκεκριμένα μια επιδημιολογική μελέτη στην Περσία εντόπισε 1463 θανάτους από βετεράνους του πολέμου Ιρακ-Ιράν οι οποίοι προκλήθηκαν από αυτοκτονία. Άρα ένα μέτρο πρόληψης θα μπορούσε να αποτελέσει η ψυχολογική υποστήριξη των εργαζόμενων και γενικότερα των ατόμων εκτεθειμένων στο αέριο μουστάρδας (Tavalaei et al.,2006).

6.5 Κάδμιο

Το Κάδμιο είναι ένα μαλακό, εύπλαστο, λευκής-γαλάζιας απόχρωσης μέταλλο που εντοπίζεται στα μεταλλεύματα ψευδαργύρου και σε πολύ μικρότερο βαθμό στον γαλαζοκίτη. Το μεγαλύτερο μέρος του Καδμίου που παράγεται σήμερα λαμβάνεται από υποπροϊόντα ψευδαργύρου και μπορεί να ανακτηθεί από μπαταρίες Νικελίου-Καδμίου. Το Κάδμιο επίσης αποτελεί χημικό στοιχείο που ανήκει στην ομάδα 12 (IIB) του Περιοδικού Πίνακα (OSHA,2021).

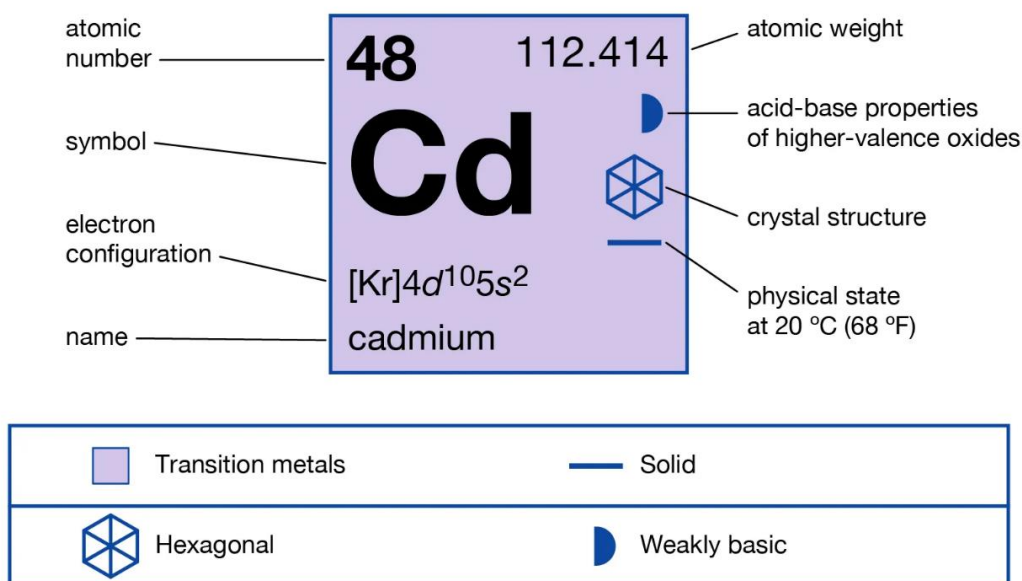
Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	48
Ατομικό Βάρος	122.414
Σημείο Τήξης	321° C
Σημείο Βρασμού	765 ° C
Ειδικό Βάρος	8.65 στους 20° C
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	[Kr]4d ¹⁰ 5s ²

Πίνακας 7: Ιδιότητες Στοιχείου Καδμίου (Britannica,2021)

Το Κάδμιο λιώνει και βράζει σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες. Ο ατμός που εκπέμπει βαθυκίτρινος και μονοατομικός. Το μέταλλο γίνεται μόνιμο στον ξηρό αέρα, επικαλύπτεται με το οξειδίο στον υγρό αέρα, καίγεται κατά τη θέρμανση μέχρι να γίνει κόκκινο σε χρώμα και είναι διαλυτό σε ανόργανα οξέα. Η δηλητηρίαση προκύπτει από την εισπνοή αμού ή σκόνης Καδμίου. Ανακαλύφθηκε το 1817 από τον Γερμανό χημικό Friederich Stromeyer, ο οποίος ανακάλυψε το Κάδμιο μέσα σε δείγμα ανθρακικού ψευδαργύρου, και την ίδια χρονιά ο K.S.L. Hermann και ο J.C.H Roloff εντόπισαν σε ένα δείγμα οξειδίου του ψευδαργύρου (Britannica,2021).

Το Κάδμιο αποτελεί ένα σπάνιο χημικό στοιχείο που εμφανίζεται στον κλοιό της Γης σε συγκέντρωση 0,1-0,5 ppm και συνήθως συνδέεται με μεταλλεύματα ψευδαργύρου, μολύβδου και χαλκού. Επιπρόσθετα εμφανίζει φυσικά στους υδάτινους αποδέκτες και συγκεκριμένα στους ωκεανούς σε συγκεντρώσεις ανάμεσα σε <5 και 110 ng/L, από τα οποία τα υψηλότερα όρια εντοπίζονται κοντά σε παράκτιες περιοχές. Η συγκέντρωση του Καδμίου στο έδαφος εξαρτάται από μια ποικιλία παραγόντων όπως είναι η κινητικότητα του Καδμίου, η φυσική γεωχημεία και το μέγεθος της μόλυνσης από διάφορες πηγές όπως είναι τα λιπάσματα. Φυσικές εκπομπές Καδμίου μπορούν να αποτελέσουν οι δασικές πυρκαγιές, οι ηφαιστειακές εκρήξεις καθώς και άλλα φυσικά φαινόμενα (ATSDR,2012).

Cadmium



© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 17: Το Χημικό Στοιχείο Κάδμιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του. (Britannica,2021)

Όλοι οι μέθοδοι με τις οποίες παράγεται ο ψευδάργυρος ξεκινούν με τη μετατροπή του θειούχου ψευδαργύρου σε οξείδιο, διαμέσου του ψήσιματος σε υψηλή θερμοκρασία, στη συνέχεια το Κάδμιο συγκεντρώνεται στους καπνούς, οι οποίοι υποβάλλονται σε μια σειρά διεργασιών μέχρι να ληφθεί ένα προϊόν το οποίο να διαθέτει πάνω από 99% Κάδμιο. Με παρόμοιες διεργασίες μπορεί να απομονωθεί από ορισμένα μεταλλεύματα μολύβδου τα οποία περιέχουν μικρές ποσότητες Καδμίου. Όσοι εργαζόμενοι απασχολούνται στην παραγωγή του ψευδαργύρου χρησιμοποιούν την ηλεκτρολυτική διαδικασία, κατά την οποία χρησιμοποιούν διαφορετικό τρόπο ανάκτησης του Καδμίου αλλά έχουν την ίδια αρχή δηλαδή το ψήσιμο του θειούχου ψευδαργύρου. Μέσα από αυτές τις διεργασίες ανακτάται το μεγαλύτερο μέρος του Καδμίου. Στις αρχές του 21^{ου} Αιώνα οι χώρες που έκαναν τις μεγαλύτερες διυλίσεις ήταν ο Καναδάς, η Ιαπωνία, το Καζακστάν, η Νότια Κορέα και η Κίνα (OSHA,2021).

Στις ενώσεις του το Κάδμιο εμφανίζει σχεδόν αποκλειστικά την κατάσταση οξειδωσης +2 όπως και στο άχρωμο ιόν Cd^{2+} , που σχηματίζει έναν αριθμό σταθερών συμπλοκών αλογονιδίων. Μερικές ενώσεις της κατάστασης οξειδωσης του Καδμίου +1, έχουν παρασκευαστεί διαμέσου της διάλυσης του μετάλλου σε τετηγμένα διπλά φορτισμένα αλογονίδια Καδμίου (Cd^{2+}). Η πιο σημαντική ένωση του Καδμίου είναι το οξείδιο του Καδμίου, το CdO . Είναι μια καφέ σκόνη η οποία παράγεται μέσω της καύσης ατμών του Καδμίου στον αέρα και παρέχει μια πρώτη ύλη για να παραχθούν και άλλα περισσότερα άλατα Καδμίου. Μια άλλη ένωση η οποία έχει μια επιπρόσθετη οικονομική αξία, το θειούχο Κάδμιο, η οποία παράγεται με επεξεργασία διαλύματος Καδμίου με ένα διαλυτό θειούχο, είναι μια φωτεινή κίτρινη χρωστική ουσία που ονομάζεται αλλιώς και κίτρινο Κάδμιο. Είναι μια ουσία η οποία χρησιμοποιείται σε χρώματα υψηλής ποιότητας και σε χρωστικές για καλλιτέχνες λόγω της σταθερότητας του χρώματος και της αντοχής του στο θείο και στην οξειδωση. Μια άλλη ένωση που χρησιμοποιείται συχνά είναι το σεληνίδιο του Καδμίου ($CdSe$), η οποία καθιζάνει από υδροσεληνίδιο ή από αλκαλικά σεληνίδια που προέρχονται από διαλύματα αλάτων Καδμίου. Συνήθως μόνο του η με συνδυασμό με το θειούχο Κάδμιο ως χρωστική ουσία υψηλής ποιότητας (ATSDR,2012).



Εικόνα 18: Ο Γρηνοκίτης ή αλλιώς το Θειούχο Κάδμιο (Chemistry World,2013)

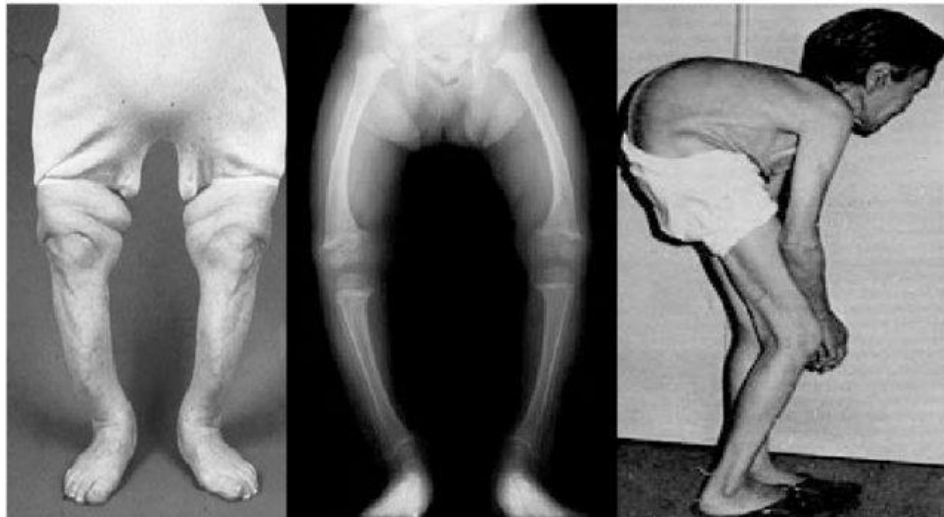
Το Κάδμιο χρησιμοποιείται κυρίως για (ATSDR,2012):

- Τη κατασκευή μπαταριών (83%)
- Τη Παρασκευή χρωστικών (8%)
- Επιστρώσεις και Επιμεταλλώσεις (7%)
- Σταθεροποιητές για Πλαστικά (1,2%)
- Μη σιδηρούχα κράματα, φωτοβολταϊκές συσκευές και άλλες χρήσεις (0,8%).

Οι εργαζόμενοι στον τομέα της μεταποίησης και των κατασκευών μπορούν να εκτεθούν στο Κάδμιο. Συγκεκριμένα μπορούν να εκτεθούν σε ορισμένες διεργασίες όπως είναι η τήξη ή η διύλιση μετάλλων, η και κατά τη διάρκεια της παρασκευής μπαταριών, πλαστικών επιστρώσεων. Επιπρόσθετα κατά την επιμετάλλωση ή και την βαφή οι εργαζόμενοι εκτίθενται σε μεγάλες ποσότητες Καδμίου. Ενδέχεται οι εργαζόμενοι σε χώρους υγειονομικής ταφής και ανακύκλωσης ηλεκτρικών εξαρτημάτων, όπως και οι εργαζόμενοι στην διαδικασία της κομποστοποίησης είναι εφικτό να εκτεθούν σε σημαντικές συγκεντρώσεις Καδμίου. Τέλος μια ακόμα σημαντική πηγή Καδμίου για τους εργαζόμενους είναι η αποτέφρωση αστικών απορριμμάτων (OSHA,2021).

6.5.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Η πιο χαρακτηριστική επίπτωση στην υγεία των ανθρώπων ύστερα από έκθεση στο Κάδμιο είναι η νόσος Itai-Itai . Πρωτοεμφανίστηκε το 1912 στην επαρχία Toyama της Ιαπωνίας όπου πολλοί κάτοικοι κατανάλωναν ρύζι, του οποίου η καλλιέργεια γινόταν σε νερό άρδευσης που είχε επιμολυνθεί με σημαντική ποσότητα Καδμίου. Η απελευθέρωση της ποσότητας αυτής του Καδμίου έγινε στην λεκάνη του ποταμού Jinzu, από ένα ορυχείο ψευδαργύρου το οποίο μηνύθηκε για την ζημιά. Η νόσος Itai-Itai χαρακτηρίζεται από έντονους πόνους και τραυματισμούς στη σπονδυλική στήλη και στο σύνολο των αρθρώσεων. Επιπλέον εμφάνισαν ένα μεγάλο φάσμα συμπτωμάτων όπως είναι η ανοργανοποίηση των οστών, υψηλό ποσοστό καταταγμάτων, παραμόρφωση των μακρών οστών, οστεομαλάκια, έντονους οστικούς και αρθρικούς πόνους, οστεοπόρωση η οποία χαρακτηρίζεται από χαμηλή οστική μάζα και σημαντική φθορά του οστικού ιστού. Άλλες επιπλοκές αποτελούν ο βήχας, η αναιμία, η νεφρική ανεπάρκεια καθώς και ο θάνατος (Genchi et.al,2020)



Εικόνα 19: Η παραμορφωμένη δομή των οστών είναι ένα χαρακτηριστικό σύμπτωμα της νόσου Itai-Itai, (Dokmeci,2009)

Οι καλλιτέχνες οι οποίοι χρησιμοποιούν κυρίως κίτρινες, πορτοκαλί και κόκκινες μπογιές μπορούν να εκτεθούν σε χρωστικές Καδμίου και συγκεκριμένα σε θειούχο Κάδμιο και σουλφοσελίνιδιο του Καδμίου, τις οποίες αξιοποίησαν για πρώτη φορά αξιόλογοι καλλιτέχνες όπως ο Claude Monet και ο Vincent Van Gogh και υπάρχει μεγάλος κίνδυνος κατάποσης. Η μεγαλύτερη χρήση γίνεται στον βιομηχανικό χρωματισμό του πλαστικού, το οποίο θα πρέπει να αντέχει σε θερμοκρασίες επεξεργασίας ή συντήρησης μέχρι και στους 3000° C. Για να μπορέσει το χρώμα του Καδμίου να έχει μια μονιμότητα κατά την εφαρμογή, είναι σημαντικό να το αποτρέψουμε από την τάση του να εκπέμπει ανθρακικά άλατα όταν έρχεται σε επαφή με τον αέρα. Πλέον δεν χρησιμοποιούνται οι βαφές Καδμίου αλλά οι αζωχρωστικές ουσίες (Genchi et.al,2020).

Όταν ο ανθρώπινος οργανισμός εκτίθεται σε χαμηλά επίπεδα Καδμίου, είναι πολύ πιθανό να οδηγήσει σε βλάβες στο καρδιαγγειακό και σκελετικό σύστημα καθώς και στα νεφρά και στο ήπαρ, καθώς και σε επιδείνωση της όρασης και της ακοής. Επιπλέον εμφανίζει ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις μεταλλαξιγόνες και τερατογόνες επιδράσεις, καθώς επίσης επηρεάζει σημαντικά τόσο την αντρική και την γυναικεία γονιμότητα καθώς και την εγκυμοσύνη και τη διάρκεια έκβασης της. Το γεγονός αυτό προκύπτει λόγω της έκφρασης πολλών γονιδίων στο έμβρυο τα οποία οδηγούν σε ανώμαλη

μεθυλίωση τους μέσα στο έμβρυο καθώς και στον περιβάλλοντα πλακούντα του (Kumar & Sharma,2019).

Το Κάδμιο έχει επιπρόσθετα εντοπιστεί πως προκαλεί αλλοίωση της στεροειδογένεσης, διαταράσσει σημαντικά τον έμμηνο κύκλο και τις αναπαραγωγικές ορμόνες, μπορεί να προκαλέσει και σημαντική καθυστέρηση της εμμηναρχής, αποβολή του εμβρύου ή και γέννηση εμβρύου με μειωμένο βάρος (Thompson et.al,2008). Επίσης το Κάδμιο συσχετίστηκε αρνητικά με την οστική πυκνότητα σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Οι γυναίκες, σε σύγκριση με τους άντρες εμφανίζουν μεγαλύτερη επιβάρυνση με Κάδμιο, και αυτό ανιχνεύεται στην μεγαλύτερη συγκέντρωση Καδμίου σε νεφρά, αίμα και ούρα. Το Κάδμιο απαιτεί μεγαλύτερη εντερική απορρόφηση και αυτό ανιχνεύεται στην εμφανή έλλειψη σιδήρου, ιδίως σε γυναίκες οι οποίες βρίσκονται σε γόνιμη ηλικία (Kirppler et.al,2007). Στις μέρες μας έχει μελετηθεί και η ενδεχόμενη εμπλοκή της αγγειακής παθολογίας του Καδμίου και η πιθανότητα ανάπτυξης υπαραχνοειδούς αιμορραγίας. Το Κάδμιο θεωρείται ως ενδοκρινικός διαταράκτης και είναι εφικτό να αλληλεπιδράσει με ποικίλα μονοπάτια. Το τσιγάρο περιέχει μέσα 1-2 μg Καδμίου, και ένας άνθρωπος αν καπνίσει 20 τσιγάρα θα απορροφήσει 1 μg Καδμίου, από το οποίο το 50% παραμένει στους πνεύμονες και συμβάλλει στην ανάπτυξη του καρκίνου του πνεύμονα (Genchi et.al,2020).

6.5.2 Όρια Έκθεσης

Σύμφωνα με τον OSHA, το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο στο οποίο μπορούν να εκτεθούν οι εργαζόμενοι στο Κάδμιο είναι $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ κατά την εισπνοή σκόνης Καδμίου μέσω του αέρα σε 8ώρη εργασία (OSHA,2021)

6.5.3 Μέτρα Προστασίας

Ο εργαζόμενος θα πρέπει να λάβει υπόψη του μια σειρά από μέτρα για την διαφύλαξη της υγείας του κατά την έκθεση στο Κάδμιο (HSE,2009):

Για να αποφύγει τις αναθυμιάσεις θα πρέπει:

- Να αποφύγει τη συγκόλληση ή τη καύση σε μέταλλα που περιέχουν Κάδμιο εκτός και αν αυτό είναι αναγκαίο
- Να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα συστήματα εξαγωγής καπνού και αναπνευστήρες και να ακολουθεί τις οδηγίες χρήσης
- Σε περίπτωση που χειρίζεται ένα μέταλλο άγνωστης σύστασης, να αναζητήσει πληροφορίες από τον ανώτερο αν είναι επικαλύμμενο με Κάδμιο
- Να ακολουθεί πάντα τις οδηγίες των προμηθευτών και των ανωτέρων κατά τη διάρκεια συγκόλλησης του Καδμίου
- Να κάνει χρήση χαλκοσιδήρου χωρίς Κάδμιο όπου είναι αυτό εφικτό
- Να φοράει πάντα αναπνευστήρα κατά τη τήξη ή τη χύτευση κραμάτων Καδμίου

Για να αποφύγει τη σκόνη θα πρέπει:

- Να χρησιμοποιεί, όπου είναι εφικτό, Κάδμιο σε μορφή υγρής πάστας
- Να μην τις αφήνει να στεγνώνουν τις πάστες, διότι θα απελευθερωθεί σκόνη
- Να χειρίζεται τη πούδρα Καδμίου με μεγάλη προσοχή, διότι παράγουν σκόνη με μεγάλη ευκολία
- Να χρησιμοποιεί τα κατάλληλα συστήματα εξαγωγής σκόνης και αναπνευστήρες και να ακολουθεί τις οδηγίες χρήσης
- Σε περίπτωση χορήγησης αναπνευστήρα για προστασία από το Κάδμιο, ο εργαζόμενος θα πρέπει να ρωτήσει τον ανώτερο του και να βεβαιωθεί ότι α) η μάσκα εφαρμόζει σωστά, β) ότι είναι καθαρή, γ) ότι θα γίνεται τακτική αλλαγή του φίλτρου, δ) και έχει εκπαιδευτεί για το πως να το χρησιμοποιεί σωστά.

- Να κάνει αναφορά για ελαττώματα σε περιβλήματα, σε εξοπλισμό, σε συστήματα εξαγωγής και σε μέτρα ελέγχου απευθείας στον εργοδότη του
- Να μην καταναλώνει τρόφιμα, ποτά ή να καπνίζει στον χώρο εργασίας
- Να κάνει τακτικό και σωστό πλύσιμο των χεριών του ο εργαζόμενος, όταν χειρίζεται Κάδμιο ή και τις ενώσεις του
- Να φοράει προστατευτικά ενδύματα και φόρμες εργασίας που του παρέχονται από τον εργοδότη του.

6.6 Αιματίτης

Ο Αιματίτης είναι ένα σκληρό και βαρύ ορυκτό, το οποίο είναι ουσιαστικά οξείδιο του Σιδήρου (Fe_2SO_3), και αποτελεί το πιο σημαντικό σιδηρομετάλλευμα λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε Σίδηρο (70%, το υπόλοιπο 30% είναι στη πλειοψηφία του Οξυγόνο) και ανιχνεύεται σε αφθονία στη φύση. Η ονομασία του προέρχεται από τη λέξη 'αίμα', λόγω του κόκκινου χρώματος που διαθέτει. Τα διάφορα είδη του Αιματίτη έχουν και διαφορετικά ονόματα. Συγκεκριμένα οι γκρίζοι κρύσταλλοι και οι ποικιλίες που είναι χονδρές και εμφανίζουν μια λάμψη μεταλλική, ονομάζονται κατοπτρικά σιδηρομεταλλεύματα. Μικτώδης Αιματίτης ορίζεται ο λεπτός φολιδωτός τύπος του. Μεγάλη συγκέντρωση Αιματίτη εμφανίζεται στην κόκκινη ώχρα, μια σκόνη λεπτόκοκκη με κόκκινο γήινο χρώμα που χρησιμοποιείται ως χρωστική ουσία και ως γυαλιστικό για πλάκες. Η πλειοψηφία των πιο σημαντικών κοιτασμάτων Αιματίτη αποτελούν ιζηματογενούς προέλευσης (Britannica, 2019).



Εικόνα 20: Το ορυκτό Αιματίτης (Sandatlas, 2022)

Ο Αιματίτης εμφανίζει εξαιρετικά μεταβλητή εμφάνιση. Η λάμψη του μπορεί να είναι από γήινη έως και μεταλλική. Η απόχρωση του μπορεί να είναι από κόκκινη, καφέ, μαύρη, μέχρι και ασημένια-γκρι. Επιπρόσθετα εμφανίζεται σε πολλές μορφές από κρυσταλλική, ογκώδη, ινώδη, ωολιπική καθώς και πολλές άλλες, Ο Αιματίτης δεν θα πρέπει να είναι μαγνητικός, δηλαδή να έλκεται από μαγνήτη. Υπάρχουν όμως στον φλοιό της Γης κράματα Αιματίτη με Μαγνητίτη τα οποία εμφανίζουν μια κοκκινωπή ράβδο που εμφανίζεται φυσιολογικά σε Αιματίτες και τα οποία έλκονται από μαγνήτες (King, 2022).

Η μεγαλύτερη παραγωγή Αιματίτη ανιχνεύεται στην Λίμνη Superior στη Βόρεια Αμερική, όπου εξάγονται ετησίως 75 εκατομμύρια τόνοι Αιματίτη. Άλλες σημαντικές πηγές Αιματίτη αποτελούν ο Καναδάς, η Βραζιλία, η Βενεζουέλα καθώς και η Αυστραλία. Ο Αιματίτης ανιχνεύεται ως βοηθητικό ορυκτό σε πολλά πυρογενή πετρώματα, συνήθως αποτελεί αποτέλεσμα διάβρωσης του σιδηρίτη. Οι κύριες ομάδες εργαζόμενων που εκτίθενται στον Αιματίτη και στις σκόνες που προκύπτουν από αυτόν είναι οι εργαζόμενοι σε ορυχεία καθώς και όσοι ασχολούνται με την κοσμηματοποιία (Britannica,2019).

6.6.1 Επιπτώσεις στην Υγεία και Όρια Έκθεσης



Εικόνα 21: Τα εικονογράμματα που υπάρχουν για τη σκόνη Αιματίτη (Nuova Solime,2016)

Η σκόνη Αιματίτη έχει βρεθεί πως είναι βλαβερή για την υγεία των εργαζόμενων καθώς και αν έρθει σε επαφή με το δέρμα ή τα μάτια μπορεί να προκαλέσει σοβαρές βλάβες. Εκτός από αυτά αν την εισπνεύσει ο εργαζόμενος η καταπίει μια ορισμένη ποσότητά της μπορεί να αναπτύξει ζαλάδα ή και σοβαρά προβλήματα στο αναπνευστικό του σύστημα, που μπορεί να οδηγήσει σε καρκίνο του πνεύμονα ή και θάνατο. Το όριο έκθεσης για την σκόνη του Αιματίτη σε ένα δώρο εργασίας είναι 5 mg/m^3 στον χώρο εργασίας (Nuova Solmine, 2016).

6.6.2 Μέτρα Προστασίας

Ορισμένα μέτρα προστασίας των εργαζόμενων από την έκθεση σε σκόνη Αιματίτη είναι (Nuona Solmine,2016):

- Να μην καταναλώνουν οι εργαζόμενοι τρόφιμα ή ποτά σε χώρους όπου υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση Αιματίτη
- Να φοράνε ειδικά γυαλιά προστασίας για τα μάτια όταν χειρίζονται το ορυκτό ή τη σκόνη του Αιματίτη
- Σε περίπτωση που ο εργαζόμενος εισπνεύσει ή καταπιεί μια ορισμένη ποσότητα Αιματίτη να ξεπλένει το στόμα του με άφθονο νερό και να μην προκαλέσει εμετό
- Αν έρθει η σκόνη σε επαφή με τα μάτια του εργαζόμενου, να τα ξεπλύνει με νερό και να αφαιρέσει τυχόν φακοί επαφής που ενδεχομένως να φοράει.
- Να αερίζεται ο χώρος εργασίας πριν κατά τη διάρκεια αλλά και μετά την εργασία με σκόνη Αιματίτη
- Οι εργαζόμενοι να φοράνε ειδική προστατευτική στολή όταν εργάζονται καθώς και να έχουν γάντια κατά τη διάρκεια της εργασίας τους
- Να διαθέτουν φίλτρα προστασίας οι μάσκες που θα φοράνε οι εργαζόμενοι κατά τη διάρκεια της εργασίας τους.

6.7 Αμίαντος

Ο Αμίαντος αποτελεί μια γενική ονομασία για μια ομάδα 6 ινωδών πυριτικών ορυκτών που χρησιμοποιείται ευρέως σε εμπορικά προϊόντα, τα οποία είναι οι (ATSDR 2001, Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2020):

- Ο Ακτινόλιθος *[Ανιχνεύεται σε Γυψοσανίδα, τσιμέντο, μόνωση, χρώμα, σφραγιστικό]*
- Ο Αμοσίτης (ή αλλιώς καφέ Αμίαντος) *[Ανιχνεύεται σε τσιμέντο, φλάντζες, χημική και ηλεκτρική μόνωση, πυρίμαχα προϊόντα, μονωτικές πλάκες, πλακάκια οροφής, δομικός χάλυβας]*
- Ο Ανθοφυλλίτης *[Ανιχνεύεται σε τσιμέντο και στη μόνωση]*
- Ο Χρυσότιλος (ή αλλιώς λευκός Αμίαντος) *[Ανιχνεύεται σε τσιμέντο, άσφαλτο, φρένα ανελκυστήρα, συμπλέκτες, λάστιχα, χαρτί]*
- Ο Κροκιδόλιθος (ή αλλιώς μπλέ Αμίαντος) *[Ανιχνεύεται σε τσιμέντο, μόνωση, κεραμίδια στέγης, πλακάκια δαπέδου]*
- Ο Τρεμολίτης *[Ανιχνεύεται σε υδραυλικά υλικά, μόνωση, σφραγιστικά, χρώμα, κεραμίδια στέγης]*

Από τους παραπάνω ο Κροκιδόλιθος και ο Αμοσίτης είναι οι πιο επικίνδυνοι για την υγεία των εργαζόμενων, ιδίως όταν εισπνέουν τις ίνες τους. Ο Αμίαντος έχει αρχίσει να καταργείται από τη δεκαετία του 1970. Τα ορυκτά του Αμιάντου χωρίζονται σε 2 κυρίως κατηγορίες τα σερπεντινικά- χρυσοτιλικά και τα αμφιβολικά τα οποία διαθέτουν ένα μεγάλο εύρος αμφιβολικών. Τα δύο αυτά είδη ορυκτών είναι πιθανό να ανιχνευθούν και σε μη ινώδεις μορφές. Τα σερπεντινικά ορυκτά περιλαμβάνουν τον Χρυσότιλο που είναι μακριές λεπτές ίνες που είναι εύκολο να υφανθούν ενώ ο Ακτινόλιθος και ο Ανθοφυλλίτης σχηματίζουν πιο κρυσταλλικές μακριές και εύκαμπτες ίνες . Στα αμφιβολικά ορυκτά, τα οποία είναι τα πιο επικίνδυνα και καρκινογόνα, ανήκουν ο Κροκιδόλιθος, ο Τρεμολίτης και ο Αμοσίτης, οι οποίοι σχηματίζουν κρυσταλλικές ίνες οι οποίες είναι πιο εύθραυστες από τις ίνες που σχηματίζονται από τα σερπεντινικά ορυκτά και χρησιμοποιούνται πιο σπάνια στην κατασκευή. Οι ίνες αμιάντου είναι κυρίως χημικά αδρανείς. Δεν εξατμίζονται, δεν καίγονται, δεν διαλύονται και γενικότερα δεν υφίσταται μεγάλες αλλαγές κατά την αλληλεπίδραση τους

με άλλες χημικές ουσίες . Οι ίνες από τα αμιφβολικά ορυκτά είναι πιο ανθεκτικά σε τυχόν αντιδράσεις με οξέα, ενώ όλες οι ποικιλίες αμιάντου είναι ανθεκτικές στις αλκαλικές ουσίες. Όλες οι ίνες Αμιάντου ανήκουν στην Ομάδα 1-Καρκινογόνα για τον άνθρωπο(ATSDR,2001).



Εικόνα 22: Είδη Αμιάντου (Strand, 2022)

Ο Αμιάντος ανάλογα με το είδος του ανιχνεύεται σε διάφορους εργασιακούς χώρους. Οι εργασιακοί χώροι στους οποίους οι εργαζόμενοι έρχονται σε επαφή με τον Αμιάντο ταξινομούνται σε 3 κατηγορίες (Whitmer,2022):

1. Εργασιακοί Χώροι Υψηλού Κινδύνου

Οι εργαζόμενοι σε αυτούς τους χώρους τείνουν να εργάζονται και να εκτίθονται σε υψηλότερες από το επιτρεπόμενο όριο συγκεντρώσεις Αμιάντου σε καθημερινή βάση. Οι εργαζόμενοι κυρίως στους χώρους αυτούς απασχολούνται κυρίως με προϊόντα που περιέχουν Αμιάντο, όπως είναι τα δομικά υλικά, οι μονώσεις, τα παρεμβύσματα, οι συσκευασίες, τα τακάκια για φρένα, οι συμπλέκτες καθώς και για άλλα βιομηχανικά υλικά. Το επάγγελμα με τις μεγαλύτερες δυνατότητες έκθεσης σε Αμιάντο είναι η εξόρυξη Αμιάντου. Η εξόρυξη έχει σταματήσει από το 2002 αλλά πολλοί ανθρακωρύχοι έχουν εκτεθεί σε ορισμένα ορυκτά όπως ο τάλκης και ο βερμικουλίτης, τα οποία έχουν

μολυνθεί με Αμιάντο. Επιπλέον ο εξοπλισμός που χρησιμοποιούν οι ανθρακωρύχοι περιέχει μόνωση Αμιάντου.

Οι κυριότεροι εργαζόμενοι που εκτίθενται γενικά σε χώρους υψηλού κινδύνου είναι οι εργαζόμενοι σε εργοστάσιο παραγωγής Αμιάντου, οι εργάτες σε λεβητοστάσια, σε οικοδομές, οι πυροσβέστες, οι εργάτες στη βιομηχανία, οι εργαζόμενοι που απασχολούνται με τις μονώσεις, οι εργαζόμενοι σε εργοστάσια παραγωγής γυαλιών, φρένων, σε εργοστάσια παραγωγής καουτσούκ, σε εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής, οι εργαζόμενοι σε ναυπηγεία, οι εργαζόμενοι σε εργοστάσια χαλυβουργίας και κλωστοϋφαντουργίας (Whitmer,2022).

2. Εργασιακοί Χώροι Μεσαίου Κινδύνου

Οι εργασίες σε αυτούς τους εργασιακούς χώρους περιλαμβάνουν άμεση ή έμμεση με υλικά από Αμιάντο, τα οποία μπορούν να έχουν από χαμηλή ως και υψηλή συγκέντρωση σε ίνες Αμιάντου. Ορισμένες ομάδες εργαζόμενων εκτίθενται σε χαμηλές συγκεντρώσεις των ορυκτών Αμιάντου αλλά η συχνότητα που εκτίθενται κατά την εργασία τους είναι αρκετή για να προκαλέσει αρκετές βλάβες στην υγεία τους. Σε άλλες περιπτώσεις υπάρχουν ομάδες εργαζόμενων οι οποίες εκτίθενται σπάνια σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις Αμιάντου (Whitmer,2022).

Οι κυριότεροι εργαζόμενοι που εκτίθενται γενικά σε χώρους μεσαίου κινδύνου είναι οι αγρότες, οι σιδηρουργοί, οι μεταλλουργοί, οι ξυλουργοί, οι εργάτες τσιμεντοβιομηχανίας, οι εργαζόμενοι σε χημικά εργοστάσια, όλων των ειδών μηχανικοί (πολιτικοί, περιβαλλοντικοί, ηλεκτρολόγοι, αεροδιαστημικής κ.α.), οι εργαζόμενοι σε διυλιστήρια πετρελαίου, οι εργάτες χαρτοποιίας, οι υδραυλικοί καθώς και οι εργαζόμενοι σε εργοστάσια χαρτοποιίας (Whitmer,2022).

3. Εργασιακοί Χώροι Χαμηλού Κινδύνου

Οι εργαζόμενοι σε αυτούς τους χώρους κινδύνου σπάνια έρχονται σε επαφή με επικίνδυνες ποσότητες Αμιάντου, και συγκεκριμένα η συγκέντρωση τοξικών ινών στον εργασιακό χώρο είναι μέτρια ή και κυρίως χαμηλή. Προβλήματα υγείας εμφανίζονται στους εργαζόμενους ύστερα μόνο από πολύχρονη έκθεση στις ίνες Αμιάντου. Οι κυριότεροι εργαζόμενοι που εκτίθενται γενικά σε χώρους χαμηλού κινδύνου είναι οι μηχανικοί αεροσκαφών, οι υπεύθυνοι για την εγκατάσταση συσκευών, οι αρτοποιοί, οι καμινοκαθαριστές, οι κομμωτές, οι δάσκαλοι ιδίως σε παλιά σχολεία καθώς και οι εργάτες σε αποθήκες (Whitmer,2022).

Αν και ο Αμιάντος μπορεί να ανιχνευθεί σε όλο τον κόσμο, οι κυρίες χώρες που το εξορύσσουν και το εξάγουν είναι η Ρωσία, το Καζακστάν και η Κίνα, και μέχρι πριν λίγα χρόνια και η Βόρεια Αμερική. Ο Αμιάντος μπορεί να ανιχνευθεί σε μεγάλα κοιτάσματα ή ως μολυσματικό σε άλλα ορυκτά όπως είναι ο τάλκης ή ο βερμικουλίτης. Οι ίνες Αμιάντου δεν εξατμίζονται στον αέρα ούτε διαλύονται στο νερό. Μπορούν όμως να εισέρχονται τμήματα των ινών στον αέρα και στο νερό διαμέσου της διάβρωσης των φυσικών αποθέσεων και της φθοράς. Οι ίνες οι οποίες έχουν μικρή διάμετρο μπορούν να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα αιωρούμενες για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις από τον άνεμο ή το νερό πριν καθιζάνουν. Οι ίνες που έχουν μεγαλύτερη διάμετρο καθιζάνουν πιο εύκολα. Οι ίνες Αμιάντου δεν μπορούν να κινηθούν στο έδαφος και δεν αναλύονται ούτε ανιχνεύονται σε άλλες ενώσεις στο περιβάλλον και παραμένουν ουσιαστικά αμετάβλητες για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Όταν ο άνθρωπος εισπνέει ίνες Αμιάντου αυτές εγκλωβίζονται στον ιστό του πνεύμονα και συσσωρεύονται εκεί μαζικά με το πέρασμα του χρόνου, αλλά ορισμένες ίνες Αμιάντου, όπως είναι οι ίνες της χρυσοτίλης μπορούν να αφαιρεθούν ή και να απομακρυνθούν από τους πνεύμονες μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Έχει εντοπιστεί ότι στις αγροτικές περιοχές μετά από μια ώρα εισπνοής αέρα εισέρχονται στους πνεύμονες των ανθρώπων 10 ίνες Αμιάντου. Ενώ στο νερό μπορούν να ανιχνευθούν και 10-300 εκατομμύρια ίνες αμιάντου ανά λίτρο δειγμάτων νερού (ATSDR,2001).

6.7.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Οι πληροφορίες για τις επιπτώσεις του Αμιάντου στην ανθρώπινη υγεία συλλέχθηκαν από δείγματα ατόμων που είχαν εκτεθεί στο παρελθόν σε ίνες Αμιάντου (οι οποίες είχαν μήκος ίσο ή μεγαλύτερο από 5μm) στον αέριο χώρο της εργασίας τους, που περιείχε πάνω από 5 εκατομμύρια ίνες ανά /m³ . Οι εργαζόμενοι σε αυτόν τον αέρα μπορούν να αναπτύξουν συσσώρευση ιστού η οποία να μοιάζει με ουλή στους πνεύμονες και στη μεμβράνη η οποία περιβάλλει τους πνεύμονες. Η ουλή αυτή οδηγεί τον πνεύμονα στον να μην διαστέλλεται και να συστέλλεται φυσιολογικά και αυτό οδηγεί σε μεγάλη δυσκολία στην αναπνοή (ATSDR,2001).

Επιπρόσθετα μπορεί να αυξηθεί επικίνδυνα σε όγκο η καρδιά, λόγω της μείωσης της ροής του αίματος στην περιοχή του πνεύμονα. Αυτή η ασθένεια ονομάζεται αμιάντωση. Τα άτομα που πάσχουν από αμιάντωση εμφανίζουν δύσπνοια και βήχα. Αποτελεί μια σοβαρή ασθένεια η οποία μπορεί να καταλήξει σε αναπηρία ή και θάνατο αν υπάρχει παρατεταμένη έκθεση των εργαζόμενων που ασθενούν σε ίνες Αμιάντου σε υψηλές ποσότητες Αμιάντου για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ωστόσο όμως η αμιάντωση δεν είναι ανησυχητική σε έκθεση για σύντομο χρονικό διάστημα και σε μικρές συγκεντρώσεις. Οι υπεζωκοτικές πλάκες του πνεύμονα εκτίθενται συνέχεια στον Αμιάντο στον εργασιακό χώρο αλλά και πολλές φορές αυτό συμβαίνει και σε άτομα που ζουν σε περιοχές με υψηλές συγκεντρώσεις Αμιάντου (ATSDR,2001).

Οι εργαζόμενοι που εκτίθενται στον Αμιάντο μπορούν να αναπτύξουν 2 είδη κυρίως καρκίνου: τον καρκίνο του πνεύμονα αλλά και το μεσοθηλίωμα, που είναι καρκίνος μιας λεπτής μεμβράνης που περιβάλλει τον πνεύμονα και άλλα εσωτερικά όργανα. Οι ασθένειες αυτές δεν αναπτύσσονται άμεσα αλλά στο πέρασμα του χρόνου και συγκεκριμένα μετά από πολλά χρόνια. Επιπρόσθετα υπάρχουν μελέτες που αποδεικνύουν ότι όταν οι εργαζόμενοι εισπνέουν Αμιάντο, εμφανίζουν αυξημένες πιθανότητες να αναπτύξουν και άλλες μορφές καρκίνου όπως είναι στομάχου, παγκρέατος, εντέρου καθώς και νεφρών. Ο καρκίνος του πνεύμονα είναι πάντα θανατηφόρος, ενώ το μεσοθηλίωμα σχεδόν πάντα και μπορούν να αυξηθούν σημαντικά τα ποσοστά επιβίωσης αν ανιχνευθεί έγκαιρα (ATSDR,2001).

Η συγκέντρωση και το είδος των ινών Αμιάντου που οδηγούν σε ανάπτυξη πνευμονικής νόσου εξαρτώνται από α) τον χρόνο έκθεσης, β) πόσος καιρός έχει περάσει από την πρώτη φορά που ξεκίνησε ο εργάτης να εκτίθεται στις ίνες καθώς και αν γ) είναι καπνιστής. Έχει βρεθεί ισχυρή συσχέτιση μεταξύ του καπνίσματος και της ανάπτυξης του καρκίνου του πνεύμονα από έκθεση σε Αμίαντο. Η έκταση της νόσου έχει διάφορες διαβαθμίσεις οι οποίες εξαρτώνται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες των διαφορετικών τύπων ινών. Όπως για παράδειγμα έχει βρεθεί ότι οι ίνες από αμιφολικά ορυκτά (κροκιδόλιθος, αμοσίτης, τρεμολίτης) είναι πολύ πιο βλαβερές για την υγεία σε αντίθεση με τις ίνες του χρυσοτίλου, και ενοχοποιούνται για την ταχύτερη ανάπτυξη του μεσοθηλιώματος. Επιπρόσθετα το μέγεθος και η διάσταση των ινών επηρεάζει την δυνατότητα να προκληθεί καρκίνος. Έχει αποδειχθεί ότι οι ίνες μεγαλύτερες από 5μm είναι πολύ πιο πιθανό να προκαλέσουν τραυματισμό σε αντίθεση με τις ίνες που είναι μικρότερες από 2,5μm. Οι μικρές σε μήκος ίνες ενοχοποιούνται για την ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα, μεσοθηλιώματος καθώς και αμιάντωσης. Ενώ οι ίνες με πάχος μεγαλύτερο από 3 μm έχουν πολύ χαμηλές πιθανότητες να διεισδύσουν στους πνεύμονες (ATSDR,2001).

6.7.2 Όρια Έκθεσης

Το επιτρεπόμενο όριο έκθεσης των εργαζόμενων σε Αμίαντο είναι 0,1 ίνα ανά κυβικό εκατοστό του αέρα στο δώρο εργασίας καθώς και 1 ίνα ανά κυβικό εκατοστό του αέρα για 30 λεπτά έκθεσης σε αέρα επιμολυσμένο με Αμίαντο. Είναι σημαντικό ο εργοδότης να διασφαλίσει ότι δεν θα ξεπεραστούν αυτά τα όρια (OSHA,2022).

6.7.3 Μέτρα Προστασίας

Ορισμένες καλές πρακτικές στον εργασιακό χώρο για την προφύλαξη της υγείας από την έκθεση στον Αμίαντο αποτελούν (CCOHS,2021) :

- Ο εργαζόμενος να μην πίνει, να μην τρώει ή να μην καπνίζει στον χώρο εργασίας του που περιέχει Αμίαντο
- Οι φραγμοί από πολυαιθυλένιο που χρησιμοποιούνται στον χώρο να σκουπίζονται με υγρά υφάσματα ή με ειδική σκούπα που διαθέτει φίλτρο

HEPA για να μπορέσει να συλλέξει όλες τις σκόρες από Αμιάντο. Τα υγρά υφάσματα και τα φίλτρα δεν θα πρέπει να ξαναχρησιμοποιούνται.

- Απαγορεύεται η χρήση πεπιεσμένου αέρα για την απομάκρυνση και τον καθαρισμό των επιφανειών από τη σκόνη Αμιάντου.
- Να γίνεται συχνός και καλός καθαρισμός του χώρου εργασίας κατά τη διάρκεια της εργασίας αλλά και μετά την εργασία.
- Τα απόβλητα και η σκόνη θα πρέπει να απομακρύνονται διαμέσου σκούπας που έχει φίλτρο HEPA. Τα απόβλητα θα πρέπει να τοποθετούνται σε στεγανά και καθαρά δοχεία τα οποία να έχουν ειδική σήμανση ότι διαθέτουν επικίνδυνη σκόνη Αμιάντου την οποία δεν πρέπει να εισπνεύσει ο εργαζόμενος.
- Οι εργαζόμενοι θα πρέπει να απολυμαίνουν τα ενδύματα εργασίας τους είτε με υγρό ύφασμα είτε με τη χρήση σκούπας που διαθέτει φίλτρο HEPA. Σε περίπτωση που το ένδυμα εργασίας δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά τότε θα πρέπει να απορρίπτεται σε ειδικούς κάδους.
- Οι εργαζόμενοι να πλένουν τακτικά τα χέρια τους και το πρόσωπό τους πριν, κατά τη διάρκεια και μετά την εργασία τους .
- Ο εργοδότης θα πρέπει να προμηθεύσει τον χώρο της εργασίας με την εγκατάσταση διπλών αποδυτηρίων, για να μπορέσουν οι εργαζόμενοι να καθαριστούν μετά την εργασία με τον Αμιάντο, ιδιαίτερα σε εργασιακούς χώρους υψηλού κινδύνου. Ένα διπλό αποδυτήριο αποτελείται από 2 αποδυτήρια που έχουν ένα ντους ανάμεσά τους. Συγκεκριμένα ο εργαζόμενος εισέρχεται στο πρώτο αποδυτήριο, αφαιρεί τα ρούχα εργασίας του και στη συνέχεια εισέρχεται στο ντους όπου καθαρίζεται από ρύπους Αμιάντου και στο τέλος στο δεύτερο αποδυτήριο μπαίνει για να φορέσει τα ρούχα που φοράει για εκτός του χώρου εργασίας.



Εικόνα 23: Το διπλό αποδυτήριο που χρησιμοποιείται σε εργασιακούς χώρους υψηλού κινδύνου με Αμίαντο, (Downwell Group,2022)

6.8 Αρσενικό

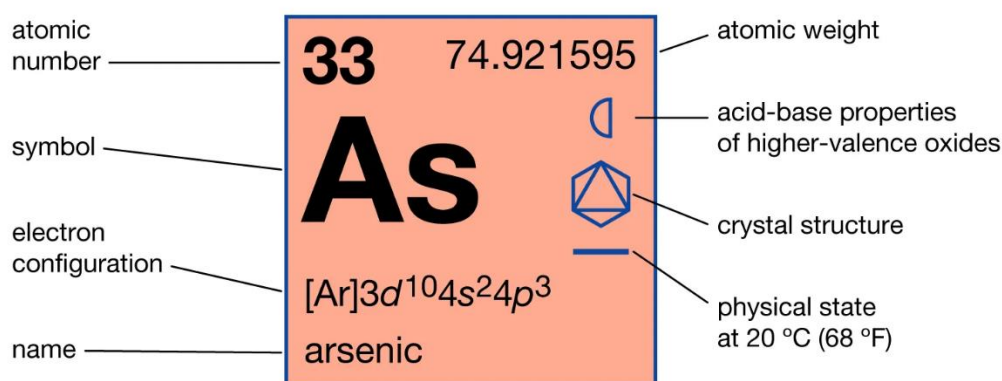
Το Αρσενικό (As), αποτελεί ένα χημικό στοιχείο που ανήκει στην ομάδα του Αζώτου (Ομάδα 15^η του Περιοδικού Πίνακα). Εμφανίζεται σε κρυσταλλική μορφή κίτρινης ή γκρίζας απόχρωσης, είναι αόσμο και εμφανίζει χαμηλή χημική και θερμική αγωγιμότητα. Το Αρσενικό ήταν γνωστό από την αρχαιότητα μέσω ορισμένων ενώσεων του. Από τον 4^ο αιώνα Π.Χ. ο Αριστοτέλης είχε γράψει για την Σανδαράχη, που ήταν ουσιαστικά το σουλφίδιο του Αρσενικού. Τον 11^ο αιώνα μ.Χ. είχαν ανιχνευθεί διάφορα είδη αρσενικού όπως είναι το λευκό (As₄O₆), το κίτρινο (As₂S₃) και το κόκκινο (As₄S₄). Η πρώτη φορά που ανιχνεύθηκε το Αρσενικό στην ελεύθερη του μορφή ήταν το 1649 από τον Johann Schreder ο οποίος παρασκεύασε Αρσενικό διαμέσου της καύσης του οξειδίου του με κάρβουνο (Britannica,2020).

Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	33
Ατομικό Βάρος	74.921
Σημείο Τήξης	816,8° C
Ηλεκτροαρνητικότητα	2.18
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^3$

Πίνακας 8: Ιδιότητες Στοιχείου Αρσενικού (Britannica,2020)

Σε επόμενα έτη το χρησιμοποίησε ο Nicolas Lemery, ένας Γάλλος γιατρός χημικός, ο οποίος παρατήρησε τον σχηματισμό Αρσενικού όταν είχε θερμάνει ένα οξείδιο του με σαπούνι και ποτάσα. Το Αρσενικό ήταν γνωστό ως ένα μοναδικό ημιμέταλλο μέχρι και τον 18^ο Αιώνα. Βρίσκεται σε αφθονία στον φλοιό της Γής και ανιχνεύεται συγκεκριμένα ανα τόνο σε 5 γραμμάρια ενώ στη κοσμική αφθονία εκτιμάται γύρω στα τέσσερα άτομα ανά εκατομμύριο άτομα Πυριτίου. Σε καθαρή μορφή υπάρχει σε πολύ μικρή ποσότητα, κυρίως ανιχνεύεται σε συνδυασμό με μέταλλα όπως είναι ο Άργυρος και το Αντιμόνιο. Οι περισσότερες όμως ενώσεις του Αρσενικού συνδυάζονται με τουλάχιστον 150 διαφορετικά ορυκτά όπως είναι τα σουλφοαρσενίδια, αρσενίδια και οι αρσενίτες. Τα πιο ευρέως γνωστά ορυκτά που περιέχουν Αρσενικό είναι ο αρσενοπυρίτης, η ερυθρά και η κίτρινη Σανδαράχη, ο λευκοπυρίτης και ο αρσενιοσιδηρίτης. Το μεγαλύτερο μέρος της εμπορικής μορφής του Αρσενικού προκύπτει από την τήξη των μεταλλευμάτων Κοβαλτίου, Χρυσού, Χαλκού (Britannica,2020).

Arsenic



Other nonmetals	Solid
Rhombohedral	Weakly acidic

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 24: Το χημικό στοιχείο Αρσενικό και οι στοιχειώδεις ιδιότητες του (Britannica,2020)

Το ισότοπο Αρσενικό-75 είναι το μόνο σταθερό ραδιενεργό ισότοπο του. Το Αρσενικό-76 είναι ένα τεχνητό ισότοπο που εμφανίζει χρόνο ημιζωής 26,4 ώρες. Τα ισότοπα Αρσενικό-72-74-76 χρησιμοποιούνται κυρίως στην διαγνωστική. Το Αρσενικό καταναλώνεται σε μικρές σχετικά ποσότητες γύρω σε ελάχιστα εκατομμύρια ετησίως. Η μεγαλύτερη ποσότητα των προϊόντων Αρσενικού που παράγονται προέρχονται από τη Σουηδία. Το Αρσενικό χρησιμοποιείται συχνά σε μεταλλουργικές εφαρμογές λόγω των μεταλλοειδών ιδιοτήτων που φέρει. Σε σφαίρες Μόλυβδου είναι απαραίτητη η περιεκτικότητα σε Αρσενικό τουλάχιστον 1 % , καθώς επίσης είναι απαραίτητη η ύπαρξη του σε μπαταρίες και εξωτερικές επενδύσεις καλωδίων. Σε ποσότητα 3% πρέπει να ανιχνεύεται το Αρσενικό σε κράματα ρουλεμάν, διότι αυξάνουν την ανθεκτικότητα στη θερμότητα και στη διάβρωση. Επίσης χρησιμοποιείται στην χαλκοποίηση και στη πυροτεχνία (Britannica,2020).

Οι κύριες εμπορικές ενώσεις του Αρσενικού είναι το οξειδίο του Αρσενικού (As_4O_6) και το πεντοξειδίο του Αρσενικού (As_2O_5). Το οξειδίο του Αρσενικού προκύπτει διαμέσου του ψησίματος μεταλλευμάτων όπως είναι του Μόλυβδου

και του Χαλκού καθώς και από τον αρσενοπυρίτη και του θειούχου Αρσενικού. Αποτελεί την πρώτη ύλη για την πλειοψηφία των ενώσεων του Αρσενικού και χρησιμοποιείται σε εντομοκτόνα, φυτοφάρμακα, ως αποχρωματιστικό για τα γυαλιά καθώς και ως συντηρητικό σε δέρματα. Το πεντοξείδιο του Αρσενικού προκύπτει από την επίδραση του νιτρικού οξέος ή άλλου οξειδωτικού παράγοντα στο οξείδιο του Αρσενικού. Αποτελεί βασικό συστατικό ζιζανιοκτόνων, εντομοκτόνων καθώς και συγκολλητικών μετάλλων (Britannica,2020).

Το Αρσενικό ανιχνεύεται και στον αέρα, στο έδαφος, στο νερό καθώς και στα τρόφιμα. Στο έδαφος υπάρχει φυσιολογικά, από τις ηφαιστειακές εκρήξεις που έχουν προηγηθεί και ανιχνεύεται σε συγκέντρωση 3-4 ppm. Ενώ στα πόσιμα νερά ανιχνεύεται σε συγκέντρωση μικρότερη των 2 ppb, ξεπερνάει όμως τα 20 σε περίπτωση που βρίσκονται κοντά εδαφικές εκτάσεις που είναι πλούσια σε συγκέντρωση Αρσενικού. Τα επίπεδα συγκέντρωσης του Αρσενικού στον αέρα κυμαίνονται σε γενικές γραμμές από 1 μέχρι 2000 νανογραμμάρια ανά τετραγωνικό μέτρο. Τα τρόφιμα τα οποία είναι πλούσια σε Αρσενικό είναι κάποια είδη μανιταριών, θαλασσινών και οστράκων καθώς και στο ρύζι και σε δημητριακά (ATSDR,2007).

6.8.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Από τα αρχαία χρόνια, είναι γνωστό ότι η κατάποση Αρσενικού σε πολύ μεγάλες ποσότητες, δηλαδή άνω των 60.000 ppb μπορεί να οδηγήσει σε θάνατο. Σε περίπτωση όμως που κάποιος καταναλώσει μέσω νερού ή και τροφίμων Αρσενικό σε συγκέντρωση 300-30000 ppb μπορεί να εμφανίσει ενόχληση και ερεθισμό στο στομάχι, ναυτία και τάση για εμετό. Επιπλέον αν γίνει κατανάλωση ανόργανου Αρσενικού μπορούν να εμφανιστούν χαμηλές συγκεντρώσεις σε λευκά και ερυθρά αιμοσφαίρια και να προκληθούν ζαλάδες, μη φυσιολογικό παλμό καρδιάς, να υπάρξουν βλάβες στα αιμοφόρα αγγεία και να προκληθούν μώλωπες. Σε χρόνια έκθεση το δέρμα μπορεί να αποκτήσει μια μαύρη απόχρωση γεγονός που οφείλεται σε βλάβη των αιμοφόρων. Επιπρόσθετα όταν εισπνέει ο εργαζόμενος Αρσενικό ενδέχεται να εμφανίσει ερεθισμό στον λαιμό και στους πνεύμονες. Η έκθεση στο Αρσενικό συνδέεται

άμεσα με την πρόκληση καρκίνου του πνεύμονα, δέρματος, ουροδόχου κύστης καθώς και νεφρών στους εργαζόμενους (ATSDR,2007).

6.8.2 Όρια Έκθεσης

Το κυριότερο όριο έκθεσης που έχει θεσπιστεί είναι το ανώτατο όριο έκθεσης σε Αρσενικό και σε ανόργανες ενώσεις του κατά την 8ώρη εργασία (TWA) είναι 10 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο (OSHA,2022).

6.8.3 Μέτρα Προστασίας

Ορισμένα μέτρα πρόληψης που μπορούν να εφαρμοστούν στους αλλά και από τους ίδιους εργαζόμενους είναι τα εξής (ATSDR,2007):

- Ο εργαζόμενος δεν θα πρέπει να καταναλώνει τρόφιμα ή ποτά στον χώρο της εργασίας του για να μην καταπιεί ή εισπνεύσει Αρσενικό
- Θα πρέπει να φοράει ειδική προστατευτική στολή κατά την εργασία του ιδίως όταν χειρίζεται ανόργανο Αρσενικό
- Ειδική μάσκα με φίλτρο Ενεργού Άνθρακα είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί κατά την εργασία του
- Θα πρέπει να φοράει χοντρά γάντια κατά τον χειρισμό των ορυκτών που περιέχουν Αρσενικό
- Ο χώρος είναι απαραίτητο να αερίζεται επαρκώς και να υπάρχουν ειδικά φίλτρα αέρα μέσα στο χώρο των εργοστασίων
- Σε περίπτωση εισπνοής μεγάλων ποσοτήτων Αρσενικού, να οδηγείται σε χώρο με επαρκή αερισμό να εισπνεύσει καθαρό αέρα
- Σε περίπτωση κατάποσης μεγάλων ποσοτήτων Αρσενικού να καθαρίσει άμεσα τη στοματική του κοιλότητα με άφθονο νερό και να μην προκληθεί εμετός
- Να μην μεταφέρει τα ρούχα εργασίας σε χώρους εκτός από τον εργασιακό
- Να αποφεύγει την επιμόλυνση των προσωπικών του αντικειμένων με τα επιμολυσμένα με Αρσενικό Ατομικά Μέσα Προστασίας που χρησιμοποιεί κατά την εργασία του.

6.9 Εργοστάσιο Παραγωγής Λάστιχων και Καουτσούκ

Τα τελευταία έτη έχει αυξηθεί σημαντικά η παραγωγή προϊόντων από Καουτσούκ και Λάστιχων που χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην καθημερινότητα όπως είναι η κατασκευή ελαστικών, ιατρικών γαντιών, στρωμάτων, μαξιλαριών καθώς και υποδημάτων. Μέχρι το 1977 είχαν εργαστεί στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής 88300 άτομα στα εργοστάσια αυτά και είχαν εκτεθεί σε πληθώρα επικίνδυνων παραγόντων. Όμως η διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής των προϊόντων αυτών περιλαμβάνει την ανάμιξη και την απελευθέρωση μιας ποικιλίας χημικών ουσιών οι οποίες είναι καρκινογόνες και αποτελούν μεγάλο κίνδυνο για την υγεία των εργαζόμενων στα εργοστάσια αυτά και προκαλούν σοβαρές βλάβες σε πνεύμονες και δέρμα. Οι εργαζόμενοι εκθέτουν τους οργανισμούς τους στις εξής επικίνδυνες ουσίες (Lung Cancer Center):

- 1-3 Βουταδιένιο
- Αμίαντο
- Μαύρο Άνθρακα
- Ν-νιπροζαμίνες
- Φθαλικές Ενώσεις
- Πολυκυκλικοί Αρωματικοί Υδρογονάνθρακες (PAHs)
- Πυρίτιο και οι ενώσεις του
- Διαλύτες και σε
- Ταλκ

Οι κύριες ομάδες εργαζόμενων που εκτίθενται αυτοί που απασχολούνται σε (Lung Cancer Center):

- Ωρίμανση ή βουλκανισμός
- Εξώθηση ή καλντάρισμα
- Φινίρισμα
- Χειρισμό μύλου
- Αποθήκευση και αποστολή προϊόντων

6.9.1 Επιπτώσεις στην υγεία

Οι επιπτώσεις στην υγεία των εργαζόμενων που εργάζονται σε εργοστάσιο παραγωγής λάστιχων και καουτσούκ είναι ποικίλες και κυρίως αναπτύσσονται σοβαρά προβλήματα στο δέρμα στο αναπνευστικό και πεπτικό σύστημα και στα νεφρά. Μπορούν να εμφανιστούν και παρωδικά συμπτώματα από την συχνή έκθεση όπως είναι ναυτία, ζάλη, ερεθισμός δέρματος και ματιών. Ενδεικτικά ορισμένα χρόνια προβλήματα υγείας που αναπτύσσονται είναι (Lung Cancer Center,2022):

- Καρκίνος του Πνεύμονα
- Καρκίνος του Οισοφάγου
- Καρκίνος της Ουροδόχου Κύστης
- Λευχαιμία
- Πολλαπλό Μύελωμα
- Καρκίνος του Στομάχου
- Καρκίνος του Προστάτη

6.10 Αργίλιο

Το Αργίλιο (Al) ή αλλιώς και Αλουμίνιο, είναι ένα μεταλλικό χημικό στοιχείο της κύριας ομάδας 13 ή αλλιώς της ομάδας Βορίου του Περιοδικού Πίνακα. Αποτελεί το μέταλλο που βρίσκεται σε μεγαλύτερη αφθονία στον φλοιό της Γης και το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο μη σιδηρούχο μέταλλο. Το αργίλιο, λόγω της χημικής του δραστηριότητας δεν εμφανίζεται ποτέ στην φύση σε μεταλλική μορφή, αλλά υπάρχει σε όλη τη χλωρίδα και τη πανίδα και στα πετρώματα διαμέσου των ενώσεων του είτε σε μεγαλύτερο είτε σε μικρότερο βαθμό. Το Αργίλιο ανιχνεύεται στα εξωτερικά 16 χιλιόμετρα του φλοιού της Γης και καταλαμβάνει το 8 τις εκατό κατά βάρος, και το ξεπερνάει σε ποσότητα το οξυγόνο και το πυρίτιο μόνο. Το όνομα Αλουμίνιο προέρχεται από τη λατινική λέξη *alumen*, που χρησιμοποιείται για να περιγράψει το θειικό αλουμίνιο κάλιο $[KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O]$ (Britannica,2021).

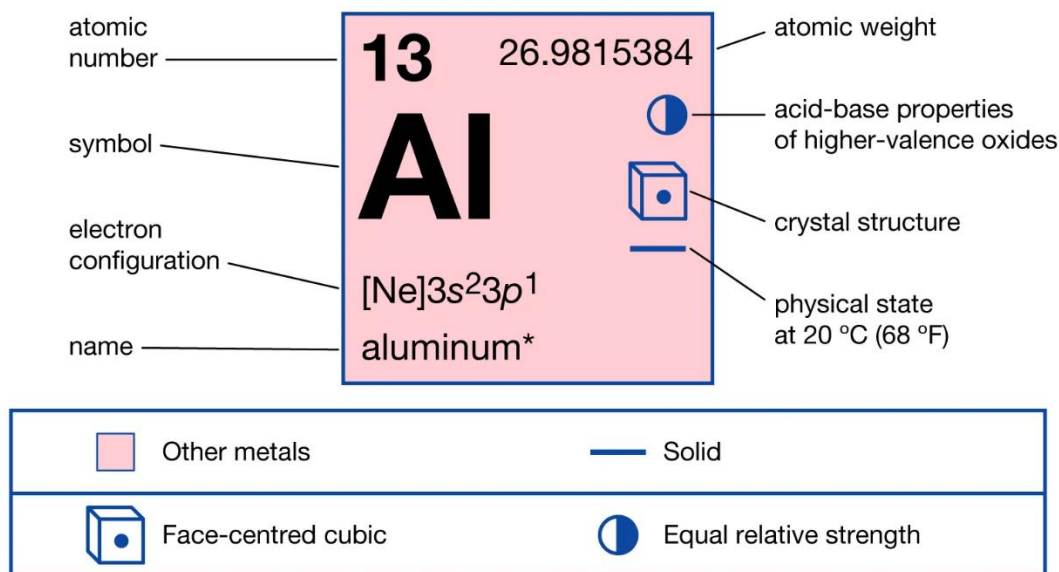
Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	13
Ατομικό Βάρος	26.981
Σημείο Τήξης	-660° C
Σημείο Βρασμού	-2,467 C
Ειδικό Βάρος	2.70 στους 20°C
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

Πίνακας 9: Ιδιότητες στοιχείου Αργιλίου (Britannica,2021)

Το Αργίλιο εμφανίζεται με την μορφή αργιλοπυριτικών αλάτων σε άστριο και μαρμαρυγία, στο έδαφος από τα οποία προέρχεται ως άργιλος, ενώ μετά από τη διαδικασία διάβρωσης που υπόκεινται εισέρχεται με τη μορφή του Βωξίτη και Λατερίτη, που είναι πλούσιος σε Σίδηρο. Ο Βωξίτης, που είναι το κύριο μετάλλευμα του Αλουμινίου αποτελεί μείγμα ένυδρων οξειδίων του. Το κρυσταλλικό οξείδιο του Αργιλίου που είναι η σμύριδα και το κορούνδιο, ανιχνεύεται σε ελάχιστα πυριγενή πετρώματα και μπορεί να εξορυχθεί με τη μορφή ρουμπινιών ή ζαφειριών ή και ως λειαντικά. Το Αλουμίνιο μπορεί να εντοπιστεί και στο Τοπάζι, και τα ορυκτά του που διαθέτουν σημαντική εμπορική σημασία είναι ο κρυόλιθος και ο αλουνίτης (Britannica,2021).

Το Αλουμίνιο στην ακατέργαστη μορφή του απομονώθηκε για πρώτη φορά το 1825 από έναν Δανό Φυσικό τον Hans Christian Orsted, η οποία ακετέργαστη μορφή προέκυψε μέσω της αναγωγής του χλωριούχου Αργιλίου με αμάλγαμα Καλίου. Το 1809 ο Βρετανός Χημικός Sir Humphry Davy δημιούργησε ένα κράμα σιδήρου-αλουμινίου μέσω της ηλεκτρόλυσης τηγμένης αλουμίνης που είναι το οξείδιο του Αργιλίου, από όπου πήρε και το όνομα Αλουμίνιο. Στη συνέχεια το 1827 και το 1845, ο Γερμανός χημικός Friedrich Wohler παρήγαγε σκόνη Αργιλίου και μικρά σφαιρίδια στη μεταλλική μορφή του στοιχείου, μέσα από τα οποία μπορούσε να προσδιορίσει ορισμένες από τις ιδιότητές του (Britannica,2021).

Aluminum*



*Also spelled aluminium.

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 25: Το χημικό στοιχείο Αργίλιο και οι Στοιχειώδεις Ιδιότητες του (Britannica,2021)

Το Αλουμίνιο διαθέτει μια σειρά από ιδιότητες που το καθιστούν ως ιδανικό υλικό για τη βιομηχανία όπως είναι το χαμηλό του βάρος, η μεγάλη του αντοχή στη διάβρωση και στις μηχανικές καταπονήσεις. Για να ενισχυθούν οι μηχανικές του ιδιότητες επιβάλλεται η συνδρομή κραματικών στοιχείων όπως είναι ο σίδηρος και ο χαλκός. Το Αργίλιο είναι ένα όλκιμο και μαλακό μέταλλο το οποίο έχει πολύ καλή αγωγιμότητα είτε θερμική είτε ηλεκτρική και μπορεί να κατεργαστεί με μεγάλη ευκολία μέσω χύτευσης. Αποτελεί ιδανικό υλικό για τη βιομηχανία διότι μπορεί να συγκολληθεί, να ελάσσεται και να διαμορφωθεί με άνεση (ATSDR,2008).

Το Αργίλιο μπορεί να προστεθεί σε άλλα μέταλλα με σκοπό να βελτιώσει τις ιδιότητές τους, όπως είναι οι μπρούτζοι που είναι κράμα Πυριτίου και Αργιλίου. Το μέταλλο και τα κράματά του χρησιμοποιούνται κυρίως στην κατασκευή αεροσκαφών, στην κατασκευή ψυγείων, κλιματιστικών, σε επενδύσεις κλιβάνων καθώς και ηλεκτρικών αγωγών και στον εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων. Το μεταλλικό Αργίλιο χρησιμοποιείται σε εκρηκτικά. Επιπλέον το Αργίλιο ανιχνεύεται σε καταναλωτικά προϊόντα όπως είναι τα αντιόξινα, τα αντιδρωτικά καθώς και σε πρόσθετα τροφίμων.(Britannica,2021).

Μια ένωση του Αργιλίου που χρησιμοποιείται συχνά είναι το θειικό Αργίλιο, που προκύπτει ένα άχρωμο άλας το οποίο λαμβάνεται από τη δράση του θειικού οξέος με το ένυδρο οξειδίο του Αργιλίου, και η εμπορική του μορφή είναι ένα κρυσταλλικό στερεό με τη μορφή $Al_2(SO_4)_3$. Χρησιμοποιείται στη παραγωγή χαρτιού και ως πληρωτικό για τις επιφάνειες. Όταν το θειικό Αργίλιο συνδυάζεται με τα θειικά μέταλλα των μονοσθενών μετάλλων σχηματίζει τις στυπτηρίες που εφαρμόζονται στη παραγωγή υφασμάτων, χρωμάτων αλλά και φαρμάκων (ATSDR,2008).

Το Αργίλιο μπορεί να ανιχνευθεί φυσιολογικά στο έδαφος, στο νερό και στον αέρα. Σε περίπτωση όμως που ανιχνευθούν υψηλές συγκεντρώσεις αυτό προκαλείται από την εξόρυξη και την επεξεργασία μεταλλευμάτων Αργιλίου, των κραμάτων και των ενώσεών του. Στην ατμόσφαιρα επίσης μπορούν να ανιχνευθούν νέες συγκεντρώσεις από την καύση των μετάλλων και από αποτεφρωτήρες. Στο νερό το Αργίλιο δεν μπορεί να διαλυθεί εύκολα εκτός και αν είναι πολύ όξινο ή αλκαλικό το νερό (ATSDR,2008).

Ο Άνθρωπος μπορεί να εκτεθεί στο Αργίλιο μέσω 4 οδών. Η πρώτη είναι μέσω της τροφής και συγκεκριμένα μέσω της κατανάλωσης προϊόντων που χρησιμοποιούνται στην Παρασκευή τροφίμων όπως είναι το αλεύρι και το baking powder. Έχει βρεθεί βάσει έρευνας ότι ο μέσος άνθρωπος καταναλώνει 7-9 mg Αργιλίου μέσω της τροφής του. Η δεύτερη οδός έκθεσης αποτελεί το νερό όπου οι άνθρωποι καταναλώνουν μέσω πόσιμου νερού 0,1 mg/l τη μέρα Αργίλιο. Σε κάποιες πόλεις η συγκέντρωση του Αργιλίου ξεπερνάει τα 0,4 mg/l στο πόσιμο νερό. Η τρίτη οδός έκθεσης είναι ο αέρας, όπου ο άνθρωπος εισπνέει αέρα που περιέχει 0.018 μικρογραμμάρια Αργιλίου ανά κυβικό μέτρο. Η τέταρτη οδός γίνεται διαμέσου της χρήσης προϊόντων που περιέχουν Αργίλιο όπως είναι ορισμένα καλλυντικά, η ασπιρίνη που περιέχει 10-20 mg Αργίλιο ανά δισκίο (ATSDR,2008).

6.10.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Μια από τις σοβαρές επιπτώσεις του Αργιλίου στην Υγεία των Εργαζόμενων είναι η δύσπνοια και ο βήχας ο έντονος που προκαλείται ύστερα από εισπνοή αερίου που περιέχει σκόνη Αργιλίου, το οποίο ανιχνεύεται και σε εξετάσεις θώρακος. Αρκετά προβλήματα με την λειτουργία του εγκεφάλου έχουν

ανιχνευθεί ύστερα από έκθεση των εργαζόμενων σε Αργίλιο όπως είναι η ανάπτυξη της νόσου Alzheimer καθώς και έντονος ερεθισμός των οφθαλμών (Tomljenovic,2011). Πολλοί ασθενείς οι οποίοι πάσχουν από μια νεφρική νόσο αποθηκεύουν μεγάλες συγκεντρώσεις Αργιλίου και δεν τις αποβάλλουν φυσιολογικά διάμεσου των ούρων και αυτό προκαλεί με τη σειρά του πολλές βλάβες στα οστά και στον εγκέφαλο. Επίσης το Αργίλιο ενοχοποιείται για την ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα και νεφρών στους εργαζόμενους (ATSDR,2008).

6.10.2 Όρια Έκθεσης

Τα όρια έκθεσης του Αργιλίου που έχουν θεσπιστεί για τους εργαζόμενους είναι (OSHA,2022):

- Σύμφωνα με τον OSHA σε 8ώρη εργασία (TWA) το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο έκθεσης είναι τα 15 mg/m³ Αργίλιο σε μορφή σκόνης και τα 5 mg/m³ σε εισπνεύσιμο κλάσμα
- Σύμφωνα με τον NIOSH σε 10 ώρη εργασία (TWA) το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο έκθεσης είναι τα 10 mg/m³ Αργίλιο σε μορφή σκόνης και τα 5 mg/m³ σε εισπνεύσιμο κλάσμα.
- Σύμφωνα με τον ACGIH σε 8 ώρη εργασία (TWA) το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο έκθεσης είναι τα 1 mg/m³ Αργίλιο σε αναπνεύσιμα σωματίδια.

6.10.3 Μέτρα Προστασίας

Ορισμένα μέτρα πρόληψης και προστασίας που μπορούν να θεσπιστούν είναι (ATSDR,2008):

- Να μην καταναλώνει ο εργαζόμενος τρόφιμα, ποτά η να καπνίζει όταν χειρίζεται το Αργίλιο και τα παράγωγά του
- Να φοράει προστατευτικά γυαλιά και μάσκα κατά την εργασία του
- Να φοράει προστατευτικά γάντια κατά την εργασία του

- Να μην μεταφέρει το ένδυμα της εργασίας του σε άλλους εξωτερικούς χώρους
- Να πλένει τακτά τα χέρια του πριν κατά τη διάρκεια και στο τέλος της εργασίας του
- Σε περίπτωση εισπνοής μεγάλης ποσότητας σκόνης, να κατευθύνετε τον εργαζόμενο σε έναν επαρκώς αεριζόμενο χώρο να πάρει εισπνοές
- Σε περίπτωση εισπνοής ποσότητας Αργιλίου ξεπλύνετε το στόμα με άφθονο νερό, μην προκαλέσετε εμετό.

6.11 Ραδόνιο

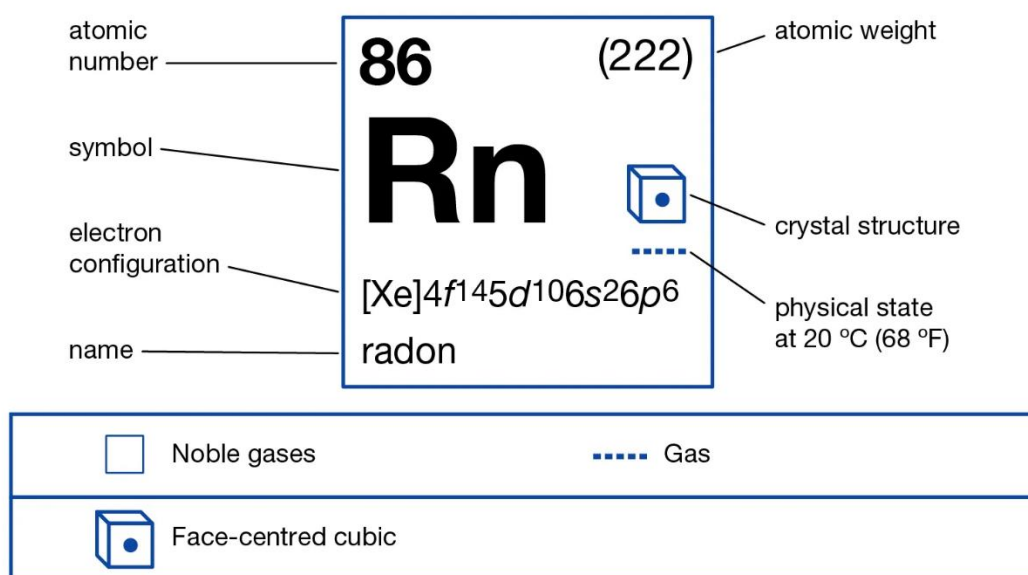
Το Ραδόνιο αποτελεί ένα χημικό στοιχείο, και συγκεκριμένα ένα βαρύ ραδιενεργό αέριο των Ευγενών Αερίων του Περιοδικού Πίνακα, το οποίο προκύπτει από την ραδιενεργή διάσπαση του Ραδίου, για αυτό και παλιότερα το Ραδόνιο αποκαλούνταν έκλυση του Ραδίου. Το Ραδόνιο αποτελεί ένα άγχρωμο αέριο το οποίο είναι 7,5 φορές βαρύτερο από τον αέρα και πάνω από 100 φορές πιο βαρύ από το Υδρογόνο. Το αέριο υγροποιείται στους $-61,8^{\circ}\text{C}$ και ψύχεται στους -71°C . Σε περαιτέρω ψύξη, το στερεοποιημένο Ραδόνιο λάμπει με ένα κίτρινο χρώμα το οποίο μετατρέπεται σε πορτοκαλοκόκκινο στη θερμοκρασία του υγρού αέρα. Το ραδόνιο συναντάται σπάνια στη φύση επειδή τα ισότοπά του έχουν σύντομη διάρκεια ζωής καθώς και η πηγή του, το Ράδιο, ανιχνεύεται δύσκολα στη φύση. Η ατμόσφαιρα περιέχει ίχνη Ραδονίου κοντά στο έδαφος ως αποτέλεσμα της διαρροής από το έδαφος και από διάφορα ορυκτά, τα οποία αποτελούνται από ελάχιστες ποσότητες Ραδίου. Το Ράδιο είναι αποτέλεσμα φυσικής διάσπασης του Ουρανίου που ανιχνεύεται σε διάφορους τύπους πετρωμάτων (Britannica,2021).

Ιδιότητες Στοιχείου	
Ατομικός Αριθμός	86
Ατομικό Βάρος	222u
Σημείο Τήξης	-71° C
Σημείο Βρασμού	-62 ° C
Πυκνότητα	9.73 g/L
Ηλεκτρονιακή Διαμόρφωση	[Xe]4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6s ² 6p ⁶

Πίνακας 10: Ιδιότητες Στοιχείου Ραδονίου (Britannica,2021)

Η απελευθέρωση του Ραδονίου στην ατμόσφαιρα επιτυγχάνεται μέσα από την είσοδο του στην επιφάνεια του εδάφους από τις ρωγμές του καθώς και μπορεί να περάσει και στα υπόγεια ρεύματα μέσα. Το Ραδόνιο αν και είναι χημικά αδρανές διασπάται κανονικά μέσω ραδιενεργών διεργασιών σε άλλους απογόνους Ραδονίου, οι οποίοι αποβάλλουν ακτινοβολία άλφα και προσβάλλουν τους πνεύμονες και να προκαλέσουν καρκίνο. Το Ραδόνιο είναι χρήσιμο για την ανίχνευση σεισμικής δραστηριότητας, για ακτινοθεραπείες, καθώς και για χημική εργαστηριακή έρευνα. Επιπρόσθετα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εξερεύνηση Ουρανίου ή πετρελαίου , μέσω της χρήσης του ως ιχνηθέτης στον προσδιορισμό μόλυνσης NAPL (υγρό μη υδατικής φάσης) καθώς και επίσης στις μελέτες μεταφοράς στην ατμόσφαιρα (ATSDR,2012).

Radon



() indicates the mass of the longest-lived isotope.

© Encyclopædia Britannica, Inc.

Εικόνα 26: Το Χημικό Στοιχείο Ραδόνιο και οι στοιχειώδεις ιδιότητές του. (Britannica,2021)

Το πιο κοινό και γνωστό ισότοπο του Ραδονίου είναι το Ραδόνιο-222. Ένα άτομο Ραδονίου-222 εκπέμπει ένα σωματίδιο άλφα (που είναι ουσιαστικά το μέγεθος ενός ατόμου Ηλίου χωρίς τα ηλεκτρόνια), μετατρέπεται σε ένα άτομο Πολωνίου-218 (²¹⁸Po), το οποίο με τη σειρά του εκπέμπει και αυτό ένα σωματίδιο άλφα και μετατρέπεται σε ραδιενεργό Μόλυβδο (²¹⁴Pb). Ο χρόνος ημι-ζωής του ²²²Rn είναι 3,82 ημέρες, ενώ τα προϊόντα διάσπασης του συγκεκριμένα το ²¹⁸Po και το ²¹⁴Pb εμφανίζουν χρόνο ημι-ζωής 3 και 26 λεπτά αντίστοιχα (ATSDR,2012).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1980, το Ραδόνιο είχε αναγνωριστεί ως επικίνδυνο αέριο για την υγεία των ανθρώπων, διότι η ραδιενεργή διάσπαση του Ουρανίου παράγει ένα αέριο Ραδόνιο, το οποίο μπορεί να διεισδύσει στα ορυκτά και στο έδαφος και να εισέλθει μέσα στα κτήρια μέσω των υπογείων, διότι το Ραδόνιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα, καθώς και μπορεί να διεισδύσει και στο νερό που προέρχεται από τα πηγάδια μιας και το Ραδόνιο εμφανίζει μεγάλη

διαλυτότητα στο νερό. Οι οικίες οι οποίες δεν αερίζονται επαρκώς μπορεί να συσσωρευτεί μεγάλη ποσότητα αερίου Ραδονίου. Η εισπνοή ή η κατάποση Ραδονίου αποτελεί την κύρια αιτία ανάπτυξης καρκίνου πνεύμονα σε μη καπνιστές στις Ηνωμένες Πολιτείες (Britannica,2021).

Το φυσικό Ραδόνιο αποτελείται από 3 ισότοπα, ένα από τη καθεμία σειρά φυσικών ραδιενεργών αποσάθρωσης (τη σειρά Θορίου, Ακτινίου και Ουρανίου). Η ανακάλυψή του Ραδονίου-222 έγινε το 1900 από τον Γερμανό χημικό Friederich E. Dorn, με το μακροβιότερο ισότοπό του στη σειρά Ουρανίου με 3.823 ημέρες ημι-ζωής). Το Ραδόνιο-220 από την σειρά Θορίου , που εμφανίζει χρόνο ημι-ζωής 51,5 δευτερόλεπτα ανιχνεύθηκε για πρώτη φορά από τους Owens και Rutherford, οι οποίοι παρατήρησαν ότι μέρος της ραδιενέργειας του Θορίου, θα μπορούσε να παρασυρθεί από αέρια ρεύματα μέσα στο εργαστήριο. Το Ραδόνιο-219 ή αλλιώς το Ακτινόνιο, που εμφανίζει χρόνο ημι-ζωής 3,92 δευτερόλεπτα ανακαλύφθηκε το 1904 από τους Giesel και Dieberne (Britannica, 2021).

Τα άτομα Ραδονίου διαθέτουν μια ιδιαίτερα σταθερή ηλεκτρονική διαμόρφωση οκτώ ηλεκτρονίων στο εξωτερικό τους περίβλημα, γεγονός που εξηγεί την αδράνεια του χημικού στοιχείου αυτού. Η πειραματική έρευνα των ενώσεων του Ραδονίου είναι εξαιρετικά δύσκολη λόγω της μικρής διάρκειας ζωής που εμφανίζει καθώς και της υψηλής ραδιενέργειας που διαθέτει. Η χημική συμπεριφορά του Ραδονίου είναι παρόμοια με εκείνη ενός φθοριούχου μετάλλου και συνάδει με τη θέση του στον περιοδικό πίνακα ως μεταλλοειδές στοιχείο.

Οι εργασιακοί χώροι στους οποίους οι εργαζόμενοι εκτίθενται στο Ραδόνιο είναι τα ορυχεία (ιδίως οι εργαζόμενοι σε ορυχεία μετάλλων και ορυκτών), σε όλη τη διαδικασία παραγωγής και επεξεργασίας Ουρανίου, σε όλη τη διαδικασία επεξεργασίας και παραγωγής φωσφορικών (το Ραδόνιο, το Ουράνιο και το Θόριο αποτελούν ακαθαρσίες των φωσφορικών ορυκτών, σε εργοστάσια ύδρευσης, σε σπηλιές, καθώς και επίσης σε κατασκευές σηραγγών, τούνελ, σιδηροδρομικών σταθμών κ.α. (Daniels,2017).

6.11.1 Επιπτώσεις στην Υγεία

Τα κυριότερα προβλήματα που εμφανίζει η έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού στο Ραδόνιο αναπτύσσονται στο αναπνευστικό σύστημα. Συμπτώματα όπως έντονος βήχας, δύσπνοια, πόνος στο στήθος είναι συχνά σε εργαζόμενους που εκτίθενται συχνά στο Ραδόνιο. Η έκθεση στο Ραδόνιο σε συνδυασμό με το Κάπνισμα μπορεί να προκαλέσει σοβαρά χρόνια προβλήματα όπως είναι το άσθμα και ο Καρκίνος του Πνεύμονα (ATSDR,2022).

6.11.2 Όρια Έκθεσης

Το όριο έκθεσης των εργαζόμενων σε Ραδόνιο, σύμφωνα με τον OSHA είναι 100 pCi/L ανά 8ωρο εργασίας για 7 ήμερη συνεχόμενη εργασία (OSHA,2021).

6.11.3 Μέτρα Προστασίας

Η κύρια προσέγγιση για τον ασφαλή χειρισμό περιλαμβάνει πρακτικές ατομικής προστασίας και μηχανικούς ελέγχους όπως είναι η χρήση γαντιών, η χρήση συστημάτων απομακρυσμένου χειρισμού, γεωμετρικά ασφαλών δοχείων, φίλτρων HEPA και συστημάτων δυναμικού αερισμού. Περαιτέρω ζητήματα ασφάλειας περιλαμβάνουν διοικητικά πρότυπα και ελέγχους όπως η εκπαίδευση και η παρακολούθηση και άμεση αντιμετώπιση καταστάσεων έκτακτης ανάγκης. Επιπρόσθετα θα πρέπει να γίνεται κάθε 12 μήνες έλεγχος τη συγκέντρωσης Ραδονίου. Ο εργαζόμενος δεν θα πρέπει να καταναλώνει τρόφιμα ή ποτά στον χώρο της εργασίας του για να μην καταπιεί ή εισπνεύσει Ραδόνιο. Ο συνδυασμός όλων των παραπάνω συμβάλλει στη υλοποίηση ενός επιτυχημένου σχεδίου ασφάλειας στον χώρο εργασίας (ATSDR,2022).

Συζήτηση

Μια μελέτη η οποία συμπεριλάμβανε εκτός από τους εργαζόμενους στα εργοστάσια Lorain & Reading και εργαζόμενους από άλλα πέντε εργοστάσια παραγωγής βηρυλλίου στο Οχάιο και στη Πενσυλβάνια, έλαβε ως δείγμα μελέτης 9225 άνδρες εργαζόμενους (από τους οποίους οι 320 δεν ήταν λευκοί) οι οποίοι είχαν εργαστεί για διάστημα μεγαλύτερο των 2 ημερών στη περίοδο του 1940-1969. Η παρακολούθηση της θνησιμότητας διήρκησε ως το 1988 και χρησιμοποιήθηκαν εθνικά και τοπικά ποσοστά για τον υπολογισμό των αναμενόμενων θανάτων από καρκίνο του πνεύμονα. Παρατηρήθηκαν συνολικά 280 θάνατοι από τον καρκίνο του πνεύμονα με αποτέλεσμα ο δείκτης θνησιμότητας να είναι στο 1,26 σε εθνικό επίπεδο ενώ στα τοπικά ποσοστά ανήλθε σε 1,32. Η μεταβλητή η οποία αποδεικνύει την ισχυρότερη συσχέτιση με τον καρκίνο του πνεύμονα είναι η έναρξη της εργασίας κατά το πρώτο ημερολογιακό έτος, όπου ο δείκτης θνησιμότητας ήταν 1,42 για τους εργαζόμενους που προσλήφθηκαν το 1950 για πρώτη φορά, 1,24 για του εργαζόμενους που προσλήφθηκαν για πρώτη φορά μεταξύ 1950 και 1959 και 0,62 για τους εργαζόμενους που προσλήφθηκαν για πρώτη φορά μεταξύ του 1960 και 1969 (Sanderson,2001).

Μια ανάλυση από τη Μελέτη Μητρώου Βηρυλλίου του Ηνωμένου Βασιλείου εντόπισε 30 θανάτους από τους οι 25 οφείλονταν σε αναπνευστική ανεπάρκεια, σε συνολικό δείγμα 69 ασθενών που είχαν διαγνωσθεί με χρόνια νόσο του Βηρυλλίου κατά τη περίοδο του 1945-1993, αλλά κανένας θάνατος από καρκίνο του πνεύμονα δεν είχε καταγραφεί. Ενώ στη Μελέτη Μητρώου Βηρυλλίου των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής το ποσοστό θανάτων από καρκίνο του πνεύμονα έναντι των συνολικών θανάτων μεταξύ ασθενών με χρόνια νόσο του Βηρυλλίου ήταν 10/249 ή 4% (Boffeta et.al 2012).

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που αποδεικνύουν ότι η έκθεση στο Πλουτώνιο μπορεί να προκαλέσει καρκίνο του πνεύμονα, των οστών καθώς και του ήπατος. Αλλά ο καρκίνος του πνεύμονα αποτελεί την κύρια μορφή καρκίνου που μπορεί να αποκτήσει ένας εργαζόμενος στον χώρο της παρασκευής ή της επεξεργασίας Πλουτωνίου. Η έρευνα από τους Gilles et al το 2017, έκανε μια

μελέτης κοορτής για τους εργαζόμενους 2 σε εργοστάσια παραγωγής Πλουτωνίου, το Mayak και το Sellafield. Η συγκεντρωτική ομάδα συμπεριλάμβανε 45.817 εργάτες και συγκεκριμένα 22.374 εργάτες από το Mayak οι οποίοι απασχολήθηκαν για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια του 1948-1982 και παρακολούθηθηκε η υγεία τους μέχρι το 2009, και 23.443 από το Sellafield οι απασχολήθηκαν για πρώτη φορά κατά τη διάρκεια του 1947-2002 με παρακολούθηση ως το 2005. Συνολικά καταγράφηκαν 1195 θάνατοι εργαζόμενων από Καρκίνο του Πνεύμονα (789 από Mayak και 406 από Sellafield), αλλά μόνο 893 περιστατικά καρκίνου του πνεύμονα (509 από Mayak και 384 από Sellafield) καταγράφηκαν λόγω της διακοπτόμενης καταγραφής της μελέτης επίπτωσης (Gilles et.al 2017).

Στην έρευνα των Gilles et.al, βρέθηκε ότι οι εργάτες στο Mayak εκτίθενται σε μεγαλύτερη ποσότητα πλουτωνίου σε αντίθεση με τους εργαζόμενους στο Sellafield. Συγκεκριμένα το 20% των εργαζομένων στο Mayak έχει εκτεθεί σε ποσότητα Πλουτωνίου μεγαλύτερη από 0,1 Gy ενώ μόνο 68 εργαζόμενοι από το σύνολο των εργαζόμενων στο Sellafield έχουν εκτεθεί σε ανάλογο βαθμού. Η μέγιστη ποσότητα Πλουτωνίου που έχει απορροφηθεί από τους πνεύμονες εργαζόμενων στο Mayak είναι 20 Gy ενώ στο Sellafield είναι 0,7 Gy. Συνολικά σε όλους του εργαζόμενους και από 2 τα εργοστάσια παραγωγής πυρηνικών όπλων από Πλουτώνιο το 80% των εργαζόμενων έχει εκτεθεί σε ποσότητα μικρότερη των 5 mGy κατά τη διάρκεια της εργασίας τους (Gilles et.al,2017).

Μια άλλη μελέτη από τους Koshurnikova et.al (1997) κατέδειξε ότι υπάρχει υψηλή συσχέτιση της θνησιμότητας από καρκίνο του πνεύμονα με την έκθεση στο Πλουτώνιο. Στη μελέτη τους έλαβαν ως δείγμα μελέτης 666 γυναίκες που προσλήφθηκαν σε εργοστάσιο παραγωγής ραδιοχημικών και Πλουτωνίου κατά το 1948-1958 και παρακολούθηθηκαν μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 1993. Οι αριθμοί των θανάτων υπολογίστηκαν με βάση τα συγκεκριμένα ποσοστά ηλικίας στη Ρωσική Ομοσπονδία κατά τη περίοδο 1970-1986. Ο αριθμός των θανάτων που παρατηρήθηκε ήταν σημαντικά υψηλότερος από τον αναμενόμενο (15 αντί για 2,57) και ο κίνδυνος της θνησιμότητας συσχετίστηκε με την συνολική ποσότητα α-ακτινοβολίας που εισέρχεται στον πνεύμονα των εργαζόμενων. Οι περισσότεροι θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα

καταγράφηκαν ύστερα από έκθεση σε ποσότητα Πλουτωνίου μεγαλύτερης των 100 Sv (Koshurnikova et.al,1997).

Στην έρευνα που έκαναν οι Grimsurd & Peto οι οποίοι οι είχαν ως δείγμα εργαζόμενους από το διυλιστήριο Νικελίου στο Clydach στην Ουαλία οι οποίοι ανακάλυψαν ότι 133 εργαζόμενοι από το διάστημα 1930 μέχρι το 1992 απεβίωσαν από καρκίνο του πνεύμονα, οι οποίοι είχαν εργαστεί για διάστημα μεγαλύτερο των 20 ετών στο διυλιστήριο (Grimsurd and Peto,2006). Σε μια άλλη έρευνα των Sorahan et.al οι οποίοι είχαν ως δείγμα στη μελέτη κοορτής 1762 εργαζόμενους οι οποίοι εκτέθηκαν σε Νικέλιο και Χρωμιο και οδήγηθηκαν σε θάνατο από καρκίνο του πνεύμονα 40 άνδρες και 15 γυναίκες, οι οποίοι είχαν εργαστεί στο διάστημα 1946-1995(Sorahan et.al,1998). Τέλος σε μια άλλη έρευνα από τους Antilla et.al (1998) οι οποίοι είχαν λάβει ως δείγμα 1388 εργαζόμενους οι οποίοι είχαν εργαστεί για διάστημα τουλάχιστον 3 μηνών στο διυλιστήριο Νικελίου και μεταλλουργείου Χαλκού-Νικελίου στη πόλη Harjavalta της Φιλανδίας, από τους οποίους οι 1155 εργαζόμενοι είχαν εκτεθεί σε Νικέλιο στο διάστημα 1960-1985 οι οποίοι εργαζόνταν είτε στο μεταλλουργείο είτε στο επισκευαστικό είτε και στο διυλιστήριο. Από το δείγμα των 1155 εργαζόμενων εμφανίστηκε στατιστική σημαντικότητα σε όσους εργάζονταν τουλάχιστον 20 έτη και εμφάνισαν επίπτωση καρκίνου του πνεύμονα 2,61 (Antilla et.al,1998).

Πολλές επιδημιολογικές μελέτες αποδεικνύουν ότι η έκθεση στο αέριο μουστάρδας προκαλεί την ανάπτυξη καρκίνων και γενικότερα όγκων στο αναπνευστικό σύστημα και ιδίως καρκίνο του πνεύμονα. Σε θύματα πολέμου αλλά και σε εργαζόμενους σε εργοστάσια παραγωγής αερίου μουστάρδας έχουν καταγραφεί σημαντικά δεδομένα. Μια μελέτη που διεξάχθηκε στη Βρετανία έχοντας ως δείγμα 3354 εργαζόμενους σε εργοστάσιο παραγωγής αερίου μουστάρδας στο Chesire, εντόπισε ότι από το δείγμα μελέτης καταγράφηκαν 200 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα ενώ αναμένονταν να καταγραφούν γύρω στους 138 (Ghanei, Harandi, 2010).

Μια άλλη μελέτη κοορτής από τους Doi et al. Όπου παρακολούθησαν από το 1952 έως το 2005 εργαζόμενους οι οποίοι εργάστηκαν σε εργοστάσιο παραγωγής δηλητηριωδών αερίων το 1929 μέχρι το 1945 στην Hiroshima της

Ιαπωνίας , όπου το αέριο μουστάρδας το παρήγαγαν σε μεγαλύτερο βαθμό, από τους οποίους 480 εργαζόμενοι εκτέθηκαν σε αέριο μουστάρδας ενώ οι 960 ήταν μη εκτεθειμένος πληθυσμός εργαζόμενων. Από αυτά τα δείγματα ανιχνεύθηκαν 38 περιστατικά στους εκτεθειμένους εργαζόμενους και 39 περιστατικά στους μη-εκτεθειμένους και παράλληλα εμφάνισε σε όλα τις ηλικιακές ομάδες μεγαλύτερο επιπολασμό η ομάδα εργαζόμενων που εκτέθηκε στο αέριο της μουστάρδας (Doi et.al,2011).

Στην έρευνα των Sorahan et. al έγινε εντοπισμός της σχέσης μεταξύ της επαγγελματικής έκθεσης σε οξειδία, θειούχα και θειικό Κάδμιο με τον κίνδυνο θνησιμότητας από καρκίνο του πνεύμονα. Εντοπίστηκαν σε εγκαταστάσεις ανάκτησης Καδμίου στις Ηνωμένες Πολιτείες 571 νεκροί άνδρες εργαζόμενοι στον τομέα της παραγωγής, οι οποίοι είχαν εργαστεί κατά τη περίοδο 1940 με 1969 τουλάχιστον για 6 μήνες. Επιπρόσθετα βρέθηκε ότι σε όσο μεγαλύτερη ποσότητα Καδμίου είχε εκτεθεί ο εργαζόμενος τόσο σημαντικά αυξάνονταν ο κίνδυνος να αποκτήσει καρκίνο του πνεύμονα, και συγκεκριμένα σε συνδυασμό με το τριοξείδιο αρσενικού. Καταγράφηκαν 21 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα ύστερα από έκθεση σε οξειδίο του Καδμίου και του τριοξειδίου του Αρσενικού (Sorahan et.al., 1997).

Η άμεση σύνδεση του Αιματίτη με τον καρκίνο του πνεύμονα έγινε μέσω ποικίλων ερευνών ανάμεσα στις οποίες είναι και η έρευνα των Boyd et.al. του 1970 η οποία είχε ως δείγμα 5811 εργαζόμενους σε 2 εργοστάσια εξόρυξης Αιματίτη, και εντόπισε 42 θανάτους από καρκίνο του πνεύμονα στο διάστημα 1948 με 1967 (Boyd et.al, 1970).

Έχει εντοπιστεί σε πληθώρα ερευνητικών μελετών ότι ο Αμιάντος μπορεί να προκαλέσει σε εργαζόμενους καρκίνο του πνεύμονα καθώς και μεσοθηλίωμα. Στη μελέτη των Magnani et.al (2008), όπου είχαν ως δείγμα μελέτης 3434 εργαζόμενους σε τσιμεντοποιία στην Ιταλία οι οποίοι εργάζονταν στο διάστημα 1950-1986, ανίχνευσαν 246 περιστατικά καρκίνου του πνεύμονα τα οποία οδήγησαν σε θνησιμότητα, καθώς και άλλες κακοήθειες στην περιοχή του πνεύμονα (Magnani et.al, 2008). Στη μελέτη του Finkelstein (1989), είχε ληφθεί ως δείγμα μελέτης 1657 εργαζόμενους σε 2 εργοστάσια επεξεργασίας χρυσόπυλου Αμιάντου στο Οντάριο του Καναδά, όπου καταγράφηκαν 18 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα και από μεσοθηλίωμα, όπου προέκυψε σε

εργαζόμενους που είχαν εργαστεί τουλάχιστον για 20 έτη στα εργοστάσια και εκτίθονταν συνεχώς σε ίνες χρυσοσιλίου (Finkelstein,1989).

Στην έρευνα των Mabuchi et.al (1980) λήφθηκε ως δείγμα μελέτης 1050 άνδρες οι οποίοι εργάζονταν σε εργοστάσιο παρασκευής εντομοκτόνων στη Βαλτιμόρη, που είχαν ως βάση το ανόργανο Αρσενικό κατά το χρονικό διάστημα 1946-1977, και καταγράφηκαν 23 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα που προκλήθηκε ύστερα από έκθεση (Mabuchi et.al, 1980).

Μια άλλη μελέτης κοορτής από τον Luchtrath (1983) είχε λάβει ως δείγμα μελέτης από το Παθολογικό Ινστιτούτο στο Koblenz 163 αμπελουργούς οι οποίοι εμφάνισαν χρόνια δηλητηρίαση από Αρσενικό. Από αυτούς το 66% ανέπτυξε καρκίνο του πνεύμονα και μάλιστα 6 διαφορετικών ειδών καρκίνου του πνεύμονα (αδενοκαρκινώματα, πλακώδες κ.α.) (Luchtrath,1983).

Στην μελέτη που διεξήγαγαν οι Beall et.al (2007) είχαν ως δείγμα μελέτης 3425 εργαζόμενους σε ένα εργοστάσιο παραγωγής ελαστικών, οι οποίοι εργάζονταν εκεί για διάστημα τουλάχιστον 3 μηνών μεταξύ των 1962-2003 όπου και καταγράφηκαν 47 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα (Beall et.al,2007).

Η μελέτη των Armstrong et al το 1994 είχε λάβει ένα τυχαίο δείγμα 1,138 από 16,297 άνδρες εργαζόμενους κατά το διάστημα 1950-1988 σε ένα εργοστάσιο παραγωγής Αλουμινίου στο Quebec του Καναδά. Από το τυχαίο δείγμα καταγράφηκαν 338 θάνατοι από καρκίνο του πνεύμονα ύστερα από έκθεση των εργαζόμενων σε σκόνη Αλουμινίου (Armstrong et.al 1994).

Σε μια άλλη μελέτη των Friesen et al το 2007 εντοπίστηκε σε δείγμα 6423 εργαζόμενων ανδρών που εργάζονταν για τουλάχιστον 3 χρόνια τη περίοδο 1954-1997 σε μεταλλουργείο Αλουμινίου όπου και καταγράφηκαν 90 θάνατοι από Καρκίνο του Πνεύμονα (Freisen et.al,2007).

Στη μελέτη των Edward et. al (2004) είχαν πάρει ως δείγμα μελέτης 4,134 εργαζόμενους σε εργοστάσιο παραγωγής Ουρανίου στο Κολοράντο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής όπου εργάστηκαν στο διάστημα 1950-1964 για 2 τουλάχιστον έτη και εκτίθονταν συνεχώς σε αέριο Ραδόνιο . Καταγράφηκαν 617 θάνατοι από Καρκίνο του Πνεύμονα μέσα σε 135.275 ανθρώπους-χρόνια (Edward et.al, 2004).

Συμπεράσματα

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες που συλλέχθηκαν προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Υπάρχει μεγάλος αριθμός παραγόντων που ενοχοποιούνται στον χώρο εργασίας για την ανάπτυξη σοβαρών ασθενειών στο αναπνευστικό σύστημα και κυρίως για την πρόκληση του καρκίνου του πνεύμονα σε εργαζόμενους ύστερα από πολύχρονη έκθεση σε αυτούς.
- Η κύρια οδός εισόδου των παραγόντων που ενοχοποιούνται για την πρόκληση του καρκίνου του πνεύμονα είναι διάμεσου της εισπνοής από τη ρινική ή και την στοματική κοιλότητα.
- Έχουν θεσπιστεί και εφαρμοστεί διάφορα μέτρα προστασίας για τους εργαζόμενους από τα επικίνδυνα και τοξικά υλικά του εργασιακού χώρου, που αποδεικνύεται από τις σημαντικά ελαχιστοποιημένες περιπτώσεις καρκίνου του πνεύμονα ύστερα από εργασιακή έκθεση τα τελευταία 25 έτη.
- Οι εργαζόμενοι σε λατομεία και σε εργοστάσια παραγωγής προϊόντων που έχουν το κύριο συστατικό υπό την μορφή σκόνης εμφανίζουν σημαντικά ποσοστά ανάπτυξης καρκίνου του πνεύμονα
- Το κάπνισμα σε συνδυασμό με την εργασιακή έκθεση σε επικίνδυνα και τοξικά υλικά αυξάνουν σε πολύ μεγάλο βαθμό την πιθανότητα πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα.
- Μέσω των νομοθεσιών και των ορίων έκθεσης έχει μειωθεί σημαντικά η έκθεση των εργαζομένων σε επικίνδυνες και τοξικές ουσίες, περιορίζοντας σημαντικά έτσι τα προβλήματα υγείας.
- Ο Αμίαντος, το Βηρύλλιο, το Αργίλιο καθώς και το Κάδμιο αποτελούν τα χημικά στοιχεία με τα μεγαλύτερα ποσοστά πρόκλησης καρκίνου του πνεύμονα στους εργαζόμενους.
- Η εφαρμογή των μέτρων Ατομικής Υγιεινής είναι επιτακτική ανάγκη για την προφύλαξη της υγείας των εργαζομένων.

Ο Ρόλος του Υγιεινολόγου

Ένας από τους τομείς στους οποίους λαμβάνει επιμόρφωση, θεωρητική αλλά και πρακτική εξάσκηση ο Υγιεινολόγος είναι η Υγεία και η Ασφάλεια στην Εργασία. Η Υγεία και η Ασφάλεια στην Εργασία επιτυγχάνεται ποικιλοτρόπως, με τον πιο βασικό και θεμελιώδη να αποτελεί εκείνος της επισήμανσης των επικίνδυνων παραγόντων, με τους οποίους έρχεται σε επαφή ο εργαζόμενος, και πως οι επικίνδυνοι αυτοί παράγοντες μπορούν να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη σε όλα τα συστήματα και όργανα που απαρτίζουν το ανθρώπινο σώμα. Η επισήμανση αυτή σε συνδυασμό με την αναφορά των ορίων έκθεσης του εργαζόμενου στους παράγοντες αυτούς και η θέσπιση μέτρων προστασίας και πρόληψης του εργαζόμενου προσωπικού αποτελούν την δικλείδα για την εξασφάλιση της Υγείας και της Ασφάλειας στον Εργασιακό χώρο.

Άρα είναι σημαντικό ο μελλοντικός Υγιεινολόγος να διαθέτει γνώση του κάθε πιθανού βλαβερού και ενδεχόμενου καρκινογόνου παράγοντα, των ιδιοτήτων που τον απαρτίζουν, των πηγών προέλευσης του αλλά και μέσω ποιας οδού μπορεί να έρθει σε επαφή ο άνθρωπος με αυτόν. Επιπρόσθετα είναι σημαντικό να επιβλέπει τον εργασιακό χώρο για τυχόν διαρροές ή λανθασμένες πρακτικές κατά την εργασία για να μην εκτεθεί σε κίνδυνο ο εργαζόμενος. Παρόλα αυτά όμως σε περίπτωση που η εργασία επιβάλλει την έκθεση σε μεγάλες ποσότητες σε βλαβερό παράγοντα θα πρέπει να βρει λύσεις για να περιορίσει όσο το δυνατό είναι εφικτό την ποσότητα έκθεσης και να εφαρμόσει επιπρόσθετα μέτρα προστασίας του εργαζόμενου. Επιπλέον ο Υγιεινολόγος θα πρέπει να καταγράφει τυχόν ύποπτα συμπτώματα που εμφανίζει ο εργαζόμενος κατά την εργασία του και να τα αναφέρει στον Ιατρό Εργασίας για να εξεταστούν ενδεχόμενες περιπτώσεις επαγγελματικής ασθένειας.

Συνοψίζοντας, ο Υγιεινολόγος λαμβάνει το κατάλληλο γνωστικό υπόβαθρο και μέσω της εργασίας του και του εξονυχιστικού ελέγχου που επιβάλλει στον εργασιακό χώρο, αποτελεί την βάση για την διασφάλιση της υγείας και της ασφάλειας των εργαζόμενων.

Βιβλιογραφία

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Aluminum, U.S. Department of Health and Human Services (2008), <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp22.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 6 Ιουλίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Arsenic, U.S. Department of Health and Human Services (Ιανουάριος 2022), <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp2.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 10 Ιουλίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (September,2001), Toxicological Profile for Asbestos, U.S. Department of Health and Human Services (Σεπτέμβριος 2001), <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp61.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 23 Ιουνίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Beryllium, U.S. Department of Health and Human Services (Ιανουάριος 2022), <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp4.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 23 Μαΐου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Plutonium, U.S. Department of Health and Human Services (2019), <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp143.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουνίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Radon, U.S. Department of Health and Human Services (Ιανουάριος 2022) <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp145.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 29 Ιουνίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (2005), Toxicological Profile for Nickel, U.S. Department of Health and Human Services (2005), <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp15.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 18 Ιουνίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Sulfur Mustard, U.S. Department of Health and Human Services (2003), <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp49.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 14 Ιουλίου 2022

Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Cadmium, U.S. Department of Health and Human Services (Σεπτέμβριος 2012), <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουλίου 2022

American Joint Committee on Cancer. Lung. In: *AJCC Cancer Staging Manual*. 8th ed. New York, NY: Springer; 2017: 431-456.

Anttila, A., Pukkala, E., Aitio, A., Rantanen, T., & Karjalainen, S. Update of cancer incidence among workers at a copper/nickel smelter and nickel refinery. *International archives of occupational and environmental health*, (1998). 71(4), 245–250.

Armstrong, B., Tremblay, C., Baris, D., & Thériault, G. Lung cancer mortality and polynuclear aromatic hydrocarbons: a case-cohort study of aluminum production workers in Arvida, Quebec, Canada. *American journal of epidemiology* (1994)., 139(3), 250–262.

Baltayiannis N., Anagnostopoulos. D. The new international TNM system staging of lung cancer (8th edition). *Scientific Chronicles* 2018; 23(1): 35-50

Beall, C., Corn, M., Cheng, H., Matthews, R., & Delzell, E. Mortality and cancer incidence among tire manufacturing workers hired in or after 1962. *Journal of occupational and environmental medicine*, (2007). 49(6), 680–690.

Britannica, T. Editors of *Encyclopaedia aluminum*. *Encyclopedia Britannica*. (2020, October 23).<https://www.britannica.com/science/aluminum> Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουλίου 2022

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "arsenic". *Encyclopedia Britannica*, 26 Oct. 2020, <https://www.britannica.com/science/arsenic>. Accessed 4 July 2022., Ημερομηνία Ανάκτησης 6 Ιουλίου 2022

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia Cadmium. *Encyclopedia Britannica*, (2021, February 28), <https://www.britannica.com/science/cadmium> , Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia radon. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 16). <https://www.britannica.com/science/radon> , Ημερομηνία Ανάκτησης 29 Ιουνίου 2022

Britannica, T. Editors of Encyclopaedia nickel. *Encyclopedia Britannica*. (2019, March 20). <https://www.britannica.com/science/nickel-chemical-element>, Ημερομηνία Ανάκτησης 18 Ιουνίου 2022

Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "hematite". *Encyclopedia Britannica*, 28 Feb. 2019, <https://www.britannica.com/science/hematite>. Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022

Boffetta P., Fryzek J. & Mandel J. Occupational exposure to beryllium and cancer risk: A review of the epidemiologic evidence, *Critical Reviews in Toxicology*,(2012) 42:2, 107-118, DOI: [10.3109/10408444.2011.631898](https://doi.org/10.3109/10408444.2011.631898),

Boyd JT, Doll R, Faulds JS, Leiper J. Cancer of the lung in iron ore (haematite) miners. *Br J Ind Med*. 1970 Apr;27(2):97-105. doi: 10.1136/oem.27.2.97. PMID: 5448525; PMCID: PMC1009082.

Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, Siegel RL, Torre LA, Jemal A. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2018; 68: 394-424.

Canadian Centre for Occupational Health and Safety Asbestos- Control Strategies for Workplaces (2021),, <https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/asbestos/control.html> , Ημερομηνία Ανάκτησης 28 Ιουνίου 2022

Canadian Centre for Occupational Health and Safety How Workplace Chemicals enter the body, Hamilton, Ontario Canada (2022),, Accessed at https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/how_chem.html , Ημερομηνία Ανάκτησης 24 Ιουνίου 2022

Daniels RD, Schubauer-Berigan MK. RADON IN US WORKPLACES: A REVIEW. *Radiat Prot Dosimetry*. 2017 Nov 1;176(3):278-286. doi: 10.1093/rpd/ncx007. PMID: 28204795; PMCID: PMC5751755.

Doi, M., Hattori, N., Yokoyama, A., Onari, Y., Kanehara, M., Masuda, K., Tonda, T., Ohtaki, M., & Kohno, N. Effect of mustard gas exposure on incidence of lung cancer: a longitudinal study. *American journal of epidemiology*, (2011). 173(6), 659–666. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq426>

Donovan, E. P., Kolanz, M. E., Galbraith, D. A., Chapman, P. S., & Paustenbach, D. J. Performance of the beryllium blood lymphocyte proliferation test based on a long-term occupational surveillance program. *International archives of occupational and environmental health*, (2007). 81(2), 165–178. <https://doi.org/10.1007/s00420-007-0202-3>

Edwards JK, McGrath LJ, Buckley JP, Schubauer-Berigan MK, Cole SR, Richardson DB. Occupational radon exposure and lung cancer mortality: estimating intervention effects using the parametric g-formula. *Epidemiology*. 2014 Nov;25(6):829-34. doi: 10.1097/EDE.0000000000000164. PMID: 25192403; PMCID: PMC4524349.

European Agency for Safety and Health at Work Dangerous Substances, Handle with care, Belgium, (2003) <https://osha.europa.eu/en/publications/magazine-6-dangerous-substances-handle-care> , Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022

European Lung Foundation, Καρκίνος του Πνεύμονα, 2022 Ανακτήθηκε από <https://europeanlung.org/el/information-hub/factsheets/%cf%83%cf%80%ce%ac%ce%bd%ce%b9%ce%bf%ce%b9-%ce%ba%ce%b1%cf%81%ce%ba%ce%af%ce%bd%ce%bf%ce%b9-%cf%84%ce%bf%cf%85-%cf%80%ce%bd%ce%b5%cf%8d%ce%bc%ce%bf%ce%bd%ce%b1/> , Ημερομηνία Ανάκτησης 01 Ιουλίου 2022

Finkelstein MM. Mortality rates among employees potentially exposed to chrysotile asbestos at two automotive parts factories. *CMAJ*. 1989 Jul 15;141(2):125-30. Erratum in: *Can Med Assoc J* 1989 Sep 1;141(5):378. PMID: 2545323; PMCID: PMC1269336.

Friesen, M. C., Demers, P. A., Spinelli, J. J., Lorenzi, M. F., & Le, N. D. Comparison of two indices of exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons in a retrospective aluminium smelter cohort. *Occupational and environmental medicine*, (2007). 64(4), 273–278. <https://doi.org/10.1136/oem.2006.028928>

Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M. S., & Catalano, A. Nickel: Human Health and Environmental Toxicology. *International journal of environmental research and public health*, (2020). 17(3), 679. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030679>,

Genchi, G., Sinicropi, M. S., Lauria, G., Carocci, A., & Catalano, A. The Effects of Cadmium Toxicity. *International journal of environmental research and public health*, (2020). 17(11), 3782. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113782> ,

Ghanei, M., & Harandi, A. A. Lung carcinogenicity of sulfur mustard. *Clinical lung cancer*, (2010). 11(1), 13–17. <https://doi.org/10.3816/CLC.2010.n.002>,

Gillies, M., Kuznetsova, I., Sokolnikov, M., Haylock, R., O'Hagan, J., Tsareva, Y., & Labutina, E. Lung Cancer Risk from Plutonium: A Pooled Analysis of the Mayak and Sellafield Worker Cohorts. *Radiation research*, (2017). 188(6), 645–660. <https://doi.org/10.1667/RR14719.1>

Global Cancer Observatory 15 Lung Fact Sheet, (December 2020), Accessed at <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/15-Lung-fact-sheet.pdf> 25 April 2022.

Grimsrud, T. K., & Peto, J. Persisting risk of nickel related lung cancer and nasal cancer among Clydach refiners. *Occupational and environmental medicine*, (2006). 63(5), 365–366. <https://doi.org/10.1136/oem.2005.026336> ,

Hanusa, T. P. *beryllium*. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 28). <https://www.britannica.com/science/beryllium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 23 Μάϊου 2022

Health and Safety Executive Cadmium and You, Working with Cadmium: Are you at risk?, (2009), <https://www.hse.gov.uk/pubns/indg391.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 22 Ιουνίου 2022

International Atomic Energy Agency Safety Reports Series No.9, Safe Handling and Storage of Plutonium (1998), Austria, https://www.nti.org/wp-content/uploads/2021/09/IAEA_1998_Safe_handling_and_storage_of_Plutonium.pdf , Ημερομηνία Ανάκτησης 12 Ιουνίου 2022

International Agency for Research on Cancer (IARC)- IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans (July 2022), <https://monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc/> , Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022

Kanwal, M., Ding, X. J., & Cao, Y. Familial risk for lung cancer. *Oncology letters*, (2017). 13(2), 535–542. <https://doi.org/10.3892/ol.2016.5518>

Kippler M., Ekström E.C., Lönnerdal B., Goessler W., Akesson A., El Arifeen S., Persson L.A., Vahter M. Influence of iron and zinc status on cadmium accumulation in Bangladeshi women. *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 2007;**222**:221–226. doi: 10.1016/j.taap.2007.04.009.,

King H., Hematite : Properties, Uses and occurrence of the most important ore of Iron, <https://geology.com/minerals/hematite.shtml> , [Ημερομηνία Ανάκτησης 12 Ιουνίου](#)

Koshurnikova, N.A., Shilnikova, N.S., Okatenko, P.V., Kreslov, V.V., Bolotnikova, Romanov, S.A. & Sokolnikov, M.E. The risk of cancer among nuclear workers at the 'Mayak' Production Association: Preliminary results of an epidemiological study. In: Boice, J.D., Jr, ed., Implications of New Data on Radiation Cancer Risk (NCRP Proceedings No. 18), Bethesda, MD, National Council on Radiation Protection and Measurements, (1997) pp. 113–122,

Kreiss K., Day G., Schuler R.C., [Beryllium: A Modern Industrial Hazard](#) Annual Review of Public Health 2007 28:1, 259-277 doi: [10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144011](https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144011),

Kumar, S., & Sharma, A. Cadmium toxicity: effects on human reproduction and fertility. *Reviews on environmental health*, (2019). 34(4), 327–338. <https://doi.org/10.1515/reveh-2019-0016>

Lüchtrath H. The consequences of chronic arsenic poisoning among Moselle wine growers. Pathoanatomical investigations of post-mortem examinations performed between 1960 and 1977. *Journal of cancer research and clinical oncology*, (1983). 105(2), 173–182. <https://doi.org/10.1007/BF00406929>

Lung Cancer Center Tire and Rubber Industry (2022), Accessed at <https://www.lungcancercenter.com/who-lung-cancer-affects/tire-rubber-industry/> Ημερομηνία Ανάκτησης 11 July 2022

Mabuchi K, Lilienfeld AM, Snell LM. Cancer and occupational exposure to arsenic: a study of pesticide workers. *Prev Med.* 1980;9:51–77

Magnani, C., Ferrante, D., Barone-Adesi, F., Bertolotti, M., Todesco, A., Mirabelli, D., & Terracini, B. Cancer risk after cessation of asbestos exposure: a cohort study of Italian asbestos cement workers. *Occupational and environmental medicine*, (2008). 65(3), 164–170.
<https://doi.org/10.1136/oem.2007.032847>

Morss, L. *plutonium*. *Encyclopedia Britannica*. (2019, November 6). <https://www.britannica.com/science/plutonium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 04 Ιουλίου 2022

National Center for Biotechnology Information PubChem Compound Summary for CID 10461, Mustard gas. (2022). <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Mustard-gas>, Ημερομηνία Ανακτήσης 14 Ιουλίου 2022

Newman, L. S., Maier, L. A., Martyny, J. W., Mroz, M. M., VanDyke, M., & Sackett, H. M. Beryllium workers' health risks. *Journal of occupational and environmental hygiene*,(2005). 2(6), D48–D50.
<https://doi.org/10.1080/15459620590957346>

Nickel Institute, Safe use of Nickel in the Workplace, (2008) 3rd Edition, Accessed at <https://nickelinstitute.org/media/2289/hg-3rd-ed-2008.pdf> , 19 June 2022

Nuova Solmine, Safety Data Sheet about Hematite Ash (2016),
https://www.nuovasolmine.it/wp-content/uploads/2016/03/EN_569004.pdf,
Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022

Occupational Safety and Health Administration, Aluminium, Metal, Ανακτήθηκε
από <https://www.osha.gov/chemicaldata/496> στις 2 Ιουλίου 2022

Occupational Health and Safety Administration , Arsenic Standards,
Ανακτήθηκε από <https://www.osha.gov/arsenic/standards>, στις 5 Ιουλίου 2022

Occupational Safety and Health Administration (OSHA), , OSHA Fact Sheet,
Asbestos, Ανακτήθηκε από
<https://www.osha.gov/sites/default/files/publications/OSHA3507.pdf> , στις 28
Ιουνίου 2022

Occupational Safety and Health Administration (OSHA) (2021), Cadmium,
Ανακτήθηκε από <https://www.osha.gov/cadmium> , στις 20 Ιουνίου 2022

Occupational Health and Safety Administration (2021), Radon, Ανακτήθηκε
από <https://www.osha.gov/chemicaldata/883> , στις 8 Ιουλίου 2022

Razavi, S. M., Karbakhsh, M., & Salamati, P. Preventive measures against the
mustard gas: a review. *Medical journal of the Islamic Republic of Iran*, (2013).
27(2), 83–90., Accessed at 17 June 2022

Roadmap on Carcinogens, The Facts on Beryllium, (December 2019)
Ανακτήθηκε από <https://roadmaponcarcinogens.eu/beryllium> στις 25 Μαΐου
2022

Roadmap on Carcinogens, The Facts on Nickel, (December 2019)
Ανακτήθηκε από <https://roadmaponcarcinogens.eu/nickel> , στις 19 Ιουνίου
2022

Safarinejad, M. R., Moosavi, S. A., & Montazeri, B. Ocular injuries caused by mustard gas: diagnosis, treatment, and medical defense. *Military medicine*, (2001). 166(1), 67–70., Accessed at 17 June 2022

Sanderson WT. Response to criticisms of “Lung Cancer Case-Control Study of Beryllium Workers.” *Am J Ind Med* (2001) 40:286–288

Sax, S. N., Bennett, D. H., Chillrud, S. N., Ross, J., Kinney, P. L., & Spengler, J. D. A cancer risk assessment of inner-city teenagers living in New York City and Los Angeles. *Environmental health perspectives*, (2006). 114(10), 1558–1566. <https://doi.org/10.1289/ehp.8507> Accessed 23 May 2022

Schenk, C.J., An estimate of undiscovered conventional oil and gas resources of the world, 2012: U.S. Geological Survey Fact Sheet 2012–3042, 6 p., Accessed at 18 June 2022

Schnepp R. Επικίνδυνα Υλικά: Κανονισμοί, Ευθύνες & Χειρισμός τους, (1999), Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Schuler, C. R., Virji, M. A., Deubner, D. C., Stanton, M. L., Stefaniak, A. B., Day, G. A., Park, J. Y., Kent, M. S., Sparks, R., & Kreiss, K. Sensitization and chronic beryllium disease at a primary manufacturing facility, part 3: exposure-response among short-term workers. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, (2012). 38(3), 270–281. <http://www.jstor.org/stable/41508892> ,

Sorahan, T., & Lancashire, R. J. Lung Cancer Mortality in a Cohort of Workers Employed at a Cadmium Recovery Plant in the United States: An Analysis with Detailed Job Histories. *Occupational and Environmental Medicine*, (1997). 54(3), 194–201. <http://www.jstor.org/stable/27730709>

Sorahan, T., Burges, D. C., Hamilton, L., & Harrington, J. M. Lung cancer mortality in nickel/chromium platers, 1946-95. *Occupational and environmental medicine*, (1998). 55(4), 236–242. <https://doi.org/10.1136/oem.55.4.236>,

Siegel, R. L., Miller, K. D., & Jemal, A.. Cancer statistics, 2020. *CA: a cancer journal for clinicians*, 70(1), 7–30. <https://doi.org/10.3322/caac.21590>,

Spyratos, D., et.al. (2013). Occupational exposure and lung cancer. *Journal Of Thoracic Disease*, 5(4), S440-S445. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2013.07.09

Tavalaei SA, Ghanei M, Assari SH, Lorgarde Dezfuli Nezhad M, Habibi M. Risk factors correlated to suicide in deceased Iranian veterans. *Journal of Military Medicine*. 2006;8(2):143–148. (Persian), Accessed at 17 June 2022

Thandra, K. C., Barsouk, A., Saginala, K., Aluru, J. S., & Barsouk, A. Epidemiology of lung cancer. *Contemporary oncology (Poznan, Poland)*, (2021). 25(1), 45–52. <https://doi.org/10.5114/wo.2021.103829>

Thompson, J., & Bannigan, J. Cadmium: toxic effects on the reproductive system and the embryo. *Reproductive toxicology (Elmsford, N.Y.)*, (2008). 25(3), 304–315. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2008.02.001> ,

Tomljenovic L. Aluminum and Alzheimer's disease: after a century of controversy, is there a plausible link?. *Journal of Alzheimer's disease : JAD*, (2011). 23(4), 567–598. <https://doi.org/10.3233/JAD-2010-101494>

Torre LA, Siegel RL, Jemal A. Lung cancer statistics. *Adv Exp Med Biol* 2016; 893: 1-19.

Whitmer, M. Occupational Asbestos Exposure. Asbestos.com. (2022) <https://www.asbestos.com/occupations/> , Ημερομηνία Ανάκτησης 30 Ιουνίου 2022

World Health Organization Eastern Mediterranean Region Office Mustard Gas Fact Sheet, (2022), Ανακτήθηκε από <http://www.emro.who.int/ceha/information-resources/mustard-gas-fact-sheet.html> 15 June 2022

World Health Organization IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Ionizing Radiation, Part 2: Some Internally Deposited Radionuclides, (2001), Volume 78, Lyon, France,

Zheng M. Classification and Pathology of Lung Cancer. *Surgical oncology clinics of North America*, (2016). 25(3), 447–468.
<https://doi.org/10.1016/j.soc.2016.02.003>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή Φράσεις H/P, Υγεία και Ασφάλεια (2019),, Accessed at':
https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/HP_EL.htm , Ημερομηνία Ανάκτησης 24 Ιουνίου 2022

Ευρωπαϊκός Οργανισμός για την Υγεία και Ασφάλεια στην Εργασία (EU-OSHA) Νομοθετικό Πλαίσιο για τις επικίνδυνες ουσίες στους χώρους εργασίας, (2018), Ανάκτηση από:<https://osha.europa.eu/el/publications/info-sheet-legislative-framework-dangerous-substances-workplaces>, στις 24 Ιουνίου 2022

Ζαρογουλίδης Κ., Πνευμονολογία, (2013) σ.15-22, Ιατρικές Εκδόσεις Βασιλειάδης, Αθήνα

ΟΔΗΓΙΑ 2004/37/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ, της 29ης Απριλίου 2004, Ανάκτηση από:<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=CELEX:02004L0037-20190726>, Ημερομηνία Ανάκτησης 24 Ιουνίου 2022

ΟΔΗΓΙΑ 98/24/ΕΚ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 7ης Απριλίου 1998, Ανάκτηση από:
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT/?uri=celex%3A31998L0024>, στις 24 Ιουνίου 2022

Υγεία, Καρκίνος του Πνεύμονα: Χρήσιμες Γνώσεις και Πληροφορίες για ασθενείς, Ογκολογία (Μαΐος, 2022), Ανακτήθηκε από:
<https://www.hygeia.gr/karkinos-toy-pneymona-chrisimes-gnoseis-kai-pliροφοries-gia-astheneis/> στις 26 Ιουνίου 2022

Χαλβατζής, Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες στον Χώρο Εργασίας, Υπουργείο Εργασίας και Κοινωνικών Ασφαλίσεων, (2003) Αθήνα, Ημερομηνία Ανάκτησης 22 Ιουνίου 2022

Βιβλιογραφία Εικόνων

- Εικόνα 1: Canadian Centre for Occupational Health and Safety How Workplace Chemicals enter the body, Hamilton, Ontario Canada (2022),, Accessed at https://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/how_chem.html , Ημερομηνία Ανάκτησης 24 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 2: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 3: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 4: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 5: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 6: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 7: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 8: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Σύμβολα Κινδύνου, Υγεία και Ασφάλεια (2019),https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/SymbolsOfHazard_EL.htm, Ημερομηνία Ανάκτησης 15 Μαΐου 2022
- Εικόνα 9: Γεωργακόπουλος Δ. Ανατομία του Πνεύμονα (2015) <https://www.drgeorgakopoulos.gr/gr/el/content/karkinos-pneymona-diagnosi-kai-therapeia>, Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Απριλίου 2022
- Εικόνα 10: Narayana Health, All you need to know about Lung Cancer (2022), <https://www.narayanahealth.org/lung-cancer>, Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Μαΐου 2022
- Εικόνα 11: Hanusa, T. P. *beryllium*. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 28). <https://www.britannica.com/science/beryllium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 23 Μαΐου 2022
- Εικόνα 12: Morss, L. *plutonium*. *Encyclopedia Britannica*. (2019, November 6). <https://www.britannica.com/science/plutonium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 04 Ιουνίου 2022

- Εικόνα 13: Voeltz G., Plutonium and Health- How great is the risk?, Los Alamos Science (2000)
- Εικόνα 13: Voeltz G., Plutonium and Health- How great is the risk?, Los Alamos Science (2000)
- Εικόνα 15: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *nickel*. *Encyclopedia Britannica*. (2019, March 20). <https://www.britannica.com/science/nickel-chemical-element>, Ημερομηνία Ανάκτησης 18 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 16: National Center for Biotechnology Information (2022). PubChem Compound Summary for CID 10461, Mustard gas. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Mustard-gas>
- Εικόνα 17: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia Cadmium. *Encyclopedia Britannica*, (2021, February 28), <https://www.britannica.com/science/cadmium> , Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 18: Chemistry World, Cadmium Sulfide (2013), <https://www.chemistryworld.com/podcasts/cadmium-sulfide/6110.article>
- Εικόνα 19: Dokmeci A, Environmental Toxicity of Cadmium and Health Effect (2009) https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/466612 Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022
- Εικόνα 20: Sandatlas, Hematite (2022), <https://www.sandatlas.org/hematite/> Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022
- Εικόνα 21: Nuova Solmine, Safety Data Sheet about Hematite Ash (2016), https://www.nuovasolmine.it/wp-content/uploads/2016/03/EN_569004.pdf, Ημερομηνία Ανάκτησης 4 Ιουλίου 2022
- Εικόνα 22: Strand T., Types of Asbestos, Mesothelioma.com, (2022), <https://www.mesothelioma.com/asbestos-exposure/types-of-asbestos/> , Ημερομηνία Ανάκτησης 22 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 23: Downwell Group, The Asbestos Removal Process (2022), <https://www.downwell.co.uk/the-asbestos-removal-process/> , Ημερομηνία Ανάκτησης 29 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 24: Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "arsenic". *Encyclopedia Britannica*, 26 Oct. 2020, <https://www.britannica.com/science/arsenic>. Accessed 4 July 2022., Ημερομηνία Ανάκτησης 6 Ιουλίου 2022
- Εικόνα 25: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *aluminum*. *Encyclopedia Britannica*. (2020, October 23).<https://www.britannica.com/science/aluminum> Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022
- Εικόνα 26: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *radon*. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 16). <https://www.britannica.com/science/radon> , Ημερομηνία Ανάκτησης 29 Ιουνίου 2022

Βιβλιογραφία Πινάκων

- Πίνακας 1: American Joint Committee on Cancer. Lung. In: *AJCC Cancer Staging Manual*. 8th ed. New York, NY: Springer; 2017: 431-456.
- Πίνακας 2: Spyrtos, D., et.al. (2013). Occupational exposure and lung cancer. *Journal Of Thoracic Disease*, 5(4), S440-S445. doi:10.3978/j.issn.2072-1439.2013.07.09
- Πίνακας 3: Hanusa, T. P. *beryllium*. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 28). <https://www.britannica.com/science/beryllium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 23 Μαΐου 2022
- Πίνακας 4: Morss, L. *plutonium*. *Encyclopedia Britannica*. (2019, November 6). <https://www.britannica.com/science/plutonium>, Ημερομηνία Ανάκτησης 04 Ιουνίου 2022
- Πίνακας 5: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *nickel*. *Encyclopedia Britannica*. (2019, March 20). <https://www.britannica.com/science/nickel-chemical-element>, Ημερομηνία Ανάκτησης 18 Ιουνίου 2022
- Πίνακας 6: Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Toxicological Profile for Sulfur Mustard, U.S. Department of Health and Human Services (2003), <https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp49.pdf> , Ημερομηνία Ανάκτησης 14 Ιουνίου 2022
- Πίνακας 7: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia Cadmium. *Encyclopedia Britannica*, (2021, February 28), <https://www.britannica.com/science/cadmium> , Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022
- Πίνακας 8: Britannica, The Editors of Encyclopaedia. "arsenic". *Encyclopedia Britannica*, 26 Oct. 2020, <https://www.britannica.com/science/arsenic>. Accessed 4 July 2022., Ημερομηνία Ανάκτησης 6 Ιουλίου 2022
- Πίνακας 9: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *aluminum*. *Encyclopedia Britannica*. (2020, October 23). <https://www.britannica.com/science/aluminum> Ημερομηνία Ανάκτησης 20 Ιουνίου 2022
- Πίνακας 10: Britannica, T. Editors of Encyclopaedia *radon*. *Encyclopedia Britannica*. (2021, May 16). <https://www.britannica.com/science/radon> , Ημερομηνία Ανάκτησης 29 Ιουνίου 2022

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι
CLP ΦΡΑΣΕΙΣ 1272/2008 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

1. ΦΡΑΣΕΙΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (HAZARD STATEMENT- H PHRASES)

- **H200** Ασταθή Εκρηκτικά
- **H201** Εκρηκτικά / Κίνδυνος μαζικής έκρηξης
- **H202** Εκρηκτικά/ Σοβαρός κίνδυνος εκτόξευσης
- **H203** Εκρηκτικά/Κίνδυνος Πυρκαγιάς, Ανατίναξης ή Εκτόξευσης
- **H204** Κίνδυνος Πυρκαγιάς ή Εκτόξευσης
- **H205** Κίνδυνος Μαζικής Έκρηξης σε περίπτωση πυρκαγιάς
- **H220** Εξαιρετικά Εύφλεκτο Αέριο
- **H221** Εύφλεκτο Αέριο
- **H222** Εξαιρετικά Εύφλεκτο Αερόλυμα
- **H223** Εύφλεκτο Αερόλυμα
- **H224** Υγρά και Ατμοί εξαιρετικά εύφλεκτα
- **H225** Υγρά και Ατμοί πολύ εύφλεκτα
- **H226** Υγρά και Ατμοί εύφλεκτα
- **H228** Εύφλεκτο Στερεό
- **H240** Η θέρμανση ενδέχεται να προκαλέσει έκρηξη
- **H241** Η θέρμανση ενδέχεται να προκαλέσει πυρκαγιά ή έκρηξη
- **H242** Η θέρμανση ενδέχεται να προκαλέσει πυρκαγιά
- **H250** Αυτοαναφλέγεται αν εκτεθεί στον αέρα
- **H252** Αυτοθερμαίνεται; Μπορεί να αναφλεγεί
- **H260** Σε επαφή με το νερό ελευθερώνει εύφλεκτα αέρια τα οποία μπορούν να αυτοαναφλεγούν
- **H261** Σε επαφή με το νερό ελευθερώνει εύφλεκτα αέρια
- **H270** Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζοπυρώσει πυρκαγιά
- **H271** Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζοπυρώσει πυρκαγιά/ Ισχυρό Οξειδωτικό
- **H272** Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζοπυρώσει πυρκαγιά/Οξειδωτικό
- **H280** Περιέχει αέριο υπό πίεση/ Εάν θερμανθεί, μπορεί να εκραγεί

- **H281** Περιέχει αέριο υπό ψύξη/ Μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ψύχους ή τραυματισμούς
- **H290** Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα
- **H300** Θανατηφόρο σε περίπτωση κατάποσης
- **H301** Τοξικό σε περίπτωση κατάποσης
- **H302** Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης
- **H304** Μπορεί να προκαλέσει θάνατο σε περίπτωση κατάποσης και διείσδυσης στις αναπνευστικές οδούς
- **H310** Θανατηφόρο σε επαφή με το δέρμα
- **H311** Τοξικό σε επαφή με το δέρμα
- **H312** Επιβλαβές σε επαφή με το δέρμα
- **H314** Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες
- **H315** Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος
- **H317** Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική δερματική αντίδραση
- **H318** Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη
- **H319** Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό
- **H330** Θανατηφόρο σε περίπτωση εισπνοής
- **H331** Τοξικό σε περίπτωση εισπνοής
- **H332** Επιβλαβές σε περίπτωση εισπνοής
- **H334** Μπορεί να προκαλέσει αλλεργία ή συμπτώματα άσθματος ή δύσπνοια σε περίπτωση εισπνοής
- **H335** Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού
- **H336** Μπορεί να προκαλέσει υπνηλία ή ζάλη
- **H340** Μπορεί να προκαλέσει γενετικά ελαττώματα <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφησβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H341** Ύποπτο για τη πρόκληση γενετικών ελαττωμάτων <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφησβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H350** Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφησβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>

- **H351** Ύποπτο για τη πρόκληση καρκίνου <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H360** Μπορεί να βλάψει τη γονιμότητα ή το έμβρυο <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H361** Ύποπτο για πρόκληση βλάβης στη γονιμότητα ή στο έμβρυο <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H362** Μπορεί να βλάψει τα έμβρυα που τρέφονται με βρεφικό γάλα
- **H370** Προκαλεί βλάβες στα όργανα <ή αναφέρονται όλα τα όργανα που βλάπτονται, εάν είναι γνωστά>, <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H371** Μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα όργανα <ή αναφέρονται όλα τα όργανα που βλάπτονται, εάν είναι γνωστά>, <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H372** Προκαλεί βλάβες στα όργανα <ή αναφέρονται όλα τα όργανα που βλάπτονται, εάν είναι γνωστά>, ύστερα από παρατεταμένη ή επανειλημμένη έκθεση <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H373** Μπορεί να προκαλέσει βλάβες στα όργανα <ή αναφέρονται όλα τα όργανα που βλάπτονται, εάν είναι γνωστά>, ύστερα από παρατεταμένη ή επανειλημμένη έκθεση <αναφέρεται η οδός έκθεσης αν έχει αποδεχθεί αδιαμφισβήτητα ότι δεν υπάρχει κίνδυνος από τις άλλες οδούς έκθεσης>
- **H400** Πολύ Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς
- **H410** Πολύ Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς με μακροχρόνιες επιπτώσεις
- **H411** Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς με μακροχρόνιες επιπτώσεις

- **H412** Επιβλαβές για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις
- **H413** Μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες επιπτώσεις στους υδρόβιους οργανισμούς

2. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ (ΕUH)

Ενότητα Α – Φυσικές Ιδιότητες

- **ΕUH 001** Εκρηκτικό σε ξηρή κατάσταση
- **ΕUH 006** Εκρηκτικό με ή χωρίς επαφή με τον αέρα
- **ΕUH 014** Αντιδρά βίαια με το νερό
- **ΕUH 018** Κατά τη χρήση μπορεί να σχηματίσει εύφλεκτα/εκρηκτικά μείγματα ατμού-αέρος
- **ΕUH 019** Μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικά υπεροξειδία
- **ΕUH 044** Κίνδυνος Εκρήξεως αν θερμανθεί υπό περιορισμό

Ενότητα Β- Ιδιότητες που επηρεάζουν την υγεία

- **ΕUH 029** Σε επαφή με το νερό ελευθερώνονται τοξικά αέρια
- **ΕUH 031** Σε επαφή με τα οξέα ελευθερώνονται τοξικά αέρια
- **ΕUH 032** Σε επαφή με τα οξέα ελευθερώνονται πολύ τοξικά αέρια
- **ΕUH 066** Παρατεταμένη έκθεση μπορεί να οδηγήσει σε ξηρότητα δέρματος ή σκάσιμο
- **ΕUH 070** Τοξικό σε επαφή με τα μάτια
- **ΕUH 071** Διαβρωτικό της αναπνευστικής οδού

Ενότητα Γ: Συμπληρωματικά στοιχεία επισήμανσης/ πληροφορίες για ορισμένες ουσίες και μείγματα

- **ΕUH 201/ ΕUH 201A** Περιέχει μόλυβδο. Να μη χρησιμοποιείται σε επιφάνειες που είναι πιθανό να μασήσουν ή να πιπιλίσουν τα παιδιά
- **ΕUH202** Κυανοακρυλική Ένωση. Κίνδυνος. Κολλάει στην επιδερμίδα και στα μάτια μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Να φυλάσσεται μακριά από παιδιά
- **ΕUH 203** Περιέχει Χρώμιο (VI). Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση.

- **EUH 204** Περιέχει Ισοκυανικές Ενώσεις. Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση.
- **EUH 205** Περιέχει εποξειδικές Ενώσεις. Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση
- **EUH 206** Προσοχή! Να μην χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με άλλα προϊόντα. Μπορεί να απελευθερωθούν επικίνδυνα αέρια (Χλώριο)
- **EUH 207** Προσοχή! Περιέχει Κάδμιο. Κατά τη χρήση αναπτύσσονται επικίνδυνες αναθυμιάσεις. Βλέπετε πληροφορίες του κατασκευαστή. Τηρείτε τις οδηγίες ασφαλείας
- **EUH 208 Περιέχει** <το όνομα της ευαισθητοποιητικής ουσίας>. Μπορεί να προκαλέσει αλλεργική αντίδραση.
- **EUH 209/ EUH 209A** Μπορεί να γίνει πολύ εύφλεκτο κατά τη χρήση. Μπορεί να γίνει εύφλεκτο κατά τη χρήση.
- **EUH 210** Δελτίο δεδομένων ασφαλείας παρέχεται εφόσον ζητηθεί.
- **EUH 410** Για να αποφύγετε τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, ακολουθήστε τις οδηγίες χρήσης.

3. ΦΡΑΣΕΙΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΗΣ (P-PHRASES)

- **P101** Αν ζητήσετε ιατρική συμβουλή, να έχετε μαζί σας τον περιέκτη ή την ετικέτα του προϊόντος
- **P102** Μακριά από παιδιά
- **P103** Διαβάστε την ετικέτα πριν από την χρήση
- **P201** Εφοδιαστείτε με τις ειδικές οδηγίες πριν από τη χρήση
- **P202** Μην το χρησιμοποιήσετε πριν διαβάσετε και κατανοήσετε τις οδηγίες χρήσης
- **P210** Μακριά από θερμότητα, θερμές επιφάνειες, σπινθήρες, γυμνές φλόγες και άλλες πηγές ανάφλεξης. Μην καπνίζετε.
- **P211** Μην ψεκάζετε κοντά σε γυμνή φλόγα ή άλλη πηγή ανάφλεξης
- **P220** Να φυλάσσεται μακριά από ενδύματα και άλλα καύσιμα υλικά
- **P222** Να μην έρθει σε επαφή με τον αέρα
- **P223** Μην επιτρέπετε την επαφή με το νερό
- **P230** Να διατηρείται υγρό με...

- **P231** Ο χειρισμός και η αποθήκευση του υλικού να γίνεται υπό αδρανές αέριο/....
- **P232** Προστατέψτε από την υγρασία
- **P233** Να διατηρείται ο περιέκτης ερμητικά κλειστός
- **P234** Να διατηρείται μόνο στην αρχική συσκευασία
- **P235** Να διατηρείται δροσερό
- **P240** Γείωση και ισοδυναμική σύνδεση του περιέκτη και του εξοπλισμού του δέκτη
- **P241** Να χρησιμοποιείται αντιεκρηκτικός εξοπλισμός [Ηλεκτρολογικός/Εξαερισμού/Φωτιστικός]
- **P242** Να χρησιμοποιούνται μη σπινθηρογόνα εργαλεία
- **P243** Λάβετε μέτρα για την αποτροπή ηλεκτροστατικών εκκενώσεων
- **P244** Διατηρείτε τα κλείστρα και τους συνδέσμους καθαρά από λάδια και γράσα
- **P250** Να αποφεύγεται η άλεση/τριβή/κρούση/....
- **P251** Να τρυπηθεί ή καεί ακόμα και μετά τη χρήση
- **P260** Μην αναπνέετε σκόνες/ αναθυμιάσεις/ αέρια/ σταγονίδια/ καπνούς/ εκνεφώματα
- **P261** Αποφεύγετε να εισπνεύσετε σκόνες/ αναθυμιάσεις/ αέρια/ σταγονίδια/ καπνούς/ εκνεφώματα
- **P262** Να μην έρθει σε επαφή με τα μάτια, το δέρμα ή τα ρούχα
- **P263** Αποφεύγετε την επαφή κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης ή της γαλουχίας
- **P264** Πλύνετε... σχολαστικά μετά τον χειρισμό
- **P270** Μην πίνετε, τρώτε ή καπνίζετε όταν χρησιμοποιείτε αυτό το προϊόν
- **P271** Να χρησιμοποιείται σε ανοιχτό ή καλά αεριζόμενο χώρο
- **P272** Τα μολυσμένα ενδύματα εργασίας δεν πρέπει να βγαίνουν από τον χώρο εργασίας
- **P273** Να αποφεύγεται η ελευθέρωση στο περιβάλλον
- **P280** Να φοράτε προστατευτικά γάντια/ προστατευτικά ενδύματα/ μέσα ατομικής προστασίας για τα μάτια/ πρόσωπο
- **P282** Να φοράτε μονωτικά γάντια και προστατευτικό κάλυμμα προσώπου ή εξοπλισμό προστασίας ματιών

- **P283** Να φοράτε αντιπυρικό ρουχισμό ή ρουχισμό με επιβραδυντικό φλόγας
- **P284** [Σε περίπτωση ανεπαρκούς αερισμού] χρησιμοποιήστε μάσκα ατομικής προστασίας της αναπνοής
- **P231 + P232** Ο χειρισμός και η αποθήκευση του υλικού να γίνεται υποαδρανές αέριο/...προστασία από την υγρασία
- **P301** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ:
- **P302** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ:
- **P303** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ Ή ΜΕ ΤΑ ΜΑΛΛΙΑ:
- **P304** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΙΣΠΝΟΗΣ:
- **P305** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΜΑΤΙΑ:
- **P306** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΡΟΥΧΑ:
- **P308** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΚΘΕΣΗΣ Η ΠΙΘΑΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ:
- **P310** Καλέστε αμέσως το Κέντρο Δηλητηριάσεων/Γιατρό/..
- **P311** Καλέστε το Κέντρο Δηλητηριάσεων/Γιατρό/..
- **P312** Καλέστε το Κέντρο Δηλητηριάσεων/Γιατρό/.. αν αισθανθείτε αδιαθεσία
- **P313** Συμβουλευτείτε/ Επισκεφθείτε Γιατρό
- **P314** Συμβουλευτείτε/ Επισκεφθείτε Γιατρό αν αισθάνεστε αδιαθεσία
- **P315** Συμβουλευτείτε/ Επισκεφθείτε αμέσως Γιατρό
- **P320** Χρειάζεται επείγοντως ειδική αγωγή (βλέπε...στην ετικέτα).
- **P321** Χρειάζεται ειδική αγωγή (βλέπε...στην ετικέτα).
- **P330** Ξεπλύνετε το στόμα
- **P331** Μην προκαλέσετε εμετό
- **P332** Αν παρατηρηθεί ερεθισμός του δέρματος...
- **P333** Αν παρατηρηθεί ερεθισμός του δέρματος ή εξάνθημα..
- **P334** Βυθίστε σε δροσερό νερό [ή τυλίξτε με βρεγμένους επίδεσμούς]
- **P335** Αφαιρέστε προσεκτικά τα σωματίδια που έχουν μείνει στο δέρμα
- **P336** Ξεπαγώστε τα παγωμένα μέρη με νερό. Μην τρίβετε τη περιοχή που πάγωσε
- **P337** Αν δεν υποχωρεί ο οφθαλμικός ερεθισμός..

- **P338** Αν υπάρχουν φακοί επαφής αφαιρέστε τους εάν είναι εύκολο. Συνεχίστε να ξεπλένετε.
- **P340** Μεταφέρετε τον πάθοντα στον καθαρό αέρα και αφήστε τον να ξεκουραστεί σε στάση που να διευκολύνει την αναπνοή.
- **P342** Εάν παρουσιάζονται αναπνευστικά συμπτώματα:
- **P351** Ξεπλύνετε προσεκτικά με νερό για αρκετά λεπτά
- **P352** Πλύνετε με άφθονο νερό/...
- **P353** Ξεπλύνετε την επιδερμίδα με νερό [ή στο ντους]
- **P360** Ξεπλύνετε αμέσως τα μολυσμένα ρούχα και την επιδερμίδα με άφθονο νερό πριν αφαιρέσετε τα ρούχα.
- **P361** Βγάλτε αμέσως όλα τα μολυσμένα ρούχα
- **P362** Βγάλτε τα μολυσμένα ρούχα
- **P363** Πλύνετε τα μολυσμένα ενδύματα πριν τα ξαναχρησιμοποιήσετε
- **P370** Σε περίπτωση πυρκαγιάς:
- **P371** Σε περίπτωση πυρκαγιάς και αν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες:
- **P372** Κίνδυνος Έκρηξης
- **P373** Μην προσπαθήσετε να σβήσετε την πυρκαγιά, όταν η φωτιά πλησιάζει σε εκρηκτικά
- **P375** Προσπαθήστε να σβήσετε τη πυρκαγιά από απόσταση, επειδή υπάρχει κίνδυνος έκρηξης
- **P376** Σταματήστε την διαρροή εφόσον δεν υπάρχει κίνδυνος
- **P377** Διαρροή φλεγόμενου αερίου: Μην τη σβήσετε εκτός και εάν μπορείτε να σταματήσετε τη διαρροή χωρίς κίνδυνο
- **P378** Χρησιμοποιείτε.....για να κατασβήσετε
- **P380** Εκκενώστε τη περιοχή
- **P381** Σε περίπτωση διαρροής, εξαλείψτε όλες τις πηγές ανάφλεξης
- **P390** Σκουπίστε την χυμένη ποσότητα για να προλάβετε ζημιές
- **P391** Μαζέψτε τη χυμένη ποσότητα
- **P301+ P310** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ καλέστε αμέσως το κέντρο δηλητηριάσεων/ γιατρό...
- **P301+ P312** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ καλέστε το κέντρο δηλητηριάσεων/ γιατρό...

- **P301+ P330+ P331** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΚΑΤΑΠΟΣΗΣ: Ξεπλένετε το στόμα. Μην προκαλείτε εμετό.
- **P302+ P334** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ: Βυθίστε σε δροσερό νερό ή τυλίξτε με βρεγμένους επιδέσμους
- **P302 + P352** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ: Πλύντε με άφθονο νερό...
- **P303+ P361+ P353** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΟ ΔΕΡΜΑ (ή με τα μαλλιά): Βγάλτε αμέσως όλα τα μολυσμένα ρούχα. Ξεπλένετε την επιδερμίδα με νερό [ή στο ντους]
- **P304+ P340** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΙΣΠΝΟΗΣ: Μεταφέρατε τον παθόντα σε καθαρό αέρα και αφήστε τον να ξεκουραστεί σε στάση που να διευκολύνει την αναπνοή.
- **P305+P351+P338** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΜΑΤΙΑ: Ξεπλένετε προσεκτικά με νερό για αρκετά λεπτά. Αν υπάρχουν φακοί επαφής, αφαιρέστε τους, αν είναι εύκολο. Συνεχίστε να ξεπλένετε.
- **P306+P360** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΕΠΑΦΗΣ ΜΕ ΤΑ ΡΟΥΧΑ: Ξεπλένετε αμέσως τα μολυσμένα ρούχα και την επιδερμίδα με άφθονο νερό πριν αφαιρέσετε τα ρούχα
- **P308+ P313** ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ έκθεσης ή πιθανότητα έκθεσης: Συμβουλευτείτε / Επισκεφθείτε γιατρό
- **P332 + P313** Αν παρατηρηθεί ερεθισμός του δέρματος: Συμβουλευτείτε / Επισκεφθείτε γιατρό
- **P333 + P313** Αν παρατηρηθεί ερεθισμός του δέρματος ή εμφανιστεί εξάνθημα: Συμβουλευτείτε / Επισκεφθείτε γιατρό
- **P337 + P313** Αν δεν υποχωρεί ο οφθαλμικός ερεθισμός: Συμβουλευτείτε / Επισκεφθείτε γιατρό
- **P342 + P311** Εάν παρουσιάζονται αναπνευστικά συμπτώματα: Καλέστε το κέντρο δηλητηριάσεων/γιατρο/...
- **P370 + P376** Σε περίπτωση πυρκαγιάς: Σταματήστε την διαρροή εφόσον δεν υπάρχει κίνδυνος
- **P370 + P378** Σε περίπτωση πυρκαγιάς: Χρησιμοποιήστε.....για να κατασβήσετε

- **P370 + P380 + P375** Σε περίπτωση πυρκαγιάς: Εκκενώστε τη περιοχή. Προσπαθήστε να σβήσετε τη πυρκαγιά από απόσταση, επειδή υπάρχει κίνδυνος έκρηξης
- **P371 + P380 + P375** Σε περίπτωση σοβαρής πυρκαγιάς και σε μεγάλες ποσότητες: Εκκενώστε τη περιοχή. Προσπαθήστε να σβήσετε τη πυρκαγιά από απόσταση, επειδή υπάρχει κίνδυνος έκρηξης
- **P401** Αποθηκεύεται σύμφωνα με..
- **P402** Αποθηκεύεται σε στεγνό μέρος
- **P403** Αποθηκεύεται σε καλά αεριζόμενο μέρος
- **P404** Φυλάσσεται σε κλειστό περιέκτη
- **P405** Φυλάσσεται κλειδωμένο
- **P406** Αποθηκεύεται σε ανθεκτικό στη διάβρωση/.... Περιέκτη με ανθεκτική εσωτερική επένδυση
- **P407** Να υπάρχει κενό αέρος μεταξύ παλετών ή σωρών
- **P410** Να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες
- **P411** Αποθηκεύεται σε θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους°C/°F
- **P412** Να μην εκτίθεται σε θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 50°C/ 122°F
- **P413** Οι σωροί χύδην με βάρος άνω τωνKg/....lbs αποθηκεύονται σε θερμοκρασίες που δεν υπερβαίνουν τους°C/°F
- **P420** Αποθηκεύονται χωριστά
- **P402+P404** Αποθηκεύεται σε στεγνό μέρος. Φυλάσσεται σε κλειστό περιέκτη
- **P403+ P233** Αποθηκεύεται σε καλά αεριζόμενο χώρο. Ο περιέκτης διατηρείται ερμητικά κλειστός
- **P403+ P235** Αποθηκεύεται σε καλά αεριζόμενο χώρο. Διατηρείται δροσερό
- **P410+ P403** Να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες. Αποθηκεύεται σε καλά αεριζόμενο χώρο.
- **P410+ P412** Να προστατεύεται από τις ηλιακές ακτίνες. Να μην εκτίθεται σε θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τους 50°C/ 122°F
- **P501** Διάθεση του περιεχομένου/ του περιέκτη σε.....

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Α. Λίστα Παραγόντων που ταξινομούνται στην Ομάδα 1 κατά IARC

- Ακεταλδεύδη (Κατανάλωση Οινοπνεύματος)
- Διαδικασία Acheson, Επαγγελματική Έκθεση σε όξινη ομίχλη
- Αφλατοξίνες
- Παραγωγή Αλουμινίου
- 4- Αμινοδιφαινύλιο
- Αρέκα
- Αριστολοχικό Οξύ
- Αρσενικό και οι Ανόργανες Ενώσεις του
- Αμίαντος και όλες οι μορφές του
- Παραγωγή Αυραμίνης
- Αζαθειοπρίνη
- Βενζόλιο
- Βενζιδίνη και βαφές Βενζιδίνης
- Βενζο [α] πυρένιο
- Βηρύλλιο και ενώσεις Βηρυλλίου
- Δις (χλωρ) μεθυλαιθέρας
- Busulfan
- 1-3 Βουταδιένιο
- Κάδμιο και οι Ενώσεις Καδμίου
- Chlorambucil
- Χλορναφαζίνη
- Ενώσεις Χρωμίου (VI)
- Clonorchis sinensis
- Άνθρακας και εκπομπές σε εσωτερικούς χώρους
- Απόσταξη Λιθανθρακόπισσας
- Παραγωγή Οπτάνθρακα
- Κυκλοφωσφαμίδη
- Κυκλοσπορίνη
- 1,2-Διχλωροπροπάνιο
- Διαιθυλοστιλβεστρόλη
- Εξάτμιση Κινητήρα

- Ιός Epstein Barr
- Εριωνίτης
- Θεραπεία με Οιστριγόνα
- Οξειδίο του Αιθυλενίου
- Ετοποσίδη
- Πυροσβέστης (έκθεση σε εργασιακό χώρο)
- Προϊόντα σχάσης όπως είναι το Στρόντιο-90
- Φθωρο-Εδενίτης
- Φορμαλδεΐδη
- Υπόγεια Εξόρυξη Αιματίτη
- Ελικοβακτηρίδιο του πυλωρού
- Ιός Ηπατίτιδας Β
- Ιός Ηπατίτιδας C
- Ιός HIV-1
- Ιός Ανθρώπινων Θηλωμάτων (HPV)
- Λεμφοτροπικός Ιός ανθρώπινων Τ-κυττάρων
- Ιοντίζουσα Ακτινοβολία
- Θεμελίωση Σιδήρου και Χάλυβα
- Παραγωγή ισοπροπυλικής αλκοόλης
- Ερπητοϊός Σαρκώματος Kaposi
- Lindane
- Παραγωγή Ματζέντας
- Μελφαλάνη
- Methoxsalen
- Μεθυλενοδισ (χλωροαναλίνη) (MOCA)
- Ορυκτά Έλαια επεξεργασμένα
- MOPP και άλλες συνδυασμένες χημειοθεραπείες
- 2- Ναφθυλαμίνη
- Ακτινοβολία Νετρονίων
- Ενώσεις Νικελίου
- Ν-νιπροσονορνονικοτίνη
- 1-(3-πυριδιλ)-1-βουτανόνη
- Ζωγράφος (έκθεση στον εργασιακό χώρο)
- 3,4,5,3',4' πενταχλωροδιφαινύλιο (PCB-126)

- 2,3,4,5,7,8 πενταχλωροδιβενζοφουράνιο
- Πενταχλωροφαινόλη
- Φαινακετίνη
- Φώσφορος 32- με τη μορφή Φωσφορικού Πλουτωνίου
- Πλουτώνιο
- Πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB)
- Ραδιοϊώδια
- Ραδιονουκλείδια
- Ράδιο 224 και τα προϊόντα αποσύνθεσής του
- Ράδιο 226 και τα προϊόντα αποσύνθεσής του
- Ράδιο 228 και τα προϊόντα αποσύνθεσής του.
- Βιομηχανία κατασκευής καουτσούκ
- Παστά Ψάρια
- Σχιστολιθικά έλαια
- Σκόνη πυριτίου
- Ηλιακή Ακτινοβολία
- Αιθάλη
- Μουστάρδα θείου
- Ταμοξιφαίνη
- Θόριο 232 και τα προϊόντα αποσύνθεσής του
- Τριχλωροαιθυλενιο
- Υπεριώδης Ακτινοβολία (UV)
- Βινυλοχλωρίδιο
- Αναθυμιάσεις Συγκόλλησης
- Ακτινοβολία Χ και Γάμμα

B. Λίστα Παραγόντων που ταξινομούνται στην Ομάδα 2^A κατά IARC

- Ακρολείνη
- Ακρυλαμίδιο
- Αδριαμυκίνη
- Ανδρογόνα (Αναβολικά)
- Ανιλίνη και υδροχλωρική Ανιλίνη

- Γυαλί τέχνης, γυάλινα δοχεία
- Αζακιτιδίνη
- Καύση Βιομάζας
- Επαγγελματική έκθεση σε οξειδωμένη ασφαλτο
- Διχλωροαιθυλική νιτροζουρία ή αλλιώς καρμουστίνη
- Carptafol
- Κατασκευή Ηλεκτροδίων Άνθρακα
- Χλωράλη
- Ένυδρη Χλωράλη
- Χλωροαμφενικόλη
- Χλωροζοτοκίνη
- Σισπλατίνη
- Κόβαλτιο μέταλλο
- Κυκλοπεντα [cd]πυρένιο
- DDT (4,4' Διχλωροδιφαινυλτριχλωροαιθάνιο)
- Diazinon
- Διβενζ[a.j] ακριδίνη
- Διβενζ [a,h]ανθρακένιο
- Διχλωρομεθάνιο
- Διελτρίνη
- Θεϊκός διαιθυλεστέρας
- Διμεθυλοκαρβαμουλοχλωρίδιο
- N,N Διμεθυλοφορμαμίδιο
- Θεϊκός διμεθυλεστέρας
- Επιχλωρουδρίνη
- Ουρεθάνη (Καρβαμικός αιθυλεστέρας)
- Γλυκιδόλη
- Μεθακρυλικός γλυκιδυλιεστέρας
- Glyphosate
- Κομμωτήριο (Έκθεση στον εργασιακό χώρο)
- Υδραζίνη
- Φωσφίδιο ινίδιο
- Ενώσεις μολύβδου, ανόργανες
- Ελονοσία

- 2-Μερκαπτοβενζοθειαζόλη
- Ιός πολυωματικών κυττάρων Merkel (MCV)
- Μεθανόσουλφονικός μεθυλεστέρας
- Ν-Μεθύλ-Ν'-νιτρό-Ν-νιτροσογουαδίνη (MNNG)
- Ν-Μεθύλ-Ν-νιτροζουρία
- Νιτρικά , καταποθεντα νιτρώδη που οδηγούν σε ενδογενή νίτρωση
- Ορθο-Νιτροανισόλη
- 6-Νιτροχρυσένιο
- Μουστάρδα αζώτου
- 1-Νιτροπυρένιο
- 2-Νιτροτουλουόλιο
- Μη αρσενικά εντομοκτόνα
- Διύλιση πετρελαίου
- Πιογλιταζόνη
- Πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PBBs)
- Υδροχλωρική προκαρβαζίνη
- 1-3 προπάνιο
- Σουλτόνη
- Διαλυτά άλατα Κοβαλτίου
- Στυρένιο
- Τετραχλωροαιθυλένιο
- Τρισθενές Αντιμόνιο
- Βινυλοβρωμίδιο
- Φθοριούχο βινύλιο