

Έκλυση φορμαλδεΐδης στους εσωτερικούς χώρους νεόδμητων κατοικιών

Δρ. Γεώργιος Μαντάνης, Γεώργιος Αναστάσης, Δρ. Ιωάννης Κακαράς

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη συνθετική αυτή εργασία παρουσιάζονται αποτελέσματα από πρόσφατες έρευνες, που έχουν καταγράψει υψηλές συγκεντρώσεις ρυπαντών στους εσωτερικούς χώρους νεόδμητων κατοικιών, και ιδιαίτερα φορμαλδεΐδης, προερχόμενης από συγκολλημένα προϊόντα ξύλου. Οι έρευνες αυτές υπερθεματίζουν τους κινδύνους που ελλοχεύουν για τη υγεία των κατοικούντων, αφού αποδεικνύουν την παρουσία υψηλών επιπέδων συγκέντρωσης φορμαλδεΐδης - ουσίας χαρακτηριζόμενης ως 'ύποπτη για καρκινογένεσις' - σε χώρους οικιών και γραφείων. Ακόμα, στην εργασία αυτή παρουσιάζονται τα ανώτερα επιτρεπτά όρια έκθεσης και οι παράγοντες που επηρεάζουν την έκλυση φορμαλδεΐδης, ενώ προτείνονται και ορισμένα μέτρα πρόληψης.

Λέξεις κλειδιά: Έκλυση φορμαλδεΐδης, νεόδμητες κατοικίες.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα περισσότερα από τα χρησιμοποιούμενα σήμερα κατασκευαστικά υλικά, όπως π.χ. ινοπλάκες μέσης πυκνότητας (*MDF*), αντικολλητά (*κόντρα-πλακέ*), μοριοπλάκες (*νοβοπάν*), μονωτικές ινοπλάκες, περιέχουν στη μάζα τους φορμαλδεΐδη σε ελεύθερη μορφή. Από τις δεκαετίες του '70 και του '80, έχει αναγνωρισθεί ότι τα προϊόντα αυτά αποτελούν την αρχική πηγή εκπομπής φορμαλδεΐδης σε κατοικίες και εργασιακούς χώρους (Meyer 1979, Clary 1983, Φιλίππου 1984).

Σκοπός της παρούσας συνθετικής εργασίας ήταν η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, που αφορά τις συγκεντρώσεις επιβλαβών ρυπαντών, και ιδιαίτερα φορμαλδεΐδης, στους εσωτερικούς χώρους νεόδμητων κατοικιών. Η ανασκόπηση αυτή αποτελεί το εισαγωγικό μέρος μίας έρευνας, που επιχειρείται για πρώτη φορά στη χώρα μας, από το Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου-Επίπλου του ΤΕΙ Λάρισας, που κύριο σκοπό έχει την καταγραφή και τη μέτρηση των επιβλαβών ρυπαντών στους εσωτερικούς χώρους νέων κατοικιών και διαμερισμάτων της περιοχής Καρδίτσας.

Τμήμα Σχεδιασμού & Τεχνολογίας Ξύλου - Επίπλου

Παράρτημα Καρδίτσας, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Λάρισας

Τέρμα Μαυρομιχάλη, Καρδίτσα, τηλ. (2441) 028.499, Email: mantanis@teilar.gr

2.ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ ΣΤΟΥΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΟΙΚΙΩΝ

Μέχρι σήμερα, τα επίπεδα συγκέντρωσης αλδευδών έχουν μετρηθεί σε κατοικίες μετά από καταγγελίες των κατοικούντων για ρινικές ενοχλήσεις και άλλα κλινικά συμπτώματα (Dally et al. 1981, Sexton et al. 1986, Matsumura and Ando 1995, Sakuramachi et al. 1998, Barry and Corneau 1999, Kelley et al. 1999, Andreini et al. 2000, Ando 2002, Hodgson et al. 2002, Sakai et al. 2004).

Συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης σε επίπεδα 0,1 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) έχουν προσδιοριστεί σε εσωτερικούς χώρους κατοικιών, που κατασκευάστηκαν πριν από 10 έτη ή και περισσότερο (NRC 1981, Sexton et al. 1986, Sexton et al. 1989). Επιδημιολογικές και κλινικές έρευνες έχουν αποδείξει ότι η έκθεση του ανθρώπου σε φορμαλδεΐδη μπορεί να προκαλέσει δερματικές ευαισθησίες, ενόχληση στους οφθαλμούς, αλλεργικά ασθματικά σύνδρομα και άλλα συμπτώματα (Sardinas 1979, Dally 1981, Breysse 1985, Kulle 1987, EPA 1994, Wantke et al. 1996, Garrett et al. 1998, Garrett et al. 1999). Επιπλέον, η φορμαλδεΐδη είναι μία 'πιθανή καρκινογόνος ουσία' για τον άνθρωπο (IARC 1995, IARC 1998), που μπορεί να προκαλέσει καρκινογένεση αντιδρώντας με τις αμινομάδες πρωτεϊνών και τα νουκλεϊνικά οξέα στη ρινική μεμβράνη (Swenberg et al. 1983, Heck and Casanova 1999).

Πολύ πρόσφατη έρευνα στην Αυστραλία αποκάλυψε ότι σε νεόδμητες κατοικίες τα επιτρεπτά όρια σε εσωτερικούς ρυπαντές έχουν υπερβληθεί πάνω από 20 φορές, γεγονός που καταδεικνύει ότι οι κατοικούντες σε αυτές αναπνέουν 'κοκτέιλς τοξικών ουσιών', και κυρίως φορμαλδεΐδη, στυρένιο και φαινυλοκυκλοεξάνιο (Brown 2000). Τα αποτελέσματα της εν λόγω μελέτης είναι ιδιαίτερος ανησυχητικά.

Σύμφωνα με άλλη μελέτη στην Ταϊβάν, σε αντιπροσωπευτικό δείγμα διαφόρων κατοικιών (για διάρκεια 8 ωρών), η συγκέντρωση φορμαλδεΐδης κυμαίνονταν από 0,10 έως 0,89 ppm (Wu et al. 2003). Η μεγαλύτερη συγκέντρωση 0,89 ppm βρέθηκε σε κτίριο ηλικίας 5 ετών, που στέγαζε γραφεία με πολλούς εργαζόμενους. Σε πολλά νεόκτιστα γραφεία, η συγκέντρωση ήταν γύρω στα 0,60 ppm.

Σε μία νεόδμητη κατοικία κατασκευασμένη με ξυλεία (ξύλοσπιτο) υπάρχουν περίπου 500kg μάζας συγκολλημένων προϊόντων ξύλου, που καταλαμβάνουν επιφάνεια 40 m². Τα υλικά αυτά είναι γνωστό ότι αποτελούν τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπής φορμαλδεΐδης (Hodgson et al. 2000). Η έκλυση αυτή συνήθως είναι σταθερή για περίοδο τουλάχιστον 9 μηνών από την εγκατάστασή τους (Hodgson et al. 2002). Παλαιότερη μελέτη για τις συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης σε περισσότερες από 500 κατοικίες στην Καλιφόρνια έδειξε ότι αυτές κυμαίνονταν από 0,072 ppm το καλοκαίρι έως 0,078 ppm το χειμώνα (Sexton et al. 1986, 1989). Οι μέγιστες συγκεντρώσεις, ωστόσο, και τις δύο εποχές υπερέβαιναν το επιτρεπτό όριο των 0,3 ppm.

Μία άλλη έρευνα που σχετίζονταν με το επίπεδο ελευθέρων αλδευδών στο εσωτερικό περιβάλλον, πραγματοποιήθηκε σε 61 κατοικίες στο Παρίσι το 2001. Οι κατοικίες που μελετήθηκαν είχαν παρεμφερείς θερμοκρασίες (21,4 ± 1.9 C°) και σχετικές υγρασίες (49,3 ± 8.8 %). Τα αποτελέσματα φαίνονται στο Πίν. 1 (Clarisse et. al 2003), και είναι αρκετά υψηλά.

Πίνακας 1.Συγκεντρώσεις σε διάφορες αλδεΐδες σε διάφορα δωμάτια.

Table 1. Concentrations in various aldehydes in various rooms.

<i>Αλδεΐδη (mg/m³)</i>	<i>Κουζίνα</i>	<i>Καθιστικό</i>	<i>Κρεβατοκάμαρα</i>
<i>Φορμαλδεΐδη</i>	<i>21,7±1,9</i>	<i>24,3±1,9</i>	<i>24,5±2</i>
<i>Ακεταλδεΐδη</i>	<i>10,1± 1,8</i>	<i>10±1,7</i>	<i>10,2±1,8</i>
<i>Pentanal</i>	<i>5,7 ± 2,6</i>	<i>6±2,5</i>	<i>6,4±2,7</i>
<i>Hexanal</i>	<i>20,5±3,3</i>	<i>23,8±2,6</i>	<i>25,5>2,6</i>

3.ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΧΝΗ ΕΚΘΕΣΗ ΣΤΗ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ

Σύμφωνα με τον οργανισμό American Federation of State, Country and Municipal Employees (AFSCME 1993) η φορμαλδεΐδη μπορεί να προκαλέσει τόσο άμεσες, όσο και χρόνιες επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Οι άμεσες είναι οι ακόλουθες:

- Χαμηλά επίπεδα έκθεσης (0,1-5,0 ppm): Κάψιμο, δάκρυσμα των ματιών, ερεθισμός του δέρματος.
- Μέτρια επίπεδα έκθεσης (10-20 ppm): Κάψιμο των ματιών, της μύτης και της τραχείας, έντονο βήξιμο, σοβαρή δυσκολία στην αναπνοή και έντονο δάκρυσμα των ματιών.
- Υψηλά επίπεδα έκθεσης (50-100 ppm): Σφίξιμο στο στήθος, ανώμαλος κτύπος της καρδιάς, έντονος πονοκέφαλος, πνευμονικό οίδημα (υγρό στους πνεύμονες), φλεγμονή των πνευμόνων ενδεχομένως ακόμη και θάνατος.

Τα χρόνια αποτελέσματα που προκαλούν είναι τα ακόλουθα:

- "Ευαισθητοποίηση": Μερικοί άνθρωποι μπορούν να είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι στη φορμαλδεΐδη και μπορούν να αναπτύξουν μια "αλλεργική" αντίδραση στις πολύ χαμηλού επιπέδου εκθέσεις. Αυτό καλείται "ευαισθητοποίηση" και μπορεί να εμφανιστεί ξαφνικά.
- Έκζεμα: Άτομα που εκτίθενται σε διαλύματα φορμαλδεΐδης μπορούν να αναπτύξουν έκζεμα (ξεφλούδισμα και φαγούρα δέρματος), το οποίο μπορεί να περιλάβει τα βλέφαρα, το λαιμό, τα χέρια, τα μπράτσα και τις μασχάλες. Έκζεμα μπορεί επίσης να προκληθεί από την επαφή με ενδυμασία που μολύνεται με φορμαλδεΐδη.
- Δερματίτιδα: Η επαφή με φορμαλδεΐδη ή μολυσμένο ρουχισμό μπορεί επίσης να προκαλέσει μια αυστηρή μορφή αποκαλούμενης δερματίτιδας. Η δερματίτιδα μπορεί να κυμανθεί από απλό κοκκίνισμα του δέρματος ως αυστηρό ράγισμα και τη δημιουργία φουσκαλών. Η παρατεταμένη έκθεση μπορεί να αναγκάσει τα νύχια για να γίνουν μαλακά και καστανόχρωμα.
- Ζημία ματιών: Η άμεση επαφή με το μάτι προκαλεί έντονο κάψιμο και δάκρυσμα, και μπορεί να βλάψει τον κερατοειδή χιτώνα.
- Καρκίνος: Η φορμαλδεΐδη είναι γνωστό ότι προκαλεί ρινικό καρκίνο και μπορεί να συνδεθεί με άλλους αναπνευστικούς καρκίνους και καρκίνο του εγκεφάλου. Το Εθνικό Ίδρυμα για την Επαγγελματική Ασφάλεια και την Υγεία (NIOSH) έχει συστήσει η φορμαλδεΐδη να αντιμετωπίζεται ως πιθανή ανθρώπινη καρκινογόνος ουσία. Η Αμερικανική Διάσκεψη των Κυβερνητικών Βιομηχανικών Υγιεινολόγων (ACGIH) επίσης χαρακτηρίζει τη φορμαλδεΐδη πιθανή ανθρώπινη καρκινογόνο ουσία.
- Αναπαραγωγικό σύστημα: Υπάρχουν επίσης στοιχεία ότι εργαζόμενες γυναίκες εκτεθειμένες σε φορμαλδεΐδη εμφάνισαν εμμηνορροϊκές αναταραχές. Άλλες μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι η φορμαλδεΐδη μπορεί να βλάψει τη γενετική σύνθεση ορισμένων κυττάρων, το οποίο σημαίνει ότι μπορεί να προκαλέσει ατέλειες γέννησης.

Επίσης σύμφωνα με τους Norback et al, (1995) η έκθεση σε φορμαλδεΐδη ασθματικών συνδέεται με δυσκολία αναπνευστικής λειτουργίας κατά τη διάρκεια του νυχτερινού ύπνου.

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΚΔΥΣΗ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ

Έπιπλα κατασκευασμένα από μοριοσανίδες που παράγονται με ουρία φορμαλδεΐδη έχει αποδειχθεί ότι είναι οι σημαντικότερες πηγές συνεχής εκπομπής αλδευδών στις κατοικίες (California Environmental Protection Agency, 1997; Wiglusz et al., 1990a, 1990b). Έχει αποδειχθεί όμως ότι οι συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης μειώνονται πολύ όταν το προϊόν ξύλου (μοριοπλάκα, M.D.F. κ.ά.) είναι επικαλυμμένο (California Environmental Protection Agency, 1997). Τα βασισμένα στο νερό χρώματα εκπέμπουν επίσης τη φορμαλδεΐδη (Brown et al., 1996).

Τα εσωτερικά επίπεδα αλδεΐδης εξαρτώνται επίσης από τις διαδικασίες καύσης όπως η θέρμανση, το μαγείρεμα, ή το κάπνισμα (Dally et al., 1981; National Research Council Committee on Toxicology, 1980; Office of Smoking and Health, 1979). Σύμφωνα με πειραματική μελέτη σε ένα δωμάτιο 30-m³ στο οποίο καπνίστηκαν πέντε τσιγάρα υπάρχει συγκέντρωση φορμαλδεΐδης 276 mg/m³ (National Research Council Committee on Toxicology, 1980). Τέλος, οι εκπομπές αλδεΐδης εξαρτώνται από τη θερμοκρασία (Van

Netten, 1983) και τη σχετική υγρασία (Brown et al., 1996). Οι υψηλότερες εκπομπές εμφανίζονται σε κλειστούς χώρους χωρίς καλό εξαερισμό με υψηλή θερμοκρασία και υγρασία (Matthews et al 1986, Silberstein et al 1988).

Η φορμαλδεΐδη είναι επίσης προϊόν της αντίδρασης του όζοντος και υδρογονανθράκων τερπενίων (π.χ. d-limonene) παρόντων στα νέα σπίτια (Weschler and Shields 1997). Τα πρότυπα προβλέπουν ότι η παραγωγή φορμαλδεΐδης από αυτήν την αντίδραση αυξάνεται καθώς το ποσοστό εξαερισμού μειώνεται.

Ο εξαερισμός είναι ένας καθοριστικός παράγοντας της εσωτερικής ατμοσφαιρικής ποιότητας στα σπίτια. Ο εξαερισμός είναι ο αρχικός μηχανισμός για την αφαίρεση των πτητικών μολυσματικών παραγόντων που παράγονται στο εσωτερικό του σπιτιού. Κατά συνέπεια, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μολυσματικών παραγόντων στην ατμόσφαιρα αναμένονται στα χαμηλότερα ποσοστά εξαερισμού δεδομένων των σταθερών ποσοστών εκπομπής.

5.ΤΑ ΟΡΙΑ ΕΚΘΕΣΗΣ

Η παγκόσμια οργάνωση υγείας έχει ορίσει ως κατώτερο όριο συγκέντρωσης στο εσωτερικό των σπιτιών τα 0,082 ppm (WHO 1987). Το τμήμα υγειονομικών υπηρεσιών Καλιφόρνιας συστήνει συγκέντρωση 0,05 ppm ως όριο συγκέντρωσης σε εσωτερικό χώρο, ενώ ο Αμερικανικό Εθνικό Ίδρυμα Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας έχει θέσει ένα συνιστώμενο μέσο όριο έκθεσης 0,016 ppm για τους εργασιακούς χώρους επειδή η φορμαλδεΐδη είναι μια πιθανή καρκινογόνος ουσία (NIOSH 1997). Επίσης στην Αμερική συγκέντρωση 50 ppb ή μικρότερη έχει καταχωρηθεί ως όριο για τη μείωση εμφάνισης καρκίνου (CARB 1991) ενώ το όριο 300 ppb έχει οριστεί ως βραχυπρόθεσμο επίπεδο επαγγελματικής έκθεσης (ACGIH 2000). Παράλληλα άλλες κρατικές οργανώσεις κινούνται έτσι, ώστε τα όρια έκθεσης να μειώνεται (ΟΕΗΑ 1999, 2001).

Πίνακας 2.Ανώτατα επιτρεπτά όρια έκθεσης σε διάφορες χώρες.
Table 2.Maximum permissible limits in various countries.

<i>Χώρα</i>	<i>Κατοικία Συγκέντρωση φορμαλδεΐδης (ppm)</i>	<i>Εργασία Συγκέντρωση φορμαλδεΐδης (ppm)</i>
<i>Η.Π.Α.</i>	0,10	1,0
<i>Δανία</i>	0,12	0,3
<i>Φιλανδία</i>	0,12	0,5
<i>Νορβηγία</i>	0,10	0,5
<i>Σουηδία</i>	0,20	0,5
<i>Αυστρία</i>	0,10	0,5
<i>Γερμανία</i>	0,10	0,5
<i>Ελβετία</i>	0,10	0,5
<i>Μ. Βρετανία</i>	Καμία ρύθμιση	2,0
<i>Βέλγιο</i>	Καμία ρύθμιση	1,0
<i>Ολλανδία</i>	0,10	Καμία ρύθμιση
<i>Γαλλία</i>	Καμία ρύθμιση	2,0
<i>Ιταλία</i>	0,10	Καμία ρύθμιση
<i>Αυστραλία</i>	0,10	1,0
<i>Καναδάς</i>	0,10	1,0
<i>Ελλάδα</i>	Καμία ρύθμιση	Καμία ρύθμιση

ΠΗΓΗ: (Μαντάνης & Μαρκεσίνη 1998)

6.ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως τονίστηκε και προηγούμενα, η έκθεση σε φορμαλδεΐδη είναι επικίνδυνη για την υγεία του ανθρώπου επιβάλλεται λοιπόν η ενημέρωση από τους κρατικούς φορείς στους παραγωγούς και τους καταναλωτές. Μέτρα προστασίας και προφύλαξης θα πρέπει

υποχρεωτικά να λαμβάνονται τόσο από τον κρατικό μηχανισμό όσο και από τους καταναλωτές.

Τέσσερις κύριες συστάσεις μπορούν να υποβληθούν για να μειωθούν οι επιπτώσεις στην υγεία από την έκθεση σε φορμαλδεΐδη, ειδικά μεταξύ των ανθρώπων ευαίσθητων σε αναπνευστικές διαταραχές.

- ✚ Κατ' αρχάς, μερικές ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως το κάπνισμα, πρέπει να αποφευχθούν στο εσωτερικό.
- ✚ Οι κατοικίες πρέπει να έχουν επαρκή εξαερισμό.
- ✚ Πρέπει να χρησιμοποιούνται υλικά κατασκευής ελεγμένα και με χαμηλή περιεκτικότητα σε φορμαλδεΐδη.
- ✚ Οι νέοι τύποι επικαλύψεων πρέπει να αξιολογηθούν για τα επίπεδα εκπομπής φορμαλδεΐδης, και το ευρύ κοινό πρέπει να ενημερώνεται για τα αποτελέσματα.

Τα κυριότερα συμπεράσματα που μπορούν να εξαχθούν από την παρούσα συνθετική εργασία μπορούν να συνοψισθούν, όπως παρακάτω :

- Η έκλυση φορμαλδεΐδης από συγκολλημένα προϊόντα ξύλου προκαλεί εδώ και αρκετά χρόνια ποικίλα προβλήματα υγείας στον άνθρωπο.
- Οι συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης σε εσωτερικούς χώρους έχουν βρεθεί να υπερβαίνουν τα υφιστάμενα όρια, ειδικά σε νέες κατοικίες και διαμερίσματα πολυκατοικιών, και υπάρχει ανάγκη για καταγραφή της εν λόγω κατάστασης και στη χώρα μας.
- Τέλος, σε εθνικό επίπεδο, είναι πλέον επιτακτική και επιβεβλημένη η ανάγκη για καθιέρωση από το επίσημο κράτος ανώτατων επιτρεπτών ορίων συγκέντρωσης φορμαλδεΐδης σε οικίες και εργασιακούς χώρους, κυρίως από άποψη προστασίας της υγείας των πολιτών.

Summary

In this review article, the most important effects of wood dust on the health of wood and furniture industry workers are presented and discussed. These effects on the human health have been proven negative, and usually are related with toxicity, non-respiratory allergic symptoms, sinological symptoms other than cancer, rhinal or other cancer types and lung fibrosis. In addition, information on the occupational exposure limits to wood dust is presented, while some necessary precautions to be taken in effect are discussed.

Keywords: Wood dust, wood and furniture industry.

Βιβλιογραφία

- ACGIH (2000) 2000 TLVs and BEIs. Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH
- Ando, M. 2002. Indoor air and human health: sick house syndrome and multiple chemical sensitivity. Bull. Natl. Inst. Health Sci. 120: 6-38.
- Andreini, B., Baroni, R., Galimbreti, E., Sesana, G. (2000): Aldehydes in the atmospheric environment: Evaluation of human exposure in the north-west area of Milan. Microchem. J. 67, 11-19.
- Barry, A. and D. Corneau. 1999. The impact of wood composite panel products such as OSB, particleboard, MDF and plywood on indoor air quality. Proc. of the 8th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Edinburgh, Scotland, Aug. 8-13. Vol.5, pp. 129-134.
- Breyse, P.A. 1985. The Office Environment: How Dangerous? In Indoor Air. Vol.3. Sensory and Hyperreactivity Reactions to Sick Buildings. Stockholm, Swedish Council for Building Research, pp. 315-320.
- Brown, V., Crump, D., Gavin, M. (1996): Indoor air quality in homes: the Building Research Establishment Indoor Environment Study. Building Res. Establishment, BRE report BR 299.
- Brown, S. 2002. New home owners breathe toxic cocktail. Media release ref. 2000/257. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organisation (CSIRO), Australia.

- California Environmental Protection Agency (CEPA). 1997. Indoor emissions of formaldehyde and toluene di-isocyanate. Research note 97-9. 1-5, California Environmental Protection Agency, Sacramento, California.
- California Air Resource Board (CARB). 1991. Indoor air quality guideline: No.1. Formaldehyde in the home. Research Division, California Air Resources Board, Sacramento, California.
- Clary, J. 1983. A review of the health effects of formaldehyde. Proc. of the 17th Particleboard Symposium, W.S.U., Pullman, WA, pp. 219-226.
- Clarisse, A.M. Laurent, N. Seta, Y. Le Moullec, A. El Hasnaoui, and I. Momas (2003) B: Indoor aldehydes: measurement of contamination levels and identification of their determinants in Paris dwellings.
- Dally, K., Hanrahan, L., Woodbury, M. and M. Kanarek 1981. Formaldehyde exposure in nonoccupational environments. Arch. Environ. Health 36: 277-284.
- EPA (1994): EPA Health Effects Notebook for Hazardous Air Pollutants-Draft, Air Risk Information Support Center, Office of Air Quality Planning and Standards, United States Environmental Protection Agency, EPA-452/D-95-00.
- Fact sheet. Health and safety AFSCME (American federation of state, country and municipal employees). May 1993
- Garrett, M.H., Hooper, M.A., Hooper, B.M., Rayment, P.R. and Abramson, M.J. (1999): Increase risk of allergy in children due to formaldehyde exposure in homes, Allergy, 54, 330-337.
- Garrett, M.H., Rayment, P.R., Hooper, M.A., Abramson, M.J., Hooper, B.M. (1998): Indoor airborne fungal spores, house dampness and associations with environmental factors and respiratory health in children. Clin. Exp. Allergy 28, 459-467.
- Heck, H. and Casanova, M. (1999); Pharmacodynamics of formaldehyde: applications of a model for the arrest of DNA replication by DNA-protein cross-links, Toxicol. Appl. Pharmacol., 160, 86-100
- Hodgson, A.T., Beal, D. and J. McIlvaine. 2002. Sources of formaldehyde, other aldehydes and terpenes in a new manufactured house. Indoor Air 12: 235-242.
- Hodgson, A.T., Rudd, A.F., Beal, D. and S. Chandra. 2000. Volatile organic compound concentrations and emission rates in new manufactured and site-built houses. Indoor Air 10: 178-192.
- IARC (1995) Formaldehyde: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Human, Wood dust and formaldehyde, International Agency for Research on Cancer, Lyon, France, Vol. 62, 217-362.
- IARC (International Agency for Research on Cancer), (1998): Overall Evaluations on Carcinogenicity to Humans. As Evaluated in IARC Monographs, Vol. 1. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- Kelley, T.J., Smith, D.L. and J. Satola. 1999. Emission rates of formaldehyde from materials and consumer products found in California homes. Environmental Science and Technology 33: 81-88.
- Kulle, T. J. 1987. Formaldehyde dose-response in healthy nonsmoker. JAPCA 37: 919-924.
- Matthews, T.J., Fung, K.W., Tromberg, B.J. and A. Hawthorne 1986. Impact of indoor environmental parameters on formaldehyde concentrations in unoccupied research houses. JAPCA 36: 1244-1249.
- Matsumura, T. and M. Ando. 1995. Indoor air pollution and human exposure effects by harmful chemical substances. Journal of Resources and Environment 31(13): 15-22.
- Meyer, B. (1979): Urea-formaldehyde Resins, Reading, MA, Addison-Wesley Publishing Co.
- NRC, National Research Council. 1981. Formaldehyde and Other Aldehydes. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- National Research Council Committee on Toxicology, 1980. Formaldehyde: an assessment of its health effects. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- NIOSH (1997): NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, National Institute for Occupational Safety and Health, U.S. Department of Health and Human Services.

- Norback, D., Bjornsson, E., Janson, C., Widstrom, J., Boman, G. (1995): Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup. Environ. Med.* 52, 388–395.
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) (1999): Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines. Part I. Technical Support Document for the Determination of Acute Reference Exposure Levels for Airborne Toxicants, OEHHA, California Environmental Protection Agency.
- Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA) (2001): Air Toxics Hot Spots Program Risk Assessment Guidelines. Part III. The Determination of Chronic Reference Exposure Levels-22 Chemicals, OEHHA, California Environmental Protection Agency.
- Office of Smoking and Health, 1979. Smoking and Health: a report of the surgeon general, DHEW PHS Publication no. 79-50066, US Government Printing Office, Washington, DC, pp. 14–42.
- Wu, P.C., Y.Y. Li, C.C. Lee, C.M. Chiang and J. Su. 2003. Risk assessment of formaldehyde in typical office buildings in Taiwan.
- Sakai, K., Norback, D., Mi, Y., Shibata, E., Kamijima, M., Yamada, T. and Y. Takeuchi. 2004. A comparison of indoor air pollutants in Japan and Sweden: formaldehyde, nitrogen dioxide and chlorinated volatile organic compounds. *Environmental Research* 94: 75-85.
- Sakuramachi, T., Moriya, M. and T. Kawachi. 1998. Site survey on formaldehyde concentration in apartment house. Proc. of the 16th Annual Technology Meeting on Air Cleaning and Contamination Control, C-13, Tokyo, Japan, pp. 177-180.
- Sardinas, A.V. 1979. Health effects associated with urea-formaldehyde foam insulation in Connecticut. *J. Environ. Health* 41: 453-463.
- Sexton, K., Liu, K.-S. and Petreas, M.X. (1986): Formaldehyde concentrations inside private residences: a mail-out approach to indoor air monitoring, *J. Air Pollution Control Assoc.* 36, 698-704.
- Sexton, K., Petreas, M.X. and Liu, K.-S. (1989): "Formaldehyde exposures inside mobile homes", *Environ. Sci. Technol.* 23, 985-988.
- Silberstein, S., Grot, R.A., Ishiguro, K. and Mulligan, J.L. (1988): Validation of models for predicting formaldehyde concentrations in residences due to press-wood products, *JAPCA*, 38, 1403-1411.
- Swenberg, J.A., Gross, E.A., Martin, J. and Popp, J.A. (1983) *Formaldehyde Toxicity*, New York, Hemisphere Publishing Co.
- Van Netten, C., (1983): Analysis of sources contributing to elevated formaldehyde concentrations in the air in a new elementary school. *Can. J. Public Health* 74, 55–59.
- Wantke, F., Demmer, C.M., Tappler, P., Gotz, M. and Jarisch, R. (1996): Exposure to gaseous formaldehyde induces IgE-mediated sensitization to formaldehyde in school-children, *Clin. Exp. Allergy*, 26, 276-80.
- Weschler, C.J. and Shields, H.C. (2000): The influence of ventilation on reactions among indoor pollutants: Modeling and experimental observations, *Indoor Air*, 10, 92-100.
- WHO (1987): *Air Quality Guidelines for Europe*, WHO Regional Publications, European Series No. 23, Copenhagen, Denmark, World Health Organization, Regional Office for Europe.
- Wiglusz, R., Jarnuszkiewicz, I., Sitko, E., Wolska, L. (1990a): Hygienic aspects of the use of pressed-wood products in residential buildings. Part I the effect of particleboards ageing on release of formaldehyde. *Bull. Inst. Marit. Trop. Med. Gdynia*. 41, 73–78.
- Wiglusz, R., Jarnuszkiewicz, I., Sitko, E., Wolska, L. (1990b): Hygienic aspects of the use of pressed-wood products in residential buildings. Part II. the effect of environmental conditions temperature and relative humidity on formaldehyde emission from particleboards. *Bull. Inst. Marit. Trop. Med. Gdynia* 41, 79–87.
- Μαντάνης Γ. & Ε. Μαρκεσίνη (1998): Έκλυση φορμαλδεΐδης από συγκολλημένα προϊόντα ξύλου – Παρούσα κατάσταση. *Ξύλο – Έπιπλο*. 169:63-69.

Φιλίππου, Ι. (1984). Το πρόβλημα της έκλυσης φορμαλδεΐδης από μοριοσανίδες. Τρόποι αντιμετώπισής του. Πρακτικά 4ου Συνεδρίου - Επίπλου - Διακοσμήσεως - Εξοπλισμού - Μηχανημάτων FURNIDEC, Θεσσαλονίκη.