

# Διοξίνη

(Άλλη Ονομασία: TCDD, Εμπορικές Ονομασίες: Agent Orange Silvex).

## Εισαγωγή.

Η διοξίνη θεωρείται από πολλούς ως το πλέον τοξικό χημικό που έχει ποτέ παρασκευαστεί από τον άνθρωπο. Η διαπίστωση αυτή προέκυψε ύστερα από δοκιμές σε πειραματόζωα, που αποκάλυψαν ότι το μέγεθος της δόσης της διοξίνης που μπορεί να προκαλέσει ασθένεια σε μερικά πειραματόζωα είναι μικρότερο από οποιοδήποτε άλλο χημικό που παρασκευάστηκε ποτέ από τον άνθρωπο. Πολύ χαμηλές δόσεις είναι επίσης ύποπτες για πρόκληση ασθενειών στους ανθρώπους.

Η διοξίνη είναι ένα παραπροϊόν που αναπόφευκτα σχηματίζεται κατά την βιομηχανική παραγωγή ορισμένων φυτοφαρμάκων, όπως είναι το 2,4,5-T. Σε βιομηχανικές διεργασίες που περιλαμβάνουν την χρήση *χλωρίου*, σχηματίζεται διοξίνη, συχνά αθέλητα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα μιας τέτοιας διεργασίας, είναι η λεύκανση του χαρτιού, που περιλαμβάνει και εκείνη που χρησιμοποιείται στα χαρτοκιβώτια συσκευασίας γάλατος. Η διοξίνη μπορεί επίσης να σχηματιστεί κατά την καύση οργανικών αποβλήτων που περιέχουν χλώριο. Η γενική ανάμειξη πλαστικών (χωρίς προηγούμενη ομαδοποίηση βάσει του τύπου τους), που βρίσκονται στα αστικά απόβλητα, είναι πολύ πιθανόν να περιέχει τέτοια οργανικά. Δεν υπάρχουν γνωστές ευεργετικές χρήσεις της διοξίνης.

Η χρήση του φυτοφαρμάκου Agent Orange (το οποίο είχε μολυνθεί με διοξίνη), για την αποφύλλωση της ζούγκλας κατά την διάρκεια του Πολέμου του Βιετνάμ, είχε ως επακόλουθο, την πρώτη ενημέρωση του κοινού περί της επικινδυνότητας της διοξίνης, ύστερα

από την διαπίστωση ότι, μερικοί Αμερικανοί στρατιώτες, κάτοικοι του Βιετνάμ, καθώς και κατοικίδια ζώα, που εκτέθηκαν σε αυτήν, ασθένησαν. Η έκρηξη στο χημικό εργοστάσιο στο Σεβέζο της Ιταλίας, το 1976, κατά την οποία εκτέθηκαν χιλιάδες άνθρωποι στην διοξίνη, καθώς και η ανίχνευση διοξίνης στα τοξικά απόβλητα στην περιοχή Τάμς Μπιτς στην Πολιτεία Μισούρι των ΗΠΑ, προκάλεσαν ακόμη περισσότερο το ενδιαφέρον του κοινού γι' αυτό το θέμα. Υπάρχει ακόμη αξιοσημείωτη δημόσια συζήτηση, για το εύρος της πραγματικής επικινδυνότητας της διοξίνης στους ανθρώπους και μέχρι τώρα δεν υπάρχει ευρέως αποδεκτή απόδειξη ότι, πράγματι προκαλείται σοβαρή βλάβη από τις εκθέσεις σε αυτήν. Υπάρχει μεγάλος αριθμός διαφορετικών τύπων διοξίνης, αλλά η TCDD, θεωρείται ως η πλέον επικίνδυνη και η λέξη «διοξίνη», στα κοινά δημοσιεύματα, συνήθως αφορά αυτόν τον τύπο της διοξίνης. Τα φουράνια είναι μια συγγενής, προς τη διοξίνη, ομάδα οργανικών ενώσεων και η πληροφόρηση που παρέχεται στο κεφάλαιο αυτό για την διοξίνη, αφορά ως επί το πλείστον και τα φουράνια.

## Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες.

Η διοξίνη βρίσκεται στο περιβάλλον σε ποσότητες πολύ μικρές για να είναι ανιχνεύσιμη με την οσμή ή την εμφάνιση. Τα φυτοφαρμάκα που περιέχουν διοξίνη, είναι δύσκολο να αναγνωριστούν, εκτός και αν τα μέσα συσκευασίας για την μεταφορά τους, έχουν επάνω ετικέτες με τις εμπορικές ονομασίες Agent Orange ή Silvex ή υποδεικνύουν ότι υπάρχει στο προϊόν

το συστατικό 2,4,5-T (χημική συντομογραφία για την παρασιτοκτόνο ουσία που περιέχει διοξίνη).

Η διοξίνη διατηρείται για πολλά χρόνια στο χώμα ή στον ιστό των ζώων, ενώ με το ηλιακό φως αποσυντίθεται μέσα σε μια μέρα και στη συνέχεια παράγονται αβλαβή προϊόντα. Η διοξίνη δεν μπορεί να απομακρυνθεί εύκολα από τις μολυσμένες επιφάνειες με την βοήθεια νερού γιατί δεν είναι πολύ διαλυτή. Αυτή πιθανώς συσσωρεύεται στον λιπώδη ιστό των ζώων.

## Έκθεση και Διανομή.

Η έκθεση του κοινού στη διοξίνη και ειδικότερα των εργαζόμενων στα εργοστάσια παραγωγής φυτοφαρμάκων, μπορεί να προκληθεί από την επαφή του δέρματος με τα φυτοφαρμάκα που την περιέχουν. Αυτός ο τρόπος έκθεσης θεωρείται ότι είναι ο σημαντικότερος, ενώ, σήμερα, η συγκέντρωση της διοξίνης σε 2,4,5-T είναι περίπου 1000 φορές μικρότερη από αυτήν που ήταν κατά τη διάρκεια του Πολέμου στο Βιετνάμ και αυτό επειδή, εν τω μεταξύ, βελτιώθηκαν οι παραγωγικές διαδικασίες. Αυτό το γεγονός, μαζί με την ταυτοποίηση άλλων μηχανισμών, μέσω των οποίων η διοξίνη μπορεί να αποβληθεί στο περιβάλλον, έχει πρόσφατα στρέψει την προσοχή του κοινού και σε άλλες πηγές. Μία οδός έκθεσης είναι η εισπνοή ή η επαφή με το δέρμα, οι καπνοί και η στάχτη, που προκύπτει από την καύση των αστικών απορριμμάτων, και κυρίως, εάν τα απορρίμματα περιέχουν πολυβινυλοχλωρίδιο ή άλλες οργανικές ουσίες που περιέχουν χλώριο. Μία πρόσθετη πηγή έκθεσης, είναι η κατανάλωση μολυσμένων

Η Συγκλητική Επιτροπή Πανεπιστημιακών Συγγραμμάτων και Εκδόσεων του Ε.Μ. Πολυτεχνείου έχει αναλάβει τη μετάφραση και έκδοση του βιβλίου των Πανεπιστημιακών Εκδόσεων της Καλιφόρνιας (University of California Press) με τον ελληνικό τίτλο «Τοξικά: Από το Α μέχρι το Ζ (Ένας Οδηγός για τους Κινδύνους της Ρύπανσης)» με μεταφραστές την κα Κωνσταντίνα Κόλλια, επίκουρη καθηγήτρια ΕΜΠ και τον κ. Στυλιανό Χαμηλάκη, λέκτορα ΕΜΠ, με επιμέλεια της έκδοσης από την αναστ. καθηγήτρια ΕΜΠ Παναγιώτα Βασιλείου.

Στο βιβλίο περιλαμβάνεται εκτός από τα γενικά θέματα και ένας αλφαβητικός οδηγός για όλες τις κοινά συναντούμενες ουσίες-ρυπαντές. Απ' αυτές επιλέχθηκαν να παρουσιαστούν δύο ουσίες: ο αμιάντος και η διοξίνη, που έχουν απασχολήσει πρόσφατα το ελληνικό κοινό. Ελπίζουμε να διαφωτιστούν οι αναγνώστες σχετικά με αυτούς τους ρυπαντές από επιστημονικά δόκιμες πηγές.



ψαριών και ιδιαίτερα εκείνων που ζουν σε νερά που περνούν κάτω από μονάδες επεξεργασίας χαρτοπολτού.

Πρόσφατα, έχει δοθεί σημαντική δημοσιότητα που σχετικά με την λεύκανση του χαρτί και τα χαρτονένια υλικά συσκευασίας, για την μεταφορά τροφίμων, τα οποία συχνά περιέχουν απειροελάχιστες ποσότητες διοξίνης, που μπορεί όμως να μολύνουν τα τρόφιμα που περιέχονται. Τα χαρτοκιβώτια μεταφοράς γάλακτος βρίσκονται στο κέντρο του ενδιαφέροντος και πρόσφατα δημοσιεύτηκε από την Υπηρεσία Τροφίμων και Ποτών (Food and Drug Administration, FDA) των ΗΠΑ, μια εκτίμηση αυτής της επικινδυνότητας. Η ρυθμιστική τους διαπίστωση συνοψίζεται στο υποκεφάλαιο «Ρυθμιστικό Καθεστώς». Τα χαρτονένια υλικά συσκευασίας για την μεταφορά χυμών και γευμάτων που υπόκεινται προετοιμασία σε συσκευές μικροκιμάτων, αποτελούν επίσης πιθανές πηγές διοξίνης στις τροφές. Οι μεταχειρισμένες παιδικές πάνες και το χαρτί τουαλέτας, έχουν κατασκευασθεί από λευκαρισμένο χαρτί και είναι επίσης ενδεχόμενες πηγές έκθεσης στην διοξίνη. Η διοξίνη συναντάται ακόμη στα νερά έκπλυσης που απορρίπτονται από τις βιομηχανικές μονάδες λεύκανσης του χαρτί ή από αυτές που χρησιμοποιούν χλώριο με άλλους τρόπους, όπως είναι ορισμένες μεταλλουργικές διεργασίες, καθώς και στην βιομηχανία παρασκευής ορισμένων συντηρητικών του ξύλου, όπως είναι η πενταχλωροφαινόλη.

#### Επιπτώσεις στην Υγεία.

Τα συμπτώματα από την έκθεση των ανθρώπων στην διοξίνη, είναι κυρίως: χλωράζμη (μια δερματική αντίδραση που μοιάζει πολύ με την ακμή), πονοκέφαλοι, ίλιγγοι, πεπτικές διαταραχές και γενικά άλγη και πόνοι. Η χλωράζμη μπορεί να προκληθεί από έκθεση σε διοξίνη, λιγώτερη ακόμη από το ένα δισεκατομμυριοστό της ουγκιάς (1 ουγκιά = 28,35 g). Μερικές πρόσφατες επιδημιολογικές μελέτες, υποδεικνύουν ότι η έκθεση σε μεγαλύτερες ποσότητες διοξίνης, μπορεί να οδηγήσουν στην εμφάνιση τουλάχιστον ενός τύπου καρκίνου στους ανθρώπους (το σάρκωμα μαλακών ιστών), διαπίστωση με την οποία δεν συμφωνούν όλοι οι επιδη-

μιολόγοι. Στην περίπτωση της διοξίνης, η ποσοπική και ευρέως αποδεκτή πληροφορηση περί της σχέσης δόσης-απόκρισης, είναι επίσης ανύπαρκτη. Οι μελέτες στα πειραματόζωα αποκαλύπτουν ότι η έκθεση στην διοξίνη, μπορεί να προκαλέσει την ανάπτυξη διαφόρων τύπων καρκίνου, ασθένειες του ήπατος και των νεφρών, θνησιμότητα εμβρύων, και γενετικές ανωμαλίες. Όμως, η ελάχιστη δόση διοξίνης που χρειάζεται για να προκαλέσει καρκίνο στα ζώα, ποικίλλει κατά έναν παράγοντα, ίσο με 5000 από το ένα είδος στο άλλο. Έτσι η εξαγωγή συμπερασμάτων, από αυτές τις μελέτες, όσον αφορά την ευαισθησία των ανθρώπων, είναι δύσκολη. Η FDA των ΗΠΑ εκτιμά ότι για κάθε ένα εκατομμύριο Αμερικανών πολιτών που πίνουν γάλα, κατά μέσο όρο, οι πέντε από αυτούς θα εμφανίσουν καρκίνο ως αποτέλεσμα της διοξίνης στα υλικά συσκευασίας για μεταφορά του γάλακτος, όμως η μείωση αυτής της επικινδυνότητας βρίσκεται ακόμη σε εκκρεμότητα (βλέπε το υποκεφάλαιο «Ρυθμιστικό Καθεστώς»).

#### Προστασία και Παρεμπόδιση.

Δεν υπάρχει γνωστό αντίδοτο για την διοξίνη. Όπως ισχύει για όλα τα φυτοφάρμακα, αυτά που μολύνονται με διοξίνη, θα πρέπει να διατίθενται και κατάλληλα. Εάν είναι δυνατόν, πρέπει να υπάρξει μέριμνα ώστε οι κατοικημένες περιοχές να βρίσκονται αρκετά μακριά από περιοχές όπου χρησιμοποιούνται φυτοφάρμακα ή καίγονται οργανικά απόβλητα, ώστε ο πληθυσμός να αποφεύγει τους καπνούς και τα ατμοσφαιρικά ιζήματα. Επειδή, έχει προταθεί, σε πολλές αστικές περιοχές των ΗΠΑ, η αποτέφρωση των απορριμμάτων, οι αναγνώστες του βιβλίου που ενδιαφέρονται άμεσα, είναι καλό να έρθουν σε επαφή και να συζητήσουν, τόσο με τους τοπικούς πολιτικούς παράγοντες όσο και με τους ειδικούς επιστήμονες, για τους κινδύνους και τα οφέλη που επιφέρει η μέθοδος επεξεργασίας αποβλήτων. Δεν πρέπει π.χ. να γίνεται χρήση φυτοφαρμάκων, όπως είναι το Agent Orange ή το Silvex, που περιέχουν 2,4,5-T. Πρέπει να αποφεύγει κανείς, όπου είναι δυνατόν, την χρήση χαρτί που έχει λευκανθεί με χλώριο και προϊόντα συσκευασμένα σε χαρτόνια.

(Ακόμη και αν η απειλή διοξίνης από αυτή την πηγή τελικά αποδεικνύεται ότι είναι αμελητέα, μια τέτοια δράση θα μειώσει επίσης και την τοξική απειλή που προέρχεται από τις λευκαντικές ουσίες που περιέχουν χλώριο). Υπάρχουν υποκατάστατα της χρήσης του χλωρίου στην λεύκανση του χαρτιού. Τα προϊόντα που παρασκευάζονται με αυτό τον τρόπο είναι όλο και περισσότερο διαθέσιμα και επιβάλλεται να χρησιμοποιούνται. Η βρώση ψαριών που έχουν αλιευθεί από νερά που έχουν μολυνθεί από τις απορροές μονάδων επεξεργασίας χαρτοπολτού, είναι απαγορευτική.

#### Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις.

Η έκθεση στην διοξίνη, μπορεί να προκαλέσει καρκίνους, γενετικές ανωμαλίες και θνησιμότητα εμβρύων, τόσο στα κατοικίδια όσο και τα άγρια ζώα.

#### Ρυθμιστικό Καθεστώς.

Προς το παρόν, όλα τα φυτοφάρμακα που περιέχουν το συστατικό 2,4,5-T (και κατά συνέπεια, διοξίνη) έχουν επίσημα απαγορευτεί από την ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ για τις περισσότερες χρήσεις τους. Η χρήση τους είναι ακόμη επιτρεπτή στους βοσκότοπους και τους οριζώνες. Η διοξίνη έχει ρυθμιστεί με την Νομοθετική Πράξη για το «Καθαρό Νερό». Ένας τύπος της διοξίνης, η 2,3,7,8-τετραχλωροδιβενζο-p-διοξίνη, κατατάσσεται στον κατάλογο των επικίνδυνων ρυπαντών του αέρα, στην Νομοθετική Πράξη του 1990 για τον «Καθαρό Αέρα», απαιτώντας από την Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (Environmental Protection Agency, EPA) των ΗΠΑ να θέσει τα όρια εκπομπής. Το 1989, η FDA θέσπισε ότι, από το 1992, οι βιομηχανικοί παραγωγείς χαρτονένιων συσκευασιών μεταφοράς γάλακτος, θα πρέπει να τροποποιήσουν την διαδικασία λεύκανσης, για να μειώσουν τα επίπεδα της διοξίνης στα χαρτονένια υλικά συσκευασίας.

#### Τεχνική Πληροφόρηση.

Χημική ονομασία: 2,3,7,8 τετραχλωροδιβενζο-p-διοξίνη.

Η πλήρης ονομασία του συστατικού στο Agent Orange που περιέχει διοξίνη, είναι 2,4,5-τριχλωροφαινόξυ-



ξικό οξύ (συντομειμένα 2,4,5-T). Το συστατικό που περιέχει διοξίνη στο Silnex είναι το 2-2(2,4,5-τριχλωροφαινοξυ)προπιονικό οξύ (συντομειμένα 2,4,5-TP). Επίσης, τα πολυχλωριωμένα διαφάνυλια (PCBs), μπορεί να περιέχουν την TCDD.

Τα υψηλότερα επίπεδα διοξίνης που βρέθηκαν στις απορροές υδάτων από μονάδες επεξεργασίας χαρτοπολυτού, ήταν περίπου 0,5 μέρη ανά τρισεκατομμύριο. Οι τυπικές συγκεντρώσεις διοξίνης στα προϊόντα από λευκασιμένο χαρτί κυμαίνονται από μη ανι-

χνεύσιμες τιμές έως και περίπου τα 10 μέρη ανά τρισεκατομμύριο. Τα ψάρια που βρίσκονται στα νερά των ρεμάτων, που περνούν κάτω από τις μονάδες επεξεργασίας χαρτοπολυτού, μπορεί να περιέχουν περί τα 200 μέρη ανά τρισεκατομμύριο διοξίνης, με τα επίπεδα των 50 μερών ανά τρισεκατομμύριο να μην είναι ασυνήθιστα. Από το 1989, στις ΗΠΑ, το γάλα, στα χαρτονένια υλικά συσκευασίας, περιέχει διοξίνη που κυμαίνεται στα επίπεδα των μερικών εκατοστών μέχρι το ένα μέρος ανά τρισεκατομμύριο. Στις ΗΠΑ, εκτι-

μάτα ότι, η τρέχουσα ημερήσια ποσότητα διοξίνης που εισέρχεται στον άνθρωπο είναι, κατά μέσο όρο, ίση με 20 x 10-12 g ανά κιλό βάρους σώματος.

#### Επιπλέον Βιβλιογραφία.

American Medical Association. 1981. The Health Effects of «Agent Orange» and Polychlorinated Dioxin Contaminants. Chicago.

GALSTON, A.W. 1979. Herbicides: A Mixed Blessing. Bioscience 29(2):85-94.

TSCHIRLEY, F. 1986. Dioxin. Scientific American 254(2):29-35.

## Αμίαντος

### Εισαγωγή.

Ο αμίαντος είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για μια ομάδα ινωδών ορυκτών ενώσεων, φυσικής προέλευσης. Αυτές οι ενώσεις έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στα δημόσια κτίρια και έχουν ως επακόλουθο την εμφάνιση δεκάδων χιλιάδων περιστατικών καρκίνου του πνεύμονα και ινωδών ασθνεϊών του πνεύμονα, στους εργαζόμενους των ορυχείων αμιάντου. Περίπου 15 εκατομμύρια μαθητές και 3 εκατομμύρια εργαζόμενοι σε σχολεία στις ΗΠΑ, είναι πιθανόν να εκτεθούν στον αμίαντο, εξαιτίας της χρήσης οικοδομικών υλικών, που περιέχουν αμίαντο, σε δημόσια κτίρια που κτίστηκαν μεταξύ του 1945 και του 1978. Η Υπηρεσία Περιβαλλοντικής Προστασίας (Environmental Protection Agency, EPA) των ΗΠΑ έχει ήδη απαγορεύσει επίσημα την χρήση αμιάντου σε πολλά προϊόντα και θα διακόψει σταδιακά όλες τις άλλες χρήσεις του, μέχρι το τέλος του 20ού αιώνα.

### Φυσικές και Χημικές Ιδιότητες.

Οι ίνες αμιάντου είναι μικροσκοπικές και άοσμες, συχνά αόρατες-μόνο με μικροσκοπικές τεχνικές είναι ορατές και άφθαρτες στις περισσότερες περιπτώσεις. Μπορούν να μεταφερθούν πάνω στα ρούχα και τα άλλα υλικά, έχουν σχήμα που τους επιτρέπει να αωρούνται εύκολα στον αέρα και να μεταφέρονται έτσι σε μεγάλες αποστάσεις. Οι ίνες αμιάντου, μόλις ελευθερωθούν, είναι δύσκολο να ανιχνευθούν και να

περιοριστούν και εισέρχονται αμέσως στον περιβάλλοντα αέρα. Συνεπώς, οι άνθρωποι εκτίθενται, όχι μόνον κατά την διάρκεια του χρόνου έκλυσης και στον τόπο έκλυσης, αλλά και για πολύ χρόνο μετά την έκλυση ακόμη και πολύ μακριά από την πηγή έκλυσης. Υπάρχει σταθερή επικινδυνότητα, επειδή οι ίνες αμιάντου επανεισέρχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα, κατά διαστήματα, με την πάροδο του χρόνου.

Δύο τύποι ινών αμιάντου είναι συνηθισμένοι: ο χρυσόπιλος και ο αμιφίβολος. Οι ίνες χρυσόπιλου είναι σγουρές, έχουν την τάση να συνενώνονται σε συμπαγή μάζα, και αποβάλλονται ευκολότερα από το σώμα. Οι αμιφίβολες είναι λείες βελονοειδείς ίνες, με αιχμηρά άκρα, που εύκολα εισέρχονται στους πνεύμονες. Ο αμίαντος που χρησιμοποιείται στα σχολικά και τα άλλα δημόσια κτίρια, είναι του τύπου χρυσόπιλου και ως εκ τούτου, ενέχει μικρότερη επικινδυνότητα από τον αμιφίβολο τύπο αμιάντου, στον οποίο οι ναυπηγοί και οι εργαζόμενοι της ναυπηγοεπισκευαστικής βιομηχανίας, εκτέθηκαν στο παρελθόν. Προς το παρόν όμως, δεν υπάρχει ομοφωνία μεταξύ των επιστημόνων πάνω σε αυτό το θέμα και ο αμίαντος, ανεξαρτήτως τύπου, που αποκολλάται σε τμήματα ή θρυμματίζεται, πρέπει να αντιμετωπίζεται με ιδιαίτερη προσοχή.

### Έκθεση και Διανομή.

Οι άνθρωποι εισπνέουν τις ίνες αμιάντου, που αωρούνται στον αέρα

που αναπνέουν. Αυτή είναι η βασικότερη οδός έκθεσης. Περίπου οι μισές ίνες, από αυτές που εισάγονται με την εισπνοή, ελευθερώνονται από τους πνεύμονες και καταπίνονται, εκθέτοντας τον λάρυγγα και το πεπτικό σύστημα. Ο αμίαντος μπορεί επίσης να καταποθεί μέσω του πόσιμου νερού, στο οποίο εισέρχεται είτε με φυσικό τρόπο από τα πετρώματα -πηγές προέλευσης του νερού (όπως είναι ο σεραπεντίνης)- είτε από την καταστροφή των αγωγών αμιαντοσιμέντου, που χρησιμοποιούνται για την μεταφορά του νερού. Αν και η επικινδυνότητα από αμίαντο στο πόσιμο νερό έχει προσφατά διαπιστωθεί, δεν έχει διασαφηνιστεί πλήρως.

Οι ίνες αμιάντου εκλύονται κατά την διάρκεια όλων των σταδίων εξόρυξης, χρήσης και διάθεσης των προϊόντων αμιάντου. Η EPA των ΗΠΑ εκτιμά ότι, κατά προσέγγιση, 700 τόνοι αμιάντου το χρόνο, εκλύονται στον αέρα, κατά την διάρκεια της εξόρυξης και των σταδίων επεξεργασίας του ορυκτού αμιάντου, 100 τόνοι το χρόνο κατά την βιομηχανική παραγωγή των προϊόντων του, και περίπου 18 τόνοι το χρόνο, από τις περιοχές υγιονομικής ταφής απορριμμάτων. Επίσης, και κατά την εγκατάσταση και συντήρηση των προϊόντων αμιάντου (για παράδειγμα, με το τρίψιμο με γυαλόχαρτο και τροχούς γυαλισματος), ελευθερώνονται ίνες αμιάντου, όπως, και κατά την κατεδάφιση κτιρίων που περιείχαν στα υλικά δόμησής τους αμίαντο.



Υλικά από αμιάντο, που αντέχουν στη φωτιά, ψεκάστηκαν στα σχολικά και άλλα δημόσια κτίρια από το 1945 έως και το 1978 στις ΗΠΑ. Επίσης, την ίδια χρονική περίοδο, χρησιμοποιήθηκαν στις οικοδομικές κατασκευές ασβεστοκονίαμα, επενδύσεις τοίχου και οροφής καθώς και κεραμίδια, που περιείχαν αμιάντο. Στις περισσότερες περιπτώσεις, λόγω παλαιότητας, τα υλικά αυτά αρχίζουν να αποκολλώνται και να θρυμματίζονται, ελευθερώνοντας ίνες αμιάντου στο εσωτερικό των κτιρίων. Ακόμη, τα επίπεδα αμιάντου είναι ιδιαίτερα αυξημένα στις περιοχές κοντά στις εθνικές οδούς, πιθανώς λόγω της εσωτερικής επένδυσης των συστημάτων πέδησης των οχημάτων, με αμιάντο.

Η Εθνική Ακαδημία Επιστημών (National Academy of Sciences, NAS) των ΗΠΑ, εκτιμά ότι η τυπική συγκέντρωση αμιάντου στον αστικό αέρα, πρέπει να είναι περίπου 0,0004 ίνες ανά μιλλίτρο (ml) αέρα, εκτίμηση που σημαίνει ότι πρέπει να είναι περίπου 10.000 ίνες αμιάντου στον αέρα, στο εσωτερικό ενός κανονικού δωματίου. Η NAS επίσης, εκτιμά ότι ένας άνθρωπος που έχει μια τυπική έκθεση σε μια αστική περιοχή, αντιμετωπίζει κατά την διάρκεια της ζωής του, επικινδυνότητα από 1 στις 100.000 μέχρι και 29 στις 100.000 να εμφανίσει καρκίνο, ως συνέπεια της έκθεσής του, τόσο σε εσωτερικό όσο και εξωτερικό αέρα, που περιέχει ίνες αμιάντου. Η διαφορά στην επικινδυνότητα εξαρτάται από το φύλο (οι γυναίκες υπόκεινται σε μικρότερο κίνδυνο από τους άνδρες) καθώς και από το αν είναι κάποιος καπνιστής. Με δεδομένο ότι στις ΗΠΑ ο αστικός πληθυσμός είναι 180 εκατομμύρια, αυτή η εκτίμηση για την επικινδυνότητα αντιστοιχεί σε 1.800 έως 52.000 αναμενόμενα περιστατικά καρκίνου από τον αμιάντο. Οι εκτιμήσεις ειδικής επικινδυνότητας δίδονται παρακάτω στο υποκεφάλαιο «Τεχνική Πληροφόρηση».

#### **Επιπτώσεις στην Υγεία.**

Ο αμιάντος είναι γνωστό ότι προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα και των εντέρων καθώς και μη καρκινικές ασθένειες του πνεύμονα. Η EPA στις ΗΠΑ κατατάσσει τον αμιάντο μεταξύ των γνωστών καρκινογόνων στοιχεί-

ων. Οι ασθένειες-απειλές της ζωής, που επανελλημμένα ταυτοποιούνται, είναι ο καρκίνος του πνεύμονα, το μεσοθηλώμα και η αμντίαση (asbestosis). Ο καρκίνος του πνεύμονα από έκθεση σε αμιάντο, ευθύνεται για τον μεγαλύτερο αριθμό θανάτων. Για την περίπτωση του καρκίνου, δεν υφίσταται "ασφαλής" δόση, διαπίστωση που σημαίνει ότι κάθε έκθεση αυξάνει την επικινδυνότητα και η επικινδυνότητα αυξάνεται ανάλογα με το επίπεδο και την διάρκεια της έκθεσης. Επίσης, υπάρχει ισχυρή συνεργατική αλληλεπίδραση, μεταξύ του αμιάντου και του καπνού του τσιγάρου, στην ανάπτυξη καρκίνου του πνεύμονα: η έκθεση σε αμιάντο φαίνεται να πενταπλασιάζει - αντί να προστίθεται απλά - την επικινδυνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα, που έτσι κι αλλιώς είναι πιθανή, εξαιτίας του καπνίσματος. Οι περισσότεροι άνθρωποι που εμφανίζουν καρκίνο του πνεύμονα, πεθαίνουν μέσα σε δύο χρόνια από την διάγνωση.

Το μεσοθηλώμα είναι μια ομάδα σπάνιων μορφών καρκίνου στον άνθρωπο, που προκαλούνται, σχεδόν αποκλειστικά, από έκθεση σε αμιάντο. Αυτές οι μορφές καρκίνου, αναπτύσσονται στις μεμβράνες (μεσοθήλια) που περιβάλλουν κοιλότητες του σώματος. Μεσοθηλώμα μπορεί να εμφανιστεί στον πνεύμονα (πλευρικό μεσοθηλώμα) και στην κοιλιακή χώρα (μεσοθηλώμα του περιτοναίου). Οι περισσότεροι άνθρωποι που εμφανίζουν μεσοθηλώμα, πεθαίνουν δύο χρόνια μετά την διάγνωση, και συχνά, με αβίασταχτους πόνους.

Η αμντίαση, περιλαμβάνει την ίνωση (ανάπτυξη υπερβολικού ινώδους συνδετικού ιστού) του πνεύμονα και της περιβάλλουσας μεμβράνης. Δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία και είναι συχνά θανατηφόρος. Η αμντίαση είναι περισσότερο σπάνια περίπτωση από τον καρκίνο του πνεύμονα ή το μεσοθηλώμα, για εκθέσεις, στον εργασιακό χώρο, χαμηλότερες από το τρέχον επίπεδο, όπως αυτό ορίζεται σύμφωνα με την Νομοθετική Πράξη για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγεία (Occupational Safety and Health Act, OSHA) στις ΗΠΑ και δεν είναι βέβαιο εάν εμφανίζεται ως συνέ-

πεια εκθέσεων που δεν σχετίζονται με επαγγελματικούς χώρους.

#### **Προστασία και Πρόληψη.**

Ο αμιάντος μέσα στο σπίτι, συναντάται στις επενδύσεις δαπέδου, όπως τα πλακάκια από βινύλιο και τα φυλλωτά υλικά πατώματος από βινύλιο, στις ενώσεις προσωρινής διόρθωσης φθορών και στα χρώματα ύφανσης, σε ορισμένες ενώσεις υλικών επίστρωσης τοίχων και οροφής, που χρησιμοποιήθηκαν σε οικοδομές που κατασκευάστηκαν στις ΗΠΑ μεταξύ του 1945 και του 1978, στην μόνωση θερμομαντικών σωμάτων και φούρνων, σε φούρνους, σε κλίβανους και στο υλικό στεγανοποίησης της πόρτας των φούρνων, στην μόνωση αγωγών, τοίχων και οροφών, σε συγκεκριμένες εφαρμογές, και σε μερικές πλάκες κάλυψης οροφών, τοίχων καθώς και σε μεταλλικά ελάσματα κάλυψης τοίχων. Η ταυτοποίηση του αμιάντου πρέπει να γίνεται από επαγγελματίες, όπως είναι οι υδραυλικοί, οι εργολάβοι οικοδομών, οι ειδικοί για την θέρμανση των χώρων, οι οποίοι μπορούν συχνά να προσδιορίσουν τον αμιάντο, ακόμη και μακροσκοπικά. Επίσης, η ανάλυση διεγίμωτων από αμιάντο πραγματοποιείται στα χημικά εργαστήρια. Το σημαντικότερο πράγμα που πρέπει να κατανοήσουμε είναι ότι, αν δεν έχει φθαρεί το υλικό, ή αν δεν έχει μελετηθεί σωστά η ανακατασκευή του, η οποία θα μπορούσε να ελευθερώσει ίνες αμιάντου, ο αμιάντος πρέπει να αφήνεται ως έχει. Εάν όμως επιβάλλεται να γίνουν κάποιες εργασίες, πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικό συνεργείο, εκπαιδευμένο στον χειρισμό του αμιάντου με ασφαλείς διαδικασίες.

Η Επιτροπή Ασφάλειας Προϊόντων Κατανάλωσης (Consumer Product Safety Commission) των ΗΠΑ, έχει εγκαταστήσει τηλεφωνικές γραμμές άμεσης δράσης, που δίνουν πληροφορίες σχετικά με τις διεργασίες απομάκρυνσης του αμιάντου, τα εργαστήρια ελέγχου αμιάντου και με το από πού θα προμηθευτούν οι ενδιαφερόμενοι κατάλληλες αναπνευστικές συσκευές, στην περίπτωση που επιθυμούν να εργαστούν μόνοι τους.

#### **Ρυθμιστικό Καθεστώς.**

Η EPA των ΗΠΑ, έχει υποβάλει κανονισμούς για το ποσοστό του αμιάν-



ντου, τόσο στο περιβάλλον όσο και στα βιομηχανικά προϊόντα. Περί το 1990 απαγόρευσε επίσημα την χρήση αμιάντου στους αγωγούς αμιαντοσιμέντου και στα εξαρτήματα, στα υλικά κάλυψης οροφών και δαπέδων, στις πλάκες κάλυψης δαπέδων από βινυλοαμίαντο και στα υφάσματα τα ανθεκτικά στη φωτιά. Αυτά τα υλικά, καθώς και όσα είχαν παλαιότερα απαγορευτεί επίσημα, όπως είναι οι ενώσεις που χρησιμοποιούνται από τους καταναλωτές για την προσωρινή διόρθωση φθορών - διεργασία κατά την οποία ελευθερώνονται ίνες αμιάντου- δεν επιτρέπεται πλέον να πωλούνται. Ο αμίαντος που χρησιμοποιείται σε όλα τα άλλα προϊόντα υπήρξε πρόθεση και μέρη να αποσυρθεί σταδιακά μέσα στην επόμενη πενταετία, δηλαδή μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1990. Στις ΗΠΑ, ο αμίαντος χαρακτηρίζεται ως επικίνδυνος ρυπαντής του αέρα, σύμφωνα με την Νομοθετική Πράξη του 1990 για τον «Καθαρό Αέρα», όπου απαιτείται από την EPA να θέσει τα όρια εκπομπής.

Επίσης, ο αμίαντος περιλαμβάνεται στον κατάλογο που έχει συντάξει η EPA για τις ενώσεις, που δικαιούται η κοινότητα να γνωρίζει.

Η EPA έχει θέσει όρια για την απομάκρυνση του αμιάντου από τα σχολικά δημόσια κτίρια. Ο κανονισμός για ελεγχόμενη έκλυση αμιάντου, από τα ορυχεία αμιάντου, τα στάδια εξόρυξης και επεξεργασίας των ορυκτών αμιάντου και τις βιομηχανικές διεργασίες, κάνει χρήση της «καλύτερης εφαρμόσιμης τεχνολογίας ελέγχου που επί του παρόντος είναι διαθέσιμη», σε συνδυασμό με τις «μη ορατές εκπομπές». Η OSHA, από την άλλη, ρυθμίζει τις εκθέσεις στον εργασιακό χώρο.

#### Τεχνική Πληροφόρηση.

Τα όρια για τον αμίαντο, που έχει καθορίσει η OSHA, στον αέρα μέσα στον εργασιακό χώρο είναι:

Τρέχοντα: 2 ίνες αμιάντου / cm<sup>3</sup> αέρα.

Προτεινόμενα: Από 0,5 έως 0,2 ίνες αμιάντου/cm<sup>3</sup> αέρα.

Η EPA έχει προτείνει το επίπεδο αμιάντου στο πόσιμο νερό να είναι:

7,1 εκατομμύρια ίνες αμιάντου/L νερού

(για ίνες που υπερβαίνουν τα 10μm μήκος).

Ο Πίνακας 1, δείχνει την επικινδυνότητα προσβολής από καρκίνο, σε διάφορες ομάδες πληθυσμού.

#### Επιπλέον Βιβλιογραφία.

Environmental Protection Agency. 1986. Asbestos: Proposed Mining and Import Restrictions and Proposed Manufacturing, Importation, and Processing Prohibitions. Federal Register 51(19):3738-3759.

National Research Council. 1984. Nonoccupational Health Risks of Asbestiform Fibers. Washington, D.C.: National Academy Press.

U.S. Consumer Product Safety Commission. 1982. Asbestos in the Home. Washington, D.C.: Government Printing Office.

### Αναμενόμενοι Καρκίνοι ανά 100.000 Ανθρώπους

Ομάδα (0,0004 ίνες/cm <sup>3</sup> ) (0,002 ίνες/cm <sup>3</sup> )	Μέση Υψηλή	Έκθεση Έκθεση
<b>Καρκίνος του πνεύμονα</b>		
Άνδρες καπνιστές	29,2	146
Γυναίκες καπνίστριες	10,5	52,4
Άνδρες μη καπνιστές	2,7	13,2
Γυναίκες μη καπνίστριες	1,4	6,8
<b>Μεσοθελίωμα, όλες οι ομάδες</b>	<b>15,6</b>	<b>78</b>

Πηγή: Risk from Exposure to Asbestos. 1986. Science 234:923.

Πίνακας 1: Επικινδυνότητα προσβολής από καρκίνο για Διάφορες Ομάδες Πληθυσμού και για Δύο Επίπεδα Έκθεσης σε Αμίαντο