



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΛΑΡΙΣΑΣ  
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΕΥΛΟΥ & ΕΠΙΠΛΟΥ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# «ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ ΑΠΟ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ ΣΕ ΝΕΟΔΗΜΤΕΣ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ»



των σπουδαστριών

**ΒΟΥΛΗ ΕΛΕΝΗΣ & ΓΟΝΙΤΣΙΩΤΗ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑΣ**

Επιβλέποντες

**Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΑΝΤΑΝΗΣ**

Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

**Δρ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΤΑΛΟΣ**

Αν. Καθηγητής ΤΕΙ Λάρισας

ΚΑΡΔΙΤΣΑ - ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2007



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Για την περάτωση των σπουδών μας στο Τ.Ε.Ι. Λάρισας, Παράρτημα Καρδίτσας, Τμήμα Σχεδιασμού και Τεχνολογίας Ξύλου και Επίπλου, προβήκαμε στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Το θέμα με το οποίο ασχοληθήκαμε είναι το ακόλουθο: **«Μελέτη της ρύπανσης εσωτερικών χώρων από φορμαλδεΐδη σε νεόδμητες κατοικίες».**

Ασχοληθήκαμε με την παρακάτω έρευνα διότι κρίναμε ενδιαφέρον να μελετήσουμε τη χημική αυτή ουσία που συναντάμε διαρκώς γύρω μας, παρόλο που μια μεγάλη μερίδα του πληθυσμού αγνοεί την ύπαρξή της.

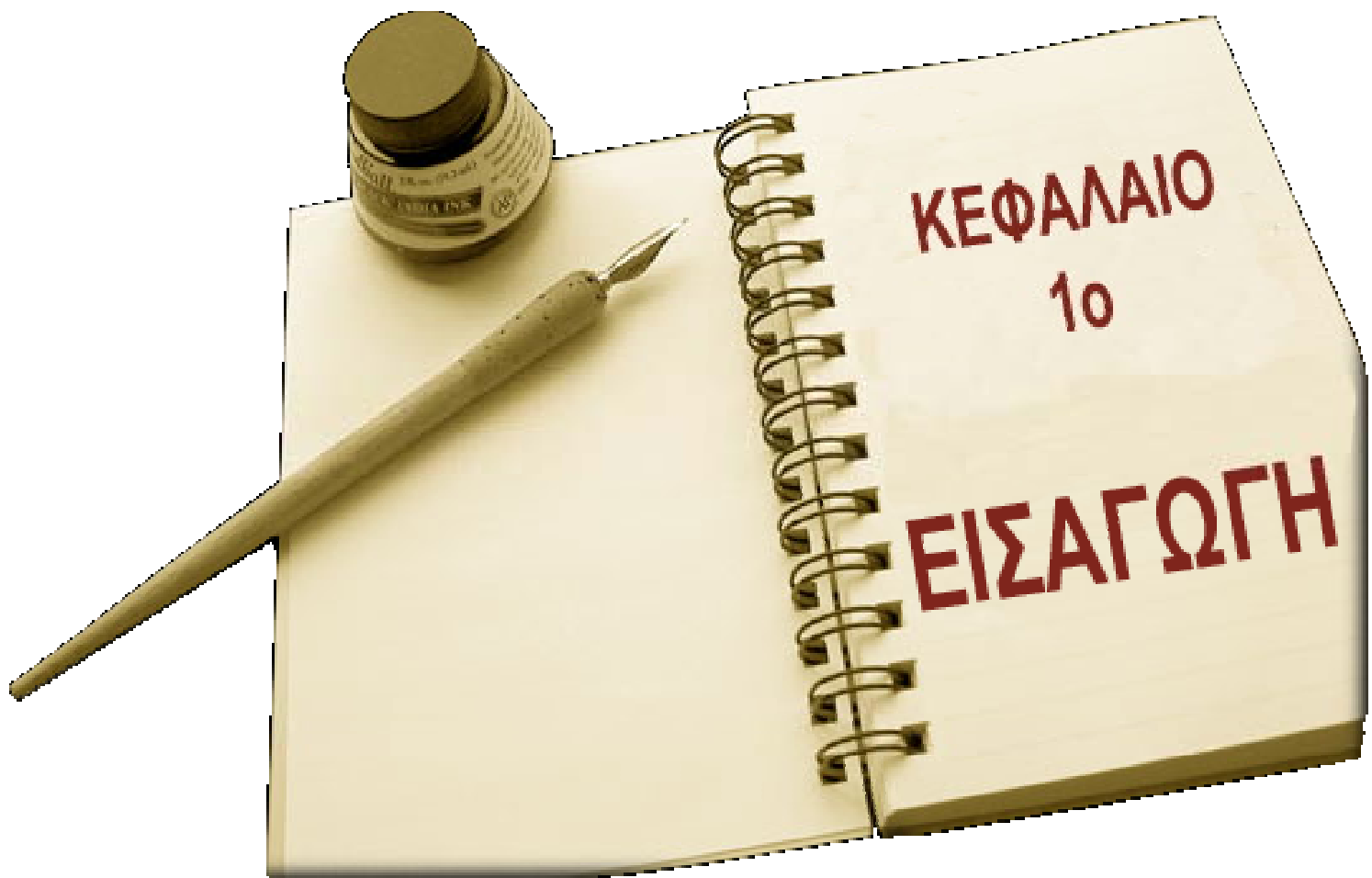
Ο σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι να επισημανθούν τα επίπεδα της φορμαλδεΐδης που υπάρχουν σε νεόδμητες κατοικίες στην περιοχή της πόλης της Καρδίτσας. Επιπλέον, καταγράφονται οι χρήσεις της ουσίας αυτής στην καθημερινότητά μας, οι πηγές εκπομπής της, καθώς επίσης οι βλαβερές και οι ευεργετικές της ιδιότητες.





## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b>	2
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°</b>	
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	6
1.1. Τι είναι η φορμαλδεΐδη	6
1.2. Ευεργετικές χρήσεις της φορμαλδεΐδης	11
1.3. Η φορμαλδεΐδη ως συστατικό κόλλας	12
1.4. Μειονεκτήματα φορμαλδεΐδης	14
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°</b>	
<b>ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b>	
2.1. Αποτελέσματα άλλων ερευνητών	20
2.2. Όρια φορμαλδεΐδης	22
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3°</b>	
<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	26
3.1 Υλικά	26
3.2. Μέθοδοι	27
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°</b>	
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°</b>	
<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	40
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	42
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	44
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>	50



ΚΕΦΑΛΑΙΟ  
10

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



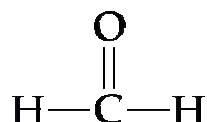
## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας «βομβαρδιζόμαστε» καθημερινά από πληθώρα υποδείξεων και απαγορεύσεων που αποκλείουν και αποστέλλουν στο περιθώριο της ζωής μας πολλά καταναλωτικά αγαθά καθημερινής χρήσης απαραίτητα για τη διαβίωσή μας. Ζαλισμένοι ανάμεσα σε «πρέπει» και «μη», αναζητώντας τα «καθαρά αγαθά», ξιφομαχούμε για την εύρεση μη τοξικών, μη καρκινογόνων, και υγιεινών λύσεων. Συγκατοικούμε εν αγνοία μας με πολλές τοξικές ουσίες που εισβάλλουν στο σπίτι μας θέλοντας και μη. Οι καρκινογόνες ουσίες συνθέτουν ένα χημικό πόλεμο προκαλώντας το λεγόμενο **«σύνδρομο του παθογόνου κτιρίου»** με θύμα την υγεία μας και όχι μόνο, ανάμεσα τους συναντάμε και τη φορμαλδεΐδη.

Τα τελευταία χρόνια στην προσπάθειά μας να αντιμετωπίσουμε την ακρίβεια παγιδευόμαστε σε μια συνεχώς μείωση της ποιότητας του βιοτικού μας επιπέδου, χρησιμοποιώντας όλο και περισσότερο υποκατάστατα προϊόντα. Στη βιομηχανία του επίπλου έχει παραγκωνιστεί σημαντικά το συμπαγές ξύλο (μασίφ), το οποίο είναι το μόνο οικολογικό στη διάθεσή μας το οποίο εμπεριέχει φορμαλδεΐδη σε πολύ χαμηλά ποσοστά χωρίς να προκαλούν βλαβερές επιπτώσεις στον άνθρωπο, και τη θέση του πήραν η μοριοπλάκα (κν. *νοβοπάν*), η ινοπλάκα (κν. *MDF*), καθώς και άλλα προϊόντα που στη μάζα τους περιέχουν φορμαλδεΐδη λόγω της συγκολλητικής ουσίας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους.

### 1.1. ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ

Η *φορμαλδεΐδη*, ή αλλιώς μεθανάλη, οξείδιο μεθυλενίου, μεθουλαλδεΐδη και μυρμηγκική αλδεΐδη, είναι μια οργανική χημική ένωση η οποία ανήκει και αποτελεί τον κυριότερο εκπρόσωπο στην κατηγορία των λιπαρών αλδευδών. Είναι το πρώτο και το πιο απλό μέλος της κατηγορίας αυτής. Ο χημικός της τύπος είναι  $\text{CH}_2\text{O}$  ( $\text{HCHO}$ ) και η χημική της δομή είναι αυτή που φαίνεται παρακάτω:



Αλδεΐδη σημαίνει αλκοόλη αφυδρογονωμένη. Το σημείο βρασμού της είναι πιο χαμηλό από το σημείο βρασμού των αλκοολών που έχουν βαριά και αποπνικτική οσμή όταν το μοριακό τους βάρος είναι μικρό. Η απανταχού παρούσα αυτή αέρια ουσία που υπάρχει στη φύση, εμφανίζεται στον άνθρωπο ως μεταβολικό μέσο καθώς και στο σύμπαν και είναι αρκετά σημαντική στις απαιτούμενες ποσότητες.

Τη φορμαλδεΐδη παρήγαγε ο Ρώσος χημικός Alexander Mikhailovich τυχαία. Έπειτα από οκτώ χρόνια (1867), η φορμαλδεΐδη, παρασκευάστηκε από τον August Wilhelm von Hofmann με τη χρήση του αέρα και μίγματος μεθανόλης.



August Wilhelm von Hofmann

Το μίγμα αυτό το πέρασε πάνω από ένα λευκόχρυσο σπιράλ ως καταλύτη με αποτέλεσμα την οξειδωση της μεθανόλης στους 600°C περίπου μέχρι τελικά να απομονωθεί και να τακτοποιηθεί το 1892 από τον Friedrich von Stradonitz. Για την οξείδωση της μεθανόλης, χρησιμοποιούσαν τον καταλύτη μετάλλων (ασήμι στη σημερινή εποχή αντί του χαλκού παλαιότερα), ή τον καταλύτη μεταλλικών οξειδίων. Παρόμοιες μέθοδοι παραγωγής χρησιμοποιούνται σε πολλές χώρες παγκοσμίως. Ακόμη, μπορούμε να την παράγουμε χρησιμοποιώντας ατμούς μεθυλικής αλκοόλης αναμεμιγμένη με αέρα καταλύτη (κωκ).



Η βιομηχανική παραγωγή της φορμαλδεΐδης, που ξεκίνησε το 1900, σήμερα βασίζεται στη μέθοδο του Hofmann (οξειδωση της μεθανόλης με αέρα) χρησιμοποιώντας ως καταλύτη άλλο μέταλλο και την κατατάσσει ανάμεσα στα 25 χημικά προϊόντα μεγαλύτερου σε όγκου παραγωγής. Στον παρακάτω (πίν.1) αναγράφεται η παραγωγή της φορμαλδεΐδης σε ορισμένες χώρες.

Πίνακας 1. Παραγωγή χημικών προϊόντων (Πηγή: Formacare)

ΧΩΡΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ(κιλοτόννους) <sup>b</sup>		
	1982	1986	1990
Βραζιλία	152	226	-
Καναδάς	70	117	106
Κίνα	286	426	467
Δανία	-	3	0.3
Φινλανδία	-	5	48
Γαλλία	79	80	100
Γερμανία	630	714	680
Ουγγαρία	13	11	-
Ιταλία	125	135	114
Ιαπωνία	-	1188	1460
Μεξικό	83	93	-
Πολωνία	219	154	-
Πορτογαλία	-	70	-
Ισπανία	-	91	136
Σουηδία	-	223	244
Ταϊβάν	-	204	215
Τουρκία	-	21	-
Αγγλία	107	103	80
Η.Π.Α.	2185	2517	3048

Η φορμαλδεΐδη σε υγρή ή στερεά μορφή είναι άχρωμη, εύφλεκτη με έντονη αποπνικτική οσμή που θυμίζει καμένο ξύλο. Επίσης είναι αρκετά τοξική, χαρακτηρίζεται σαν *καρκινογόνος ουσία*, διαλύεται στο νερό, την ακετόνη, την





αιθανόλη και το βενζόλιο και είναι εξαιρετικά πολική ένωση. Η ουσία αυτή ευθύνεται για ένα ευρύ φάσμα παθήσεων στους ζωντανούς οργανισμούς. Στη φυσική της κατάσταση έχει μοριακό βάρος 30,026 g / mol, ειδικό βάρος στους -20 °C 0,815 g / mol, σημείο βρασμού στους -21 °C , σημείο ανάφλεξης στους -53,2 °C και σημείο αυτανάφλεξης στους 424 °C . Η αποσύνθεση της αρχίζει πάνω από τους 150°C, διαμορφώνεται φυσικά στην τροπόσφαιρα κατά τη διάρκεια οξειδωσης των υδρογονανθράκων οι οποίοι αντιδρούν με το όζον διαμορφώνοντας τη φορμαλδεΐδη και με άλλες αλδεΐδες σε μια σειρά αντιδράσεων που τελικό αποτέλεσμα έχουν το σχηματισμό του μονοξειδίου και του διοξειδίου του άνθρακα, σε υδρογόνο και νερό (Zimmermann et al. 1978, Calvert 1980). Τα τερπένια που εκπέμπονται από το φύλλωμα αντιδρούν με το όζον και διαμορφώνουν τη φορμαλδεΐδη ως ενδιάμεσο προϊόν (Zimmermann et al. 1978).

Η φορμαλδεΐδη εισάγεται στην ατμόσφαιρα ακόμη και από φυσικές πηγές σαν προϊόν ατελούς καύσης των υλικών που περιέχουν άνθρακα. Φορμαλδεΐδη εκπέμπεται από πυρκαγιές και από άμεσες ανθρώπινες πηγές όπως η απεριόριστη χρήση των καυσίμων στα μηχανοκίνητα οχήματα, τα οποία είναι και η μεγαλύτερη πηγή εκπομπής της HCHO στο περιβάλλον, κυρίως στον Καναδά και σε κάθε άλλη χρήση τους στη βιομηχανία. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις της φορμαλδεΐδης που μετρούνται στο περιβάλλον εμφανίζονται κοντά στις ανθρωπογενείς πηγές. Αυτός είναι και ο λόγος της αρχικής ανησυχίας για τις επιπτώσεις σε εμάς και το βιόκοσμο.

Στο εμπόριο, την προμηθευόμαστε με μορφή υδατικού διαλύματος με 35 - 45 % φορμαλδεΐδη, 0,5 – 15 % ανοξειδωτής μεθανόλης, που έχει το ρόλο του σταθεροποιητή και εμποδίζει τον πολυμερισμό της φορμαλδεΐδης γνωστό και ως «φορμόλη». Σε στερεά μορφή τη φορμαλδεΐδη την εμπορευόμαστε ως *trioxane* (CH<sub>2</sub>O)<sub>3</sub>, ενώ δεν τη βρίσκουμε σε αέρια μορφή.

Έχει πολύ μικρό χρόνο *ημιζωής*, δηλαδή ο χρόνος που απαιτείται για να εξαφανιστεί το 50% της ουσίας είναι λιγότερο από 24 ώρες. Η ημιζωή μειώνεται έπειτα από δύο περίπου ώρες. Διασπάται γρήγορα από ορισμένα βακτήρια και την αυξανόμενη ακτινοβολία του ηλίου (π.χ. το καλοκαίρι και στα μέσα της ημέρας. Στο εσωτερικό των κατοικιών, παλαιών και νεόδμητων, η διαδικασία της διάσπασης (ημιζωή) μπορεί να αυξηθεί εντυπωσιακά με την εξασφάλιση



εξαερισμού χωρίς να απαιτούνται ειδικά μέσα, αρκεί ο φυσικός αερισμός της οικίας με το άνοιγμα των παραθύρων και των πορτών. Συνεπώς δεν είναι τόσο εύκολη η συσσώρευση της στην ατμόσφαιρα και στο ανθρώπινο σώμα. Η συνεχής όμως απελευθέρωση και ο σχηματισμός της, οδηγούν στη μακροπρόθεσμη έκθεση κοντά στις πηγές απελευθέρωσης και σχηματισμού. Όταν η φορμαλδεΐδη απελευθερώνεται ή διαμορφώνεται στον αέρα σε μεγάλο ποσοστό διασκορπίζεται ενώ λιγότερο είναι το μέρος όπου διακινείται στο νερό. Αντιθέτως, εάν ο σχηματισμός της γίνει μέσα στο νερό δεν διαφεύγει προς το εναέριο περιβάλλον παρά μόνο διαχωρίζεται μέσα σε αυτό. Η φορμαλδεΐδη είναι επίσης εύκολα βιοδιασπάσιμη στο έδαφος λόγω του ότι ο συντελεστής εδαφολογικής προσρόφησης είναι πολύ χαμηλός, η διύλιση είναι αρκετά εύκολη και η κινητικότητα στο έδαφος είναι πολύ υψηλή. Ένα μίγμα φορμαλδεΐδης με αέρα είναι πολύ εύφλεκτο σε ποσοστό 65-70% όταν η κλίμακα για το χαρακτηρισμό αυτό κυμαίνεται από 12,5% έως 80%. Σαν αντιδραστική πτητική ένωση, η φορμαλδεΐδη προκαλεί ενοχλήσεις στους ανθρώπους και τα ζώα όταν βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα στις εναέριες διαδρομές. Επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και την υγρασία και γι' αυτό οι εσωτερικές συγκεντρώσεις ποικίλουν ανάλογα με την εποχή. Με την αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10 °C τριπλασιάζεται το ποσοστό συγκέντρωσής της.

Ένας επιπλέον παράγοντας που επηρεάζει την εκλυόμενη φορμαλδεΐδη είναι και η ηλικία της πηγής, σε παλαιές οικίες τα ποσοστά των συγκεντρώσεων είναι χαμηλότερα. Η φορμαλδεΐδη πολυμερίζεται εύκολα, είναι ασταθής ουσία και μετατρέπεται γρήγορα από τη συνηθισμένη θερμοκρασία σε στερεά πολυμερή, τα πολυοξυμεθυλένια από τα οποία απομονώθηκαν και ταυτοποιήθηκαν το τριοξυμεθυλένιο και το τετραοξυμεθυλένιο. Σε αυτή τη μορφή το σημείο τήξης της είναι 92°C.

## **1.2. ΕΥΕΡΓΕΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΗΣ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ**

Η φορμαλδεΐδη είναι μια σημαντική χημική ουσία η οποία διαδραματίζει έναν πολύ καθοριστικό ρόλο σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών. Τα οφέλη της έχουν



βελτιώσει τη ζωή μας για περισσότερο από έναν αιώνα. Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν συναντάται μόνο σε εκατοντάδες προϊόντα της καθημερινότητάς μας, αλλά αποτελεί εξίσου σημαντική πηγή ζωής στον άνθρωπο και το φυσικό περιβάλλον.

Σε βιολογικό επίπεδο βρίσκεται σε μικρές ποσότητες στους περισσότερους ζωντανούς οργανισμούς και τους ανθρώπους, διότι παράγεται ως ενδιάμεσο φυσικό συστατικό του μεταβολισμού των κυττάρων. Η παρουσία της σε όλα τα ζωντανά κύτταρα είναι καθοριστική και απαραίτητη για το σωστό μεταβολισμό τους. Στην ατμόσφαιρα εκλύεται τόσο από ανθρωπογενείς όσο και από φυσικές πηγές.



Είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι η φορμαλδεΐδη διαδραμάτισε έναν κεντρικό ρόλο την δεκαετία του 1960 στην ήττα της πολιομυελίτιδας με την βοήθεια του Jonas Salk για να ανακαλυφθεί ένα εμβόλιο που σκοπό είχε την ενδυνάμωση του ανοσοποιητικού συστήματος ενάντια σε έναν ιό που μέχρι τότε είχε προκαλέσει αναπηρίες σε πολλούς ανθρώπους και σε χιλιάδες άλλες των περιπτώσεων είχε επέλθει ακόμη και ο θάνατος. Σήμερα η φορμαλδεΐδη παίζει ένα σημαντικό ρόλο στην παραγωγή εμβολίων, καθώς η χρήση της ως συστατικό, σε περιεκτικότητα λιγότερη από 200 μέρη ανά εκατομμύριο ppm, δεν παρέχει μόνο προστασία ενάντια σε τουλάχιστον 400 διαφορετικές ασθένειες, ανάμεσά τους τη χολέρα, πανούκλα, ηπατίτιδα Α, τέτανο, γρίπη, αλλά επιπλέον αποτρέπει τον κίνδυνο δημιουργίας βακτηριακών ή μυκητιακών μολύνσεων σε πολλά φαρμακευτικά είδη.

Η χρήση της στον τομέα της ιατρικής λόγω των βιοκτόνων και μυκητοκτόνων ιδιοτήτων της δεν περιορίζεται όμως μόνο στην κατασκευή εμβολίων, αλλά επιπλέον επεκτείνεται και σε άλλα προϊόντα, όπως στην παραγωγή βαλβίδων καρδιάς, φαρμακευτικών αντισηπτικών, επιστρωμάτων χαπιών, καλλυντικών κ.α.

Από την άλλη πλευρά σε τεχνικό επίπεδο συναντάμε πολλά είδη, των οποίων μέχρι σήμερα αγνοούσαμε ότι για την κατασκευή τους απαιτείται οπωσδήποτε η χρήση της φορμαλδεΐδης. Τσιπ υπολογιστών, φορητά εργαλεία, πίνακες κυκλωμάτων, θερμαντικά σώματα, κόλλες, βαλβίδες και σωλήνες, ραδιόφωνα, λεωφορεία, αυτοκίνητα, τρένα και αεροπλάνα, είναι λίγα από τα



χιλιάδες προϊόντα, τα οποία χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητά μας καλύπτοντας πολλές από τις δευτερεύουσες ανάγκες μας.

Ιδιαίτερα στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας, η φορμαλδεΐδη συμβάλλει στην δημιουργία ενός τυπικού πλαστικού, του POM (*polyoxymethylene*) που θεωρείται ένα εξαιρετικό θερμοπλαστικό υλικό με ιδιαίτερη ευκαμψία, ελαστικότητα, αντοχή στη διάβρωση και ανθεκτικότητα σε περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η χρήση του τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό μέρος του αυτοκινήτου είναι αρκετά σημαντική, καθώς όχι μόνο έχει μειώσει την κατανάλωση καυσίμου κατά 6%, αλλά έχει συμβάλλει και στη δημιουργία ενός καλύτερου αισθητικού αποτελέσματος στη σύγχρονη βιομηχανία.

### **1.3. Η ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ ΩΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟ ΚΟΛΛΑΣ**

Από το ξύλο ως φυσικό προϊόν έχουμε τη δυνατότητα να παράγουμε περισσότερα από 2000 προϊόντα με χημική και μηχανική επεξεργασία. Βασικό συστατικό για να επιτύχουμε σύνθετα προϊόντα ξύλου είναι οι συγκολλητικές ουσίες τις οποίες συναντάμε σε πολλές κατηγορίες. Οι συγκολλητικές ουσίες διακρίνονται σε φυσικές και συνθετικές. Στην κατηγορία των φυσικών συγκολλητικών ουσιών λαμβάνουν χώρα ουσίες με φυσική και ζωική προέλευση.



Οι φυσικές κόλλες ήταν οι μόνες διαθέσιμες για συγκολλήσεις έως περίπου το έτος 1930. Η αντικατάστασή τους έως σήμερα από τις συνθετικές κόλλες είναι σχεδόν πλήρης. Στις κόλλες φυτικής προέλευσης συναντάμε την αμυλόκολλα και την κόλλα σόγιας και στις ζωικής προέλευσης έχουμε την κόλλα από δέρματα, κόκαλα και αίμα καθώς και την κόλλα καζεΐνης.

Οι κόλλες από συνθετικές ρητίνες είναι προϊόντα εργαστηριακής παρασκευής με αρχή το 1872 και εμφάνισή τους στην αγορά το 1930. Για την παραγωγή τους χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες γαιάνθρακες, πετρέλαιο και φυσικά αέρια.



Η πρώτη συνθετική ρητίνη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή ήταν η φαινόλη-φορμαλδεΐδη. Η ρητίνη αυτή εμφανίστηκε με μορφή λεπτών φύλλων, στην αρχή του 1929 (Tegofilm) και έπειτα από 6 χρόνια ως υγρό. Μια άλλη ρητίνη εμφανίστηκε το 1931 με την ονομασία ουρία-(καρβαμιδιο-)φορμαλδεΐδη και προς το τέλος της ίδιας δεκαετίας κάνει την εμφάνισή της η μελαμίνη-φορμαλδεΐδη. Επίσης το 1943 μια άλλη ρητίνη, η ρεζορσινόλη-φορμαλδεΐδη συμβάλλει στη δημιουργία των συνθετικών ρητινών.

Τις συνθετικές ρητίνες που προαναφέραμε τις διακρίνουμε σε *θερμοσκληρυνόμενες* οι οποίες με την επίδραση της θερμότητας αρχικά μαλακώνουν και εν συνεχεία υφίσταται μόνιμη σκλήρυνση και τις *θερμοπλαστικές* οι οποίες μαλακώνουν με την επίδραση της θερμότητας και μένουν μαλακές όσο επιδρά πάνω σε αυτές και σκληραίνουν κατά τη ψύξη.

Στις θερμοσκληρυνόμενες ανήκει η φαινόλη-φορμαλδεΐδη, η ουρία-φορμαλδεΐδη, η μελαμίνη-φορμαλδεΐδη και η ρεζορσινόλη-φορμαλδεΐδη.

Η φαινόλη-φορμαλδεΐδη προσφέρεται ως παχύρευστο υγρό με σκοτεινό ερυθρό χρώμα, εμποτισμένα φύλλα χαρτιού (*Film*) και σκόνη. Είναι διαθέσιμη σε συνθέσεις που απαιτούν μεγάλες θερμοκρασίες για σκλήρυνση (115-150°C) και άλλες που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν σε θερμοκρασία δωματίου (20°C). Οι δεσμοί που δίνουν αν και εφόσον η συγκόλληση είναι επιτυχημένη είναι πολύ καλοί με εξαιρετικά μεγάλη μηχανική αντοχή, επίσης είναι ανθεκτικοί στο ψυχρό και στο θερμό νερό και δεν προσβάλλονται από μύκητες – έντομα και χημικές ουσίες. Παρόλα αυτά είναι δυνατό να μεταχρωματίσουν τις ανοιχτόχρωμες επιφάνειες ξυλοφύλλων λόγω του σκοτεινού τους χρώματος και απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά την εφαρμογή τους.

Η ουρία-φορμαλδεΐδη στην αγορά είναι διαθέσιμη και αυτή ως υγρό, σκόνη και μορφή εμποτισμένων φύλλων χαρτιού. Σκληραίνεται σε μεγάλες θερμοκρασίες από 95 έως 130°C ή σε θερμοκρασίες δωματίου έως και 3°C και δίνει δεσμούς άχρωμους ή με ανοικτό καστανό χρώμα ανθεκτικούς σε μικροοργανισμούς. Είναι φθηνή συγκρινόμενη με τις άλλες θερμοσκληρυνόμενες ρητίνες, η συγκόλλησή της με υψίσυχο ρεύμα είναι γρήγορη με μόνο μειονέκτημα ότι αμβλύνει τα εργαλεία κατεργασίας.



Η μελαμίνη-φορμαλδεΐδη προσφέρεται στην αγορά με μορφή υδατοδιαλυτής σκόνης, διότι σε υγρή μορφή η αποθήκευσή της είναι δύσκολη, καθώς επίσης και σε μορφή εμποτισμένου φύλλου χαρτιού. Σκληραίνει μεταξύ 50° και 100° C και οι δεσμοί της είναι άχρωμοι, ανθεκτικοί σε υγρασία και βραστό νερό και σε μικροοργανισμούς. Το κόστος της είναι υψηλό, αμβλύνει τα εργαλεία και καθαρίζεται δύσκολα από τα σκεύη παρασκευής της. Μια ακόμη χρήση της εκτός από τη συγκόλληση είναι και η βελτίωση της ουρίας-φορμαλδεΐδης.

Τέλος στην κατηγορία των θερμοσκληρυνόμενων συνθετικών ουσιών έχουμε την ρεζορσινόλη-φορμαλδεΐδη σε υγρή μορφή με σκοτεινό κόκκινο χρώμα και θερμοκρασία σκλήρυνσης με ευρύ φάσμα 5° έως 100°C. Αποδίδει ισχυρούς δεσμούς σαν τη φαινόλη-φορμαλδεΐδη αλλά είναι και αυτή επίσης ακριβή. Σημαντικό είναι ότι δίνει επιτυχής συγκόλληση ακόμη και σε ξύλα με μεγάλη περιεχόμενη υγρασία έως και 18%. Στο εμπόριο υπάρχουν συγκολλητικές ουσίες φαινόλης-ρεζορσινόλης με μικρό κόστος που διατηρούν αρκετές ιδιότητες της ρεζορσινόλης-φορμαλδεΐδης.

#### **1.4. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ**

Είναι γεγονός ότι μπαίνοντας μέσα σε μια νεόδμητη κατοικία το πρώτο που θα κάναμε θα ήταν να ανοίξουμε τα παράθυρα για να ανανεώσουμε τον αέρα από αυτή την πικάντικη, ενοχλητική και συγχρόνως διακριτική, σε όλους μας γνωστή μυρωδιά της καινούργιας οικίας. Αυτή η οσμή του «καινούριου» όπως συνηθίζουμε να την αποκαλούμε δεν είναι άλλη από ένα μίγμα ρύπων που πηγάζει από τα υλικά της οικοδομής. Από αυτό το συνονθύλευμα των σύγχρονων ρύπων δε θα έλειπε φυσικά και η φορμαλδεΐδη η οποία κατέχει και το μεγαλύτερο ποσοστό στο σύνολο ανάμεσα στην ακεταλδεΐδη, το στυρένιο, την πεντανάλη και άλλες αέριες οργανικές (πηητικές) ουσίες.

Η ουσία αυτή είναι ερεθιστική όταν εισέρχεται στον οργανισμό μας μέσω της ρινικής και της στοματικής κοιλότητας, με την επαφή του δέρματος και των ματιών. Η οσμή αυτή, στα πρώτα κιόλας λεπτά της έκθεσής μας, προκαλεί χωρίς



να το καταλάβουμε τις πρώτες ενοχλήσεις στο λαιμό, στα μάτια, στη μύτη καθώς επίσης και ζαλάδες, πονοκεφάλους, κούραση και μια σωρεία άλλων προβλημάτων. Η έκθεση στη φορμαλδεΐδη μπορεί να είναι είτε χρόνια είτε στιγμιαία και οι επιπτώσεις της χαρακτηρίζονται ως παροδικές και χρόνιες ανάλογα με το μέγεθος της βλάβης που προκαλούν στον οργανισμό. Η έκθεση στην εκλυόμενη φορμαλδεΐδη δεν έχει σε όλους τους οργανισμούς τα ίδια αποτελέσματα, ούτε και την ίδια ένταση των όμοιων προβλημάτων, συγκρίνοντάς τα στα ίδια επίπεδα συγκεντρώσεων. Σε αρκετούς ανθρώπους, είναι πιθανό, να μην εκδηλωθούν αντιδράσεις όταν εκτίθενται σε χαμηλά επίπεδα. Η φορμαλδεΐδη απορροφάται εξ' ολοκλήρου κατά την εισπνοή από το αναπνευστικό σύστημα με μεγάλη ταχύτητα.

Σε έρευνες που έχουν διεξαχθεί πάνω σε ζώα, βλέπουμε πως στους αρουραίους η ουσία απορροφάται ολοκληρωτικά από το ρινικό τους σύστημα (Heck 1983) ενώ στις μαϊμούδες καταλαμβάνει προσωρινά το ρινικό σύστημα, την τραχεία σε μικρό βαθμό και άλλες περιοχές όπως το βασικό βρόγχο (Morgan 1991).

Κατά την εισπνοή της ουσίας σε χαμηλά επίπεδα έκθεσης μεταξύ 0,2 – 5,0 ppm, οι ενοχλήσεις στο αναπνευστικό σύστημα αρχίζουν να είναι αισθητές. Μέσα σε αυτά τα όρια δημιουργείται νωθρότητα, ναυτία, υπερβολική δίψα, αδυναμία, δυσκολία στην αναπνοή, απώλεια συντονισμού και αποπροσανατολισμός. Στο όριο μεταξύ 10 – 20 ppm, σε ένα μέτριο επίπεδο, τα συμπτώματα είναι εντονότερα και περισσότερα. Εμφανίζεται «κάψιμο» του φάρυγγα και της μύτης, έντονη δύσπνοια, τάσεις λιποθυμίας και βήχας. Σε υψηλότερες δόσεις της τάξης των 50 – 100 ppm, όπου και η άμεση επαφή με ένα ζωντανό οργανισμό είναι σχεδόν απίθανη λόγω του ότι η ένταση της οσμής την καθιστά άκρως ανυπόφορη και αποπνικτική, οι επιπτώσεις είναι σαφώς πιο σοβαρές. Το πνευμονικό οίδημα, η πνευμονίτιδα, η θωρακική συστολή και το άλγος, η ταχυκαρδία και η αρρυθμία είναι μερικές από τις αντιδράσεις του οργανισμού, καθώς εισέρχεται σε αυτόν υπερβολική ποσότητα φορμαλδεΐδης.



Πίνακας 2. Όρια φορμαλδεΐδης και συμπτώματα (Πηγή: Formacare)

Ολική συγκέντρωση	Δυσφορία και εμφάνιση ερεθισμών	Κλίμακα έκθεσης
<0,2 mg/m <sup>3</sup>	Κανένας ερεθισμός ή δυσφορία	Κλίμακα άνεσης
0,2-3,0 mg/m <sup>3</sup>	Πιθανός ερεθισμός ή δυσφορία ανάλογα με την αλληλεπίδραση με τους άλλους παράγοντες	Κλίμακα έκθεσης σε πολλούς παράγοντες
3,0-25 mg/m <sup>3</sup>	Εμφάνιση συμπτωμάτων – Πιθανή εμφάνιση πονοκεφάλου ανάλογα με την επίδραση άλλων παραγόντων	Κλίμακα δυσφορίας
>25 mg/m <sup>3</sup>	Επιπρόσθετες νευροτοξικές συνέπειες εκτός από τον πονοκέφαλο είναι δυνατό να εμφανιστούν	Κλίμακα τοξικής έκθεσης

Εξετάζοντας τη φορμαλδεΐδη στην υγρή της μορφή, διαπιστώνουμε πως και εδώ οι επιπτώσεις είναι αρκετές και σοβαρές καθώς αυξάνονται τα όρια της συγκέντρωσης στο ανθρώπινο σώμα. Η πρόσληψή της μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με την άμεση επαφή μας από το δέρμα είτε με την κατάποση αν και είναι πολύ δύσκολο χωρίς να το καθιστά αδύνατο λόγω απροσεξίας ή και άγνοιας κυρίως από παιδιά και ηλικιωμένους ανθρώπους. Είναι σε όλους μας γνωστό πως το δέρμα είναι ζωτικό όργανο όπως είναι το συκώτι, ο πνεύμονας κ.α. το οποίο αναπνέει και έχει τη δυνατότητα να αποβάλει και να εγκλωβίζει υγρά από το σώμα. Μια επαφή του δέρματος με ήπιο διάλυμα φορμαλδεΐδης, είναι δυνατό να έχει ως συνέπεια τον ερεθισμό του προκαλώντας κνησμό και δερματίτιδα, λόγω της σκλήρυνσής του με αποτέλεσμα το ράγισμά του. Με διάλυμα μεγαλύτερης περιεκτικότητας, φορμόλη, η επαφή γίνεται πιο επικίνδυνη έχοντας ως συνέπεια τις έντονες αναφυλαξίες, τραχύτητα, μαύρισμα του δέρματος και σκληρότητα, αλλεργικό σοκ και την πρόκληση εγκαύματος πρώτου βαθμού. Με την κατάποση της φορμόλης, σε όποιο βαθμό περιεκτικότητας, τα προβλήματα είναι εξίσου σοβαρά. Έντονοι πόνοι στην κοιλιακή χώρα, στα έντερα και στο στομάχι, κάψιμο του στόματος και του λαιμού, δυσκολία κατάποσης, διάρροια, σπασμοί καθώς και εσωτερικά εγκαύματα. Έπειτα εμφανίζεται πτώση της θερμοκρασίας του σώματος, ζάλη και κώμα. Η φορμαλδεΐδη επηρεάζει δυσμενώς,





όταν έρθει σε επαφή με τα μάτια ενός ανθρώπου ή ζώου. Είναι σαν ουσία χαρακτηρισμένη ως ερεθιστική, συνεπώς έχει άσχημες επιπτώσεις όταν η επαφή είναι άμεση σε οποιαδήποτε μορφή και αν έχει η φορμαλδεΐδη. Το αποτέλεσμα αυτής της επαφής ενδέχεται να επιφέρουν μόνιμη και σοβαρή βλάβη στους οφθαλμούς όπως προσωρινή θολωμένη όραση ή και απώλεια θέας, τραυματισμό, ακόμα και την ανάφλεξη των βλεφάρων όταν η περιεκτικότητα της ουσίας στον αέρα είναι πολύ υψηλή. Με όποιο τρόπο και αν «εισβάλει» η φορμαλδεΐδη μέσα μας, οι επιπτώσεις δεν εμφανίζονται μεμονωμένες. Ο οργανισμός αντιδρά επιφέροντας αρνητικά συμπτώματα όχι μόνο στην δίοδο πρόσληψης της ουσίας (π.χ. μύτη, μάτια) αλλά και σε άλλα μέρη του σώματος.

Οι επιπτώσεις που επιφέρει η φορμαλδεΐδη, κυρίως στις υψηλές συγκεντρώσεις, σε πολλές περιπτώσεις είναι χρόνιες με πιθανή την έκβαση ορισμένων από αυτών που αναφέρονται σε θάνασιμο αποτέλεσμα. Η ευαισθησία που παρουσιάζουν οι ζωντανοί οργανισμοί σε κάθε επαφή, ακόμα και όταν τα επίπεδα της εκλυόμενης φορμαλδεΐδης είναι χαμηλά, προκαλούν αλλεργική αντίδραση του οργανισμού. Τα εκζέματα που παρουσιάζονται κυρίως από τη συνεχή έκθεση σε διαλύματα φορμαλδεΐδης έχουν ως αποτέλεσμα το μόνιμο κνησμό, συνεχές μούδιασμα, τη φαγούρα, ζημιές στα νύχια και το ξεφλούδισμα του δέρματος των χεριών, των μπράτσων, των μασχαλών, του λαιμού και των βλεφάρων. Μια άλλη χρόνια επίπτωση του δέρματος είναι η δερματίτιδα της οποίας τα συμπτώματα ξεκινούν από την απλή ερυθρότητα μέχρι τη δημιουργία φουσκαλών και ραγάδων της επιδερμίδας. Η άμεση επαφή με τους οφθαλμούς επιφέρει το κάψιμο του κερατοειδούς χιτώνα έως και τύφλωση. Με τη χρόνια εισπνοή της φορμαλδεΐδης σαν αέριο ή εξάτμιση του υγρού παρουσιάζονται χρόνια ρινίτιδα, αναπνευστική εξασθένιση, τραυματισμός των νεφρών, πνευμονική ευαισθησία, βρογχίτιδα, υγρό στους πνεύμονες και ανωμαλία της αναπνευστικής λειτουργίας κυρίως κατά το βραδινό ύπνο, γνωστή και ως άπνοια, προκαλείται από τη φορμαλδεΐδη σε άτομα με άσθμα όταν εκτίθενται σε αυτήν (Norback 1995). Η ουσία αυτή κατά την επαναλαμβανόμενη εισπνοή για μεγάλο χρονικό διάστημα έχει ως νευροψυχολογικά αποτελέσματα εκτός από τις αναταραχές στον ύπνο, την αλλαγμένη αίσθηση της ισορροπίας, την απότομη αλλαγή της διάθεσης και την απώλεια μνήμης. Πιθανή ακόμα είναι η δευτεροβάθμια στειρότητα και οι



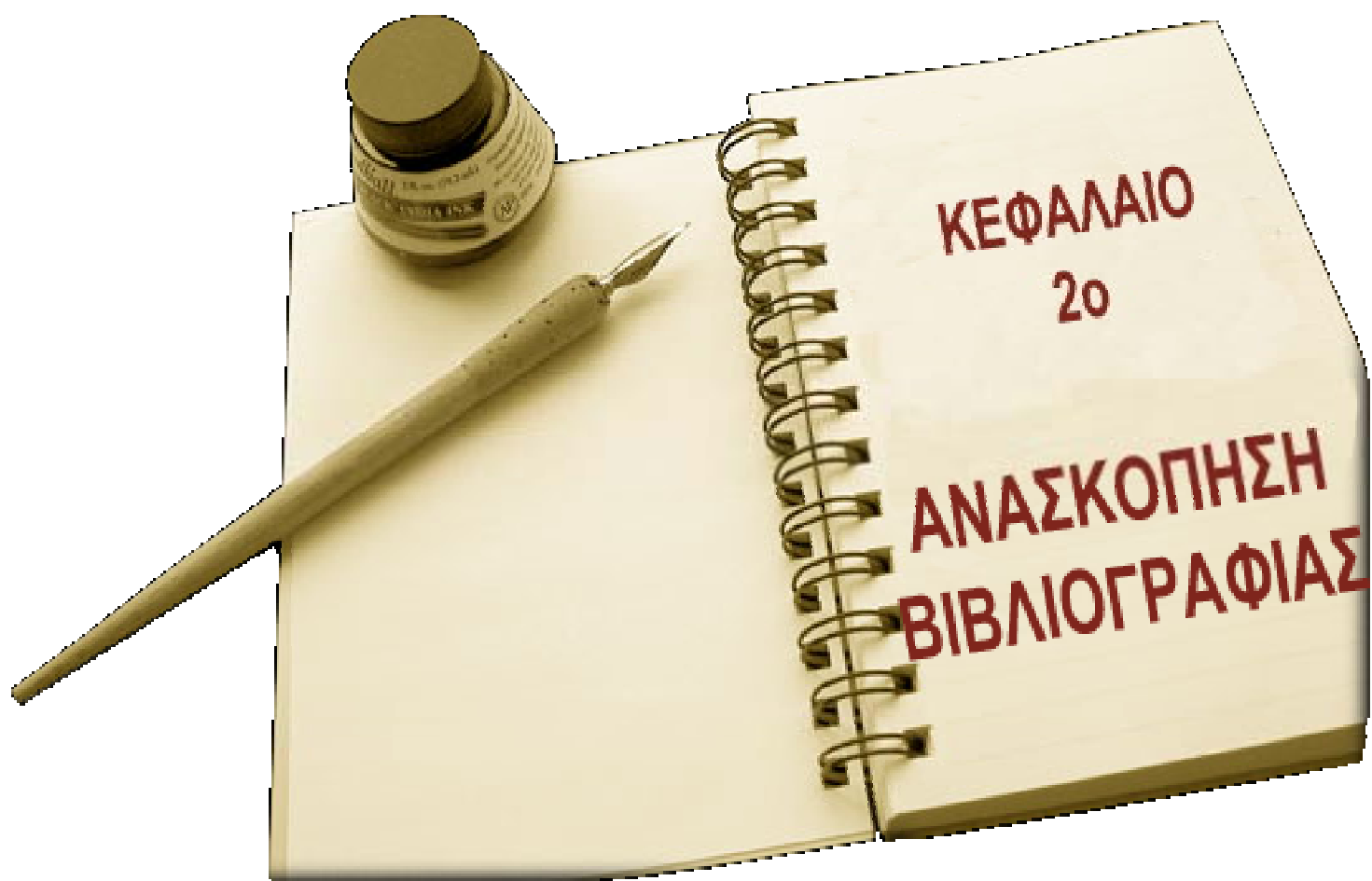
εμμηνοροϊκές αναταραχές. Η φορμαλδεΐδη έχει χαρακτηριστεί ως καρκινογόνος ουσία για τον άνθρωπο και τα ζώα καθώς επίσης και υπεύθυνη για τερατογενέσεις και καρκινογενέσεις. Είναι γονιδιακά τοξική σε θηλαστικά και βακτηριακά κύτταρα και για το λόγο αυτό έχει μεταλλακτική ικανότητα.

Μελέτες που έγιναν σε ευρωπαϊκές χώρες και χώρες τις Αμερικής σε ανθρώπους και πειραματόζωα από την Αμερικανική Εταιρεία Προστασίας Περιβάλλοντος (EPA) καθώς επίσης και την Κυβερνητική Υπηρεσία της Αμερικής για την ασφάλεια και την υγεία στην εργασία (OSHA) έδειξαν πως η ουσία αυτή είναι πιθανή αιτία για την καρκινογένεση. Σε άτομα που εκτίθενται συχνά σε ατμούς φορμαλδεΐδης παρουσιάστηκαν γενετικές επιδράσεις στα βοηθητικά λεμφοκύτταρα. Η χρόνια επίδρασή της αυξάνει την πιθανότητα ανάπτυξης ανωμαλιών στα χρωμοσώματα, στους πυρήνες και σε γενετικές διαφοροποιήσεις σε πολλά κύτταρα ανθρώπων και τρωκτικών (IARC 1995). Στον άνθρωπο, η μακροχρόνια έκθεση στη φορμαλδεΐδη, προκαλεί φθορές στο DNA των συνεκτικών οστών των κυττάρων. Αυτές οι επιπτώσεις που επιφέρει η ουσία αυτή υποδεικνύουν ότι η δομή του DNA των πρωτεϊνών σχετίζονται σημαντικά με την ανάπτυξη των όγκων. Στους αρουραίους προκαλεί βλάβες στα τραχειακά επιθηλιακά τους κύτταρα και αταξίες στο DNA της ρινικής μεμβρανώδους πλάκας καθώς επίσης και στην άνω γνάθο κατά τον σχηματισμό τους. Η πιθανότητα ενός ατόμου, καπνιστή, το οποίο εργάζεται σε χώρο με εκλυόμενη φορμαλδεΐδη της τάξης του 0,1 ppm να προσβληθεί από καρκίνο είναι περίπου 1 στα 10 εκατομμύρια ενώ για τους μη καπνιστές είναι 1 στο ένα δισεκατομμύριο κάτω από τις ίδιες εργασιακές συνθήκες). Αυτή η ουσία που ακούσια της ανοίγουμε τις πόρτες του σπιτιού μας και συγκατοικεί μαζί μας χωρίς να το γνωρίζουμε έχει χαρακτηριστεί, όπως προαναφέρθηκε, καρκινογόνος και έχουν δημοσιευθεί δυο χωριστές ταξινομήσεις από τη Διεθνή Επιτροπή Αντικαρκινικού Αγώνα (IARC) και τις χώρες της Ε.Ε. Σύμφωνα με την πιο πρόσφατη αναθεώρηση (Ιούνιος 2004) της IARC, η φορμαλδεΐδη έχει ταξινομηθεί ως η πρώτη καρκινογόνος ουσία για τον άνθρωπο βασισμένη στους σπάνιους καρκίνους που παρατηρήθηκαν σε εργαζομένους σε υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης της ουσίας. Παρόλα αυτά μεγάλος αριθμός ερευνών δεν έχει αποδείξει με στοιχεία ότι η φορμαλδεΐδη παράγει τον καρκίνο στον άνθρωπο. Ο χαρακτηρισμός αυτός ως «*πρόδρομος καρκινογόνος*



ουσία» σκοπό έχει να κρατήσει τις συγκεντρώσεις της φορμαλδεΐδης στους εργασιακούς χώρους στα χαμηλότερα επίπεδα.

Στις ευρωπαϊκές χώρες, σύμφωνα με την οδηγία επικίνδυνων ουσιών, η φορμαλδεΐδη κατατάσσεται στην κατηγορία 3 (C3). Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται οι ουσίες που έχουν περιορισμένα στοιχεία μιας καρκινογόνου επίδρασης. Είναι η πιο αδύνατη τάξη για τον κίνδυνο πρόκλησης καρκίνου από μια ουσία.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2ο

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ  
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ



## 2.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΛΛΩΝ ΕΡΕΥΝΗΤΩΝ

Το «σύνδρομο του παθογόνου κτιρίου», γνωστό ευρέως ως *Sick Building Syndrome*, είναι ένα φαινόμενο το οποίο φυσικά και αυτονόητα δεν απασχολεί μόνο τη χώρα μας και τα σπίτια μας. Τα υλικά καθώς και όλες τις πηγές έκλυσης ρύπων τις συναντούμε σε πολλές ευρωπαϊκές και μη χώρες.

Έρευνες και πειραματικές μελέτες, λοιπόν, για τη φορμαλδεΐδη υπάρχουν αρκετές σε πολλά κράτη με διαφορετικό τρόπο μέτρησης, με άλλα κάθε φορά υλικά και διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές μελέτες με τα αποτελέσματά τους.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι 275.000 Αμερικάνοι που αναγκάστηκαν να ζήσουν σε τροχόσπιτα ως προσωρινές κατοικίες λόγω της καταστροφής των κατοικιών τους από τον τυφώνα «Κατρίνα». Τους τελευταίους 17 μήνες πολλοί από αυτούς παρουσίαζαν πλέον σοβαρά αναπνευστικά προβλήματα, έντονους πονοκεφάλους, αδικαιολόγητη κόπωση και ερεθισμούς. Αιτία οι κατασκευασμένες από κακής ποιότητας συγκολλημένα προϊόντα ξύλου κατοικίες σε συνδυασμό με το ιδιαίτερα υγρό κλίμα του Κόλπου του Μεξικού, που εκλύαν τοξικά αέρια, όπως φορμαλδεΐδη «πνίγοντας» τους ενοίκους τους και καθιστώντας ουσιαστικά απαγορευτική τη διαμονή σε αυτές. Στην συγκεκριμένη περίπτωση οι μετρήσεις έδειξαν ότι 30 έως και 50 φορές μεγαλύτερα από τα επιτρεπόμενα όρια ήταν τα ποσοστά φορμαλδεΐδης, τα οποία έλαβε η Διεύθυνση Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας από τους αποθηκευτικούς χώρους.

Μια παλαιότερη μελέτη σε 500 κατοικίες στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ έδειξε ότι οι συγκεντρώσεις της εκλυόμενης φορμαλδεΐδης τους καλοκαιρινούς μήνες κυμαίνονταν από 0,072 ppm μέχρι 0,078 ppm κατά τους χειμερινούς μήνες (Sexton κ.α. 1986). Πρόσφατη έρευνα στην Αυστραλία έδειξε ότι τα επιτρεπτά όρια σε νέες κατοικίες είχαν ξεπεραστεί πάνω από 20 φορές. Οι ουσίες που μετρήθηκαν, σύμφωνα με την μελέτη ήταν φορμαλδεΐδη, στυρένιο και φαινυλοκυκλοεξάνιο (Brown 2000). Επιπλέον πριν από 6 χρόνια στη Γαλλία, στο Παρίσι, ενδιαφέρουσα ήταν η αύξηση των περιπτώσεων άσθματος κυρίως στις



μικρές ηλικίες με αποτέλεσμα την ανάπτυξη προβληματισμών γύρω από τα ποσοστά των ρύπων στους χώρους της οικίας. Επιλέχθηκαν 61 κατοικίες στο Παρίσι και στα προάστια του με σκοπιμότητα οι πιθανές μετρήσεις να έχουν απόκλιση μεταξύ τους για τον καλύτερο προσδιορισμό των αλδεϋδων. Το 47% των οικιών ήταν χτισμένα πριν από το 1950. Τα αποτελέσματα της εκλυόμενης φορμαλδεΐδης ανέρχονται σε επίπεδα 0,2 ppm. Σύμφωνα με τα στοιχεία της μελέτης, σημαντικό ρόλο για την αύξηση των εσωτερικών ρύπων είχε και η μέγιστη περιβαλλοντική θερμοκρασία. Ακόμη μια μελέτη στην Ταϊβάν έδειξε ότι η συγκέντρωση φορμαλδεΐδης βρέθηκε να κυμαίνεται μεταξύ 0,10 έως 0,89 ppm (Wu κ.α. 2003), με την μεγαλύτερη συγκέντρωση σε κτίριο ηλικίας 5 ετών στο οποίο απασχολούνταν πολλοί εργαζόμενοι. Μια παλαιότερη έρευνα, επίσης στη Γαλλία, το 1984 και 1989 δίνει ως ποσοστό συγκέντρωσης τις τιμές 0,24-0,60 ppm και στη Γερμανία τις τιμές 0,22-0,68 ppm. Μελέτη του ποσοστού της εκλυόμενης φορμαλδεΐδης στη Βρετανία αναφέρει κατά τη χειμερινή περίοδο 0,15-0,40 ppm συγκέντρωσης. Μια έκθεση σχετικά με τις τιμές της φορμαλδεΐδης από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας σε 5 ευρωπαϊκές χώρες μας δίνει ποσοστό 0,07-0,57 ppm για τις συγκεντρώσεις εσωτερικών χώρων. Μια συγκριτική μελέτη των ατμοσφαιρικών ρύπων και συγκεκριμένα της φορμαλδεΐδης, του διοξειδίου του αζώτου και χλωριωμένων πτητικών ενώσεων παρουσιάζεται μεταξύ της Ιαπωνίας και της Σουηδίας. Η χρονική περίοδος κατά την οποία έλαβε μέρος η έρευνα ήταν για την Ιαπωνία ο μήνας Φεβρουάριος το έτος 1998 και τη Σουηδία το διάστημα από το μήνα Φεβρουάριο μέχρι το Μάρτιο 2000. Για το συγκριτικό αυτό πείραμα κατηγοριοποιήθηκαν οι κατοικίες των χωρών και εξετάστηκαν σπίτια περίπου κατασκευασμένα με τα ίδια υλικά. Τα σπίτια ήταν στην Ούψαλα (Σουηδία) και στην Νάγκουα (Ιαπωνία) ήταν 59% ξύλινα. Τα αποτελέσματα από το πείραμα κατά το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών Υγείας στην Ιαπωνία ήταν 0,05-0,08 ppm και στην Σουηδία ήταν 0,01-0,08 ppm αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε ότι στην Ιαπωνία όπου τα έπιπλα ήταν από κόντρα πλακέ με κόλλα βασισμένη στη φορμαλδεΐδη και μεγάλα ποσοστά συγκέντρωσης εσωτερικού καπνίσματος οι συγκεντρώσεις ήταν πολύ μεγαλύτερες από ότι ήταν στη Σουηδία όπου δεν ίσχυε τίποτα από τα παραπάνω.



## 2.2 ΟΡΙΑ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗΣ

Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες η φορμαλδεΐδη αποτελεί βασικό συστατικό πολλών προϊόντων και τροφίμων που χρησιμοποιούμε καθημερινά. Οι συγκεντρώσεις της φορμαλδεΐδης σε μια πρόσφατη αξιολόγηση κινδύνου το 2006 από το Γερμανικό Ομοσπονδιακό Ίδρυμα κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση 0,1 ppm εσωτερικά σε κατοικίες που κατασκευάστηκαν πριν από 10 έτη ή και περισσότερο, προτείνεται ως ασφαλές επίπεδο όσον αφορά την καρκινογένεση της φορμαλδεΐδης στους ανθρώπους και δεν επιφέρει επιπτώσεις στην υγεία, αντιθέτως η υπέρβαση αυτού του ορίου μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα δυσφορίας, ερεθισμών, αλλεργιών, βλαβών στο καρδιαγγειακό σύστημα, βλαβών στο νευρικό σύστημα, αλλά ακόμη και δηλητηριάσεις.

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας έχει θεσπιστεί ως ανώτατο επιτρεπόμενο όριο τα 0,082 ppm στο εσωτερικό των κατοικιών, ενώ αντιθέτως στην Καλιφόρνια αυτή η τιμή μειώνεται στα 0,05 ppm. Ωστόσο το Εθνικό Ίδρυμα Επαγγελματικής Ασφάλειας και Υγείας των ΗΠΑ θέτει ως όριο τα 0,016 ppm για όλους τους εργασιακούς χώρους.

Στο εμπόριο έχουν θεσπιστεί για τις μοριόπλακες ορισμένες κατηγορίες που υποδεικνύουν το ποσοστό περιεχόμενης φορμαλδεΐδης που εμπεριέχεται σε αυτές. Ο διαχωρισμός ανάλογα με τα όρια της φορμαλδεΐδης σύμφωνα με την ευρωπαϊκή βιομηχανία γίνεται σε 4 διαφορετικές κλάσεις μετρημένες με τη μέθοδο Perforator, ξεκινώντας από την κλάση E0, η οποία έχει σχεδόν μηδέν φορμαλδεΐδη απόλυτα φιλική με το περιβάλλον και ανεβαίνοντας στην ανώτερη κλάση φορμαλδεΐδης E3 η οποία σπάνια παράγεται διότι δεν χρησιμοποιείται λόγω της υψηλής εκπομπής της φορμαλδεΐδης. Τα προϊόντα κλάσης E3 έχουν επιτρεπτή χρήση αν και εφ' όσον έχουν επικάλυψη προϊόντων κλάσης E1. Παρακάτω παρατίθενται οι τιμές συγκέντρωσης που προαναφέρθηκαν για κάθε κλάση (Πίν. 3).



Πίνακας 3. Κλάσεις εκπομπής φορμαλδεΐδης (Πηγή: Formacare)

Κλάση	Περιεκτικότητα σε φορμαλδεΐδη
E0	0,5 mg/100g και κατωτέρω
E1	9 mg/100g και κατωτέρω
E2	>9mg/100g έως 30mg/100g
E3	>30mg/100g

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή και Ιαπωνική βιομηχανία παραγωγής μοριοπλακών υπάρχουν δύο διαφορετικοί μέθοδοι για τη μέτρηση της φορμαλδεΐδης. Τα ευρωπαϊκά πρότυπα υιοθέτησαν τη Perforator μέθοδο δοκιμής που μετρά την περιεκτικότητα σε φορμαλδεΐδη μέσα στο δείγμα. Τα ιαπωνικά βιομηχανικά πρότυπα ευνοούν τη μέθοδο δοκιμής *Desiccator* που μετρά την πραγματική εκπομπή φορμαλδεΐδης που απελευθερώνεται από το δείγμα. Στον Πίν. 4 παρατίθενται τα ανώτερα επιτρεπτά όρια έκθεσης στη φορμαλδεΐδη σε διάφορες χώρες του κόσμου.

Πίνακας 4. Ανώτερα επιτρεπτά όρια έκθεσης στη φορμαλδεΐδη σε διάφορες χώρες (Μαντάνης και Μαρκεσίνη 1998)

<u>Χώρα</u>	<u>Κατοικία</u> Συγκέντρωση φορμαλδεΐδης (ppm)	<u>Εργασία</u> Συγκέντρωση φορμαλδεΐδης (ppm)
Η.Π.Α.	0,10	1,0
Δανία	0,12	0,3
Φινλανδία	0,12	0,5
Νορβηγία	0,10	0,5
Σουηδία	0,20	0,5
Αυστρία	0,10	0,5
Γερμανία	0,10	0,5
Ελβετία	0,10	0,5
Μ. Βρετανία	καμία ρύθμιση	2,0
Βέλγιο	καμία ρύθμιση	1,0
Ολλανδία	0,10	καμία ρύθμιση
Γαλλία	καμία ρύθμιση	2,0





Ιταλία	0,10	καμία ρύθμιση
Αυστραλία	0,10	1,0
Καναδάς	0,10	1,0
Ελλάδα	καμία ρύθμιση	2,0 *

\* Προεδρικό διάταγμα 90/1999

Η μέτρηση της φορμαλδεΐδης στο εξωτερικό δεν πραγματοποιείται μόνο για τα συγκολλημένα προϊόντα ξύλου αλλά και για άλλα αγαθά της καθημερινής μας ζωής όπως είναι τα τρόφιμα. Στο φρέσκο αγελαδινό γάλα κυμαίνονται από 0,00357 mg/m<sup>3</sup> έως 0,057 mg/m<sup>3</sup>, ενώ στο επεξεργασμένο γάλα από 0,075 mg/m<sup>3</sup> έως 0,255 mg/m<sup>3</sup> λόγω της συσκευασίας και των επεξεργασιών του. Σε ποικίλα οινοπνευματώδη ποτά κυμαίνονται από 0,04 mg/m<sup>3</sup> έως 1,7 mg/m<sup>3</sup> στην Ιαπωνία και από 0,02 mg/m<sup>3</sup> έως 3,8 mg/m<sup>3</sup> στην Βραζιλία (Πηγή: Formacare).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3ο

ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ



### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Έχοντας κατανοήσει το φαινόμενο του παθογόνου κτιρίου και έχοντας αποκτήσει τις βασικές γνώσεις για την ουσία φορμαλδεΐδη, στα πλαίσια της πτυχιακής μας εργασίας, προβήκαμε σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε νεόδμητες κατοικίες στην περιοχή της Καρδίτσας. Οι μετρήσεις μας ελήφθησαν σε 3 εποχιακές περιόδους, το καλοκαίρι και το χειμώνα του 2006, καθώς και την άνοιξη του 2007.

#### 3.1 ΥΛΙΚΑ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ενός ειδικού οργάνου Formaldehyde meter τύπου Triple Plus+ της εταιρείας Crowcon στο οποίο τα αποτελέσματα δίνονταν με ακέραια κλίμακα σε μονάδα μέτρησης μερών ανά εκατομμύριο (ppm).



**Εικ. 1.** Formaldehyde meter τύπου Triple Plus+



Πρώτα κάναμε αρχική ρύθμιση (calibration) στο μηχάνημα σε εξωτερικό περιβάλλον θεωρώντας ότι η περιεκτικότητα του αέρα σε εξωτερικές συνθήκες έχει 0 ppm. Το μηχάνημα πάνω από την μέτρηση των 20 ppm εξέπεμπε ηχητικό και οπτικό σήμα (alarm) προειδοποιώντας για τα εξαιρετικά υψηλά και επικίνδυνα όρια.



Ακόμα, χρησιμοποιήσαμε θερμόμετρο εσωτερικών χώρων σε μέτρηση calcium.

### 3.2 ΜΕΘΟΔΟΣ

Η έρευνα αυτή πραγματοποιήθηκε σε 30 τυχαία νεόδμητα διαμερίσματα της πόλης της Καρδίτσας που έγιναν από 7 διαφορετικούς κατασκευαστές. Τα διαμερίσματα ήταν σε στάδιο μη κατοικήσιμο έως και κατοικήσιμο. Οι κατοικίες οι οποίες μετρήσαμε είχαν τουλάχιστον ένα υπνοδωμάτιο, σαλόνι – καθιστικό, λουτρό και κουζίνα.



Η διαδικασία λήψης των μετρήσεων έγινε ως εξής: Αρχικά επιλέγαμε το χώρο όπου τα παράθυρα και όλες οι πηγές αερισμού ήταν κλειστές και καταγράφαμε την θερμοκρασία του χώρου. Εν συνεχεία ενεργοποιούσαμε τον μετρητή και τον αφήναμε ανοιχτό για τρία λεπτά παίρνοντας τη μέτρηση της εκλυόμενης φορμαλδεΐδης στο χώρο του καθιστικού, της κουζίνας και των υπνοδωματίων σε διαφορετικές κάθε φορά μετρήσεις στο μέσον του δωματίου. Έπειτα από τριάντα λεπτά φυσικού αερισμού του χώρου (ανοιχτά παράθυρα) επαναλαμβάναμε την ίδια διαδικασία της θερμομέτρησης και καταγράφαμε το ποσοστό της εκλυόμενης ουσίας που αναγραφόταν στο μετρητή.

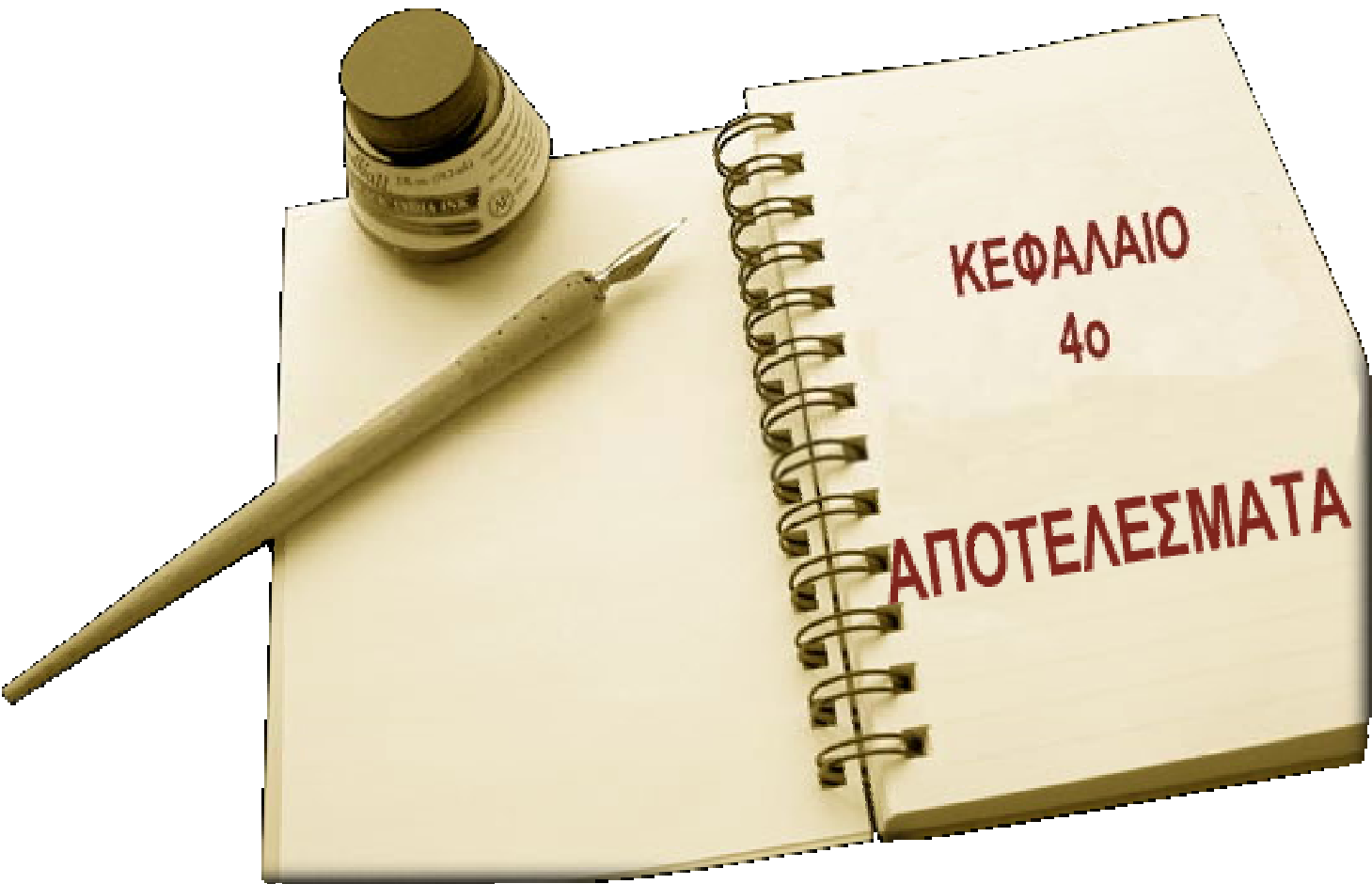
Ένα άλλο μέρος του πειράματος ήταν η μέτρηση της φορμαλδεΐδης εσωτερικά των ντουλαπών των υπνοδωματίων και των ντουλαπιών της κουζίνας. Η διαδικασία λήψης των ποσοστών της φορμαλδεΐδης γινόταν με τον παρακάτω τρόπο. Τοποθετούσαμε το μετρητή στο εσωτερικό των ντουλαπών και των ντουλαπιών για 5 λεπτά με κλειστά τα πορτάκια. Έπειτα από





πέντε λεπτά ανοίγαμε το πορτόφυλλο και καταγράφαμε τη μέτρηση που αναγραφόταν στο καντράν του οργάνου.

Συνολικά ο χρόνος που απαιτούνταν για την ολοκλήρωση της όλης διαδικασίας ήταν 60 με 90 λεπτά σε κάθε διαμέρισμα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ  
40

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ



## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που καταγράψαμε το μήνα Ιούλιο 2006 παρουσιάζονται τα παρακάτω στοιχεία (βλ. Πίν. 4).

Από τα τριάντα διαμερίσματα και για το χώρο του καθιστικού σε δέκα διαμερίσματα παρατηρήθηκε συγκέντρωση 2 με 3 ppm, σε ένα διαμέρισμα καταγράψαμε 4 ppm, ενώ μόνο σε τρία διαμερίσματα είχαμε μηδενική ένδειξη. Στο χώρο του υπνοδωματίου καταγράψαμε μετρήσεις 2 με 3 ppm στα δέκα δωμάτια και μόνο τέσσερα δωμάτια με μηδενική ένδειξη. Στα εσωτερικά των ντουλαπιών της κουζίνας καταγράψαμε επτά διαμερίσματα με ποσοστό 2 με 3 ppm, επτά διαμερίσματα 4 με 5 ppm, έξι διαμερίσματα 9 με 12 ppm, δύο διαμερίσματα με την ανώτερη τιμή 21 και 25 ppm ενώ μόνο ένα ντουλάπι μας έδειξε μηδενική ένδειξη, τα υπόλοιπα διαμερίσματα παρουσίασαν 0 με 1 ppm. Μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζει η μέτρηση των ντουλαπιών του υπνοδωματίου καθότι παρατηρήσαμε μόνο δέκα διαμερίσματα να έχουν τιμές από 5 ppm και κάτω ενώ τα υπόλοιπα μεγαλύτερες μέχρι και 12 ppm και μόνο επτά ντουλάπια που οι τιμές τους κυμαίνονταν από 3 έως και 20 ppm.

Μετά τον αερισμό υπήρξε δραματική μείωση στο χώρο του καθιστικού και του υπνοδωματίου και καταγράψαμε μόνο δύο μετρήσεις που άγγιζαν τα 3 ppm ενώ όλες οι άλλες ήταν από μηδέν μέχρι 1 ppm. Η ανώτερη θερμοκρασία που παρατηρήθηκε πριν τον αερισμό ήταν 30,2°C και η κατώτερη 25,3°C. Μετά τον αερισμό η μεγαλύτερη θερμοκρασία ήταν 30 °C και η μικρότερη 25,2 °C.



Πίνακας 4. Μετρήσεις εκλυόμενης φορμαλδεΐδης (Ιούλιος 2006)

	ΔΙΑΜ.1	ΔΙΑΜ.2	ΔΙΑΜ.3	ΔΙΑΜ.4	ΔΙΑΜ.5	ΔΙΑΜ.6	ΔΙΑΜ.7	ΔΙΑΜ.8
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	2 ppm	1 ppm	3 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	1 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	3 ppm	3 ppm	3 ppm	4 ppm	3 ppm	1 ppm	11 ppm	2 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	9 ppm	20 ppm	13 ppm	6 ppm	9 ppm	5 ppm	2 ppm	3 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	25,3	25,5	25,5	25,7	25,7	26,0	27,0	26,5
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	1 ppm	0 ppm	3 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	25,2	25,4	25,4	25,5	25,5	25,9	26,8	26,4

	ΔΙΑΜ.9	ΔΙΑΜ.10	ΔΙΑΜ.11	ΔΙΑΜ.12	ΔΙΑΜ.13	ΔΙΑΜ.14	ΔΙΑΜ.15
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	1 ppm	1 ppm	2 ppm	2 ppm	0 ppm	2 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	3 ppm	2 ppm	3 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	5 ppm	2 ppm	4 ppm	4 ppm	4 ppm	25 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	13 ppm	18 ppm	19 ppm	8 ppm	8 ppm	17 ppm	4 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	26,4	27,5	28,4	28,6	28,5	30,0	28,9
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	1 ppm	0 ppm	1 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	2 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	26,2	27,3	28,3	28,5	28,4	28,8	28,8





	ΔΙΑΜ.18	ΔΙΑΜ.19	ΔΙΑΜ.20	ΔΙΑΜ.21	ΔΙΑΜ.22	ΔΙΑΜ.23
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	1 ppm	2 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	2 ppm	2 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	1 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	4 ppm	4 ppm	7 ppm	1 ppm	4 ppm	4 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	29,3	29,7	29,0	28,8	30,2	29,6
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	2 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	29,0	29,5	28,8	28,5	30,0	29,3

	ΔΙΑΜ.24	ΔΙΑΜ.25	ΔΙΑΜ.26	ΔΙΑΜ.27	ΔΙΑΜ.28	ΔΙΑΜ.29	ΔΙΑΜ.30
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	1 ppm	1 ppm	3 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	4 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	21 ppm	12 ppm	5 ppm	5 ppm	9 ppm	10 ppm	10 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	10 ppm	11 ppm	7 ppm	13 ppm	7 ppm	12 ppm	6 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	29,6	27,0	27,3	27,0	27,0	29,7	28,8
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	2 ppm	1 ppm	3 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	29,5	26,9	27,2	26,8	26,9	29,5	28,7



Κατά τις μετρήσεις του Απριλίου - Μαΐου 2007, οι παρατηρήσεις που καταγράψαμε έχουν ως εξής: στο χώρο του καθιστικού 29 διαμερίσματα είχαν συγκέντρωση 0 έως 2 ppm ενώ μόνο ένα άγγιξε το όριο των 3 ppm. Στον χώρο του υπνοδωματίου όλες οι μετρήσεις που πήραμε κυμάνθηκαν ανάμεσα στα όρια 0 – 2 ppm. Στο εσωτερικό των ντουλαπιών της κουζίνας τέσσερα ντουλάπια άγγιξαν τα 3 ppm και όλα τα υπόλοιπα κυμάνθηκαν από 0-2 ppm, ενώ στις ντουλάπες υπνοδωματίου πέντε μετρήσεις μόνο ήταν 3-4 ppm. Μετά τον αερισμό όλες οι μετρήσεις είχαν σχεδόν μηδενική ένδειξη. Οι θερμοκρασίες που καταγράψαμε πριν τον αερισμό ήταν 25°C και 22°C η ελάχιστη και μετά τον αερισμό 24,7°C η μέγιστη και 22°C η ελάχιστη, αντίστοιχα.

**Πίνακας 5. Μετρήσεις εκλυόμενης φορμαλδεΐδης (Απρίλιος – Μάιος 2007)**

	<b>ΔΙΑΜ.1</b>	<b>ΔΙΑΜ.2</b>	<b>ΔΙΑΜ.3</b>	<b>ΔΙΑΜ.4</b>	<b>ΔΙΑΜ.5</b>	<b>ΔΙΑΜ.6</b>	<b>ΔΙΑΜ.7</b>	<b>ΔΙΑΜ.8</b>
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	1 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	2 ppm	1ppm	0 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	2 ppm	1 ppm	0 ppm	3 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	2 ppm	0 ppm	2ppm	1ppm	1 ppm	3 ppm	1 ppm	2 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	23,4	22,3	24,0	23,8	24,2	23,6	23,0	23,8
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	22,5	23	23,2	22,9	23,8	22,9	23,3	23,0



	ΔΙΑΜ.9	ΔΙΑΜ.10	ΔΙΑΜ.11	ΔΙΑΜ.12	ΔΙΑΜ.13	ΔΙΑΜ.14	ΔΙΑΜ.15
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	3 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	2 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	2ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	1 ppm	3 ppm	1 ppm	1ppm	2 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	1 ppm	4 ppm	1 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm	4 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	24,4	24,6	25	23,8	24,2	23,5	25,3
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	24,4	24,4	24,2	22,7	24,7	22,9	24,7



	ΔΙΑΜ. 16	ΔΙΑΜ. 17	ΔΙΑΜ. 18	ΔΙΑΜ. 19	ΔΙΑΜ. 20	ΔΙΑΜ. 21	ΔΙΑΜ. 22	ΔΙΑΜ. 23
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	0 ppm	1 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	3 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	2 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	2ppm	1 ppm	1 ppm	3ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C</b>	22,6	23,7	23,1	25,0	24,0	24,7	22,9	23,6
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30´ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙ ΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30´ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	22,0	23,0	23,5	24,5	23,7	23,9	22,7	23,0



	ΔΙΑΜ.24	ΔΙΑΜ.25	ΔΙΑΜ.26	ΔΙΑΜ.27	ΔΙΑΜ.28	ΔΙΑΜ.29	ΔΙΑΜ.30
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	2 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	2 ppm	1ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	0 ppm	2 ppm	1 ppm	2 ppm	3 ppm	2 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	3 ppm	1 ppm	1 ppm	2 ppm	0 ppm	1 ppm	2ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C</b>	23,8	24,5	24,2	23,7	24,0	24,3	23,0
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ° C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	23,0	24,0	23,6	23,0	23,6	23,6	22,65

Παρατηρούμε (Πίν. 6) ότι κατά τις μετρήσεις του Δεκεμβρίου – Ιανουαρίου 2007 στον χώρο του καθιστικού δύο από τα τριάντα διαμερίσματα παρουσίασαν τιμή 2 ppm, ενώ τα υπόλοιπα παρουσίασαν τιμές 0 έως 1 ppm. Στον χώρο του υπνοδωματίου ένα διαμέρισμα μόνο έδωσε τιμή 2 ppm, ενώ τα



υπόλοιπα κυμαίνονταν από 0 μέχρι 1 ppm. Εσωτερικά των ντουλαπιών της κουζίνας μόνο δύο φορές καταγράφηκε ένδειξη 2 ppm, ενώ στα υπόλοιπα χαμηλότερη μέτρηση με περισσότερες ενδείξεις στο 1 ppm. Στις ντουλάπες παρατηρήθηκαν μεγαλύτερα ποσοστά συγκέντρωσης της φορμαλδεΐδης και από τους χώρους και από τα εσωτερικά της κουζίνας και είχαμε ένδειξη στα τέσσερα από τα τριάντα διαμερίσματα 2 με 3 ppm, ενώ τα υπόλοιπα κυμάνθηκαν από 0 έως 1 ppm.

Κατά τον μήνα που διεξάχθηκαν αυτές οι μετρήσεις η ανώτερη θερμοκρασία που καταγράψαμε πριν τον αερισμό ήταν 19,1°C ενώ η κατώτερη ήταν 9,6°C. Μετά τον αερισμό παρατηρήθηκαν ότι όλα τα διαμερίσματα σε όλους τους χώρους είχαν 0 ppm με μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία 18°C και 9°C, αντίστοιχα.

**Πίνακας 6. Μετρήσεις εκλυόμενης φορμαλδεΐδης (Δεκέμβριος – Ιανουάριος 2007)**

	ΔΙΑΜ.1	ΔΙΑΜ.2	ΔΙΑΜ.3	ΔΙΑΜ.4	ΔΙΑΜ.5	ΔΙΑΜ.6	ΔΙΑΜ.7	ΔΙΑΜ.8
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	2 ppm	2 ppm	3 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	19,1	17,5	16,7	17,2	18,5	16,2	16,0	11,7
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30´ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30´ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	16,2	16,0	16,0	16,5	17,2	15,6	15,2	11,1



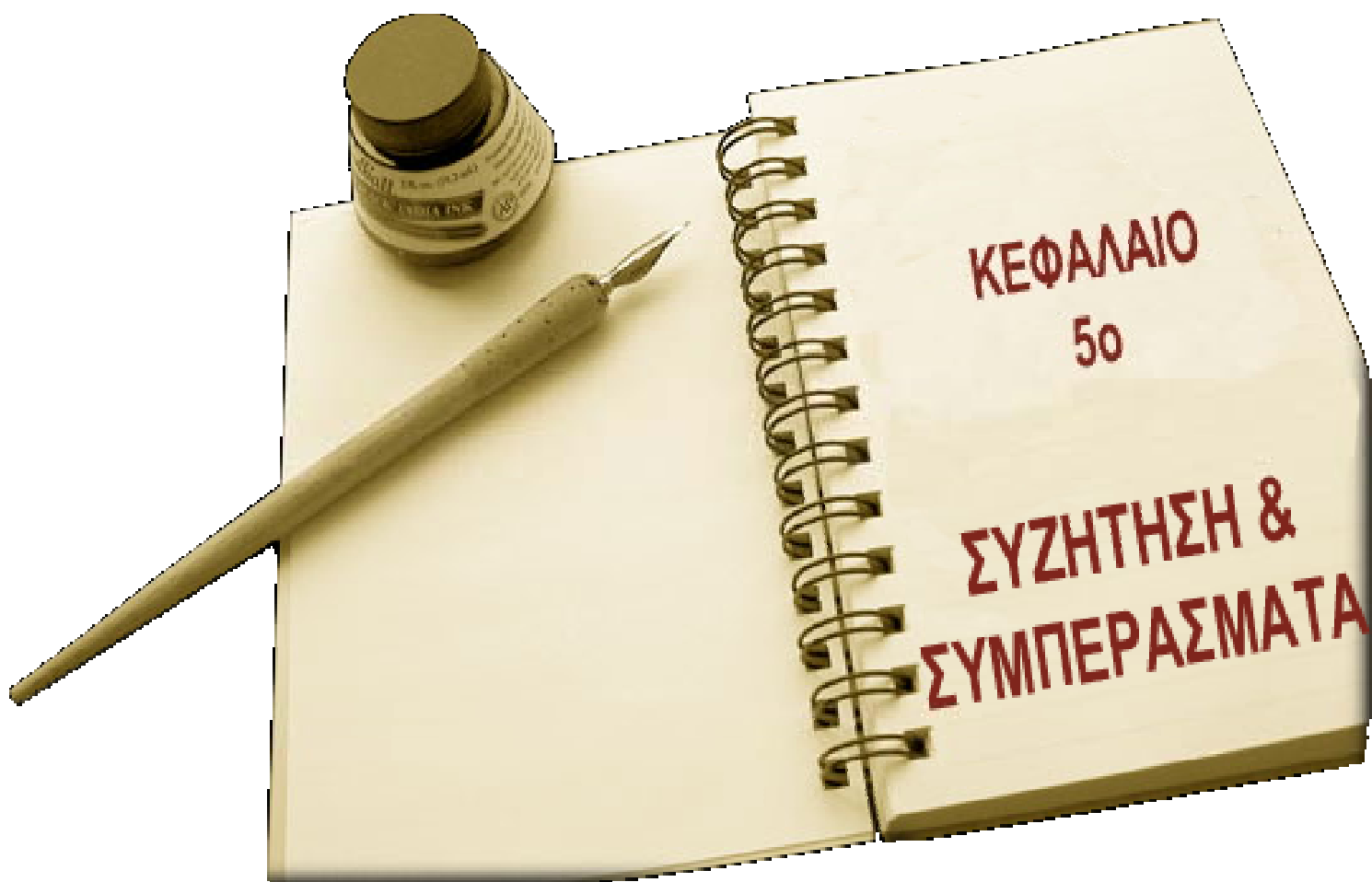
	ΔΙΑΜ. 16	ΔΙΑΜ. 17	ΔΙΑΜ. 18	ΔΙΑΜ. 19	ΔΙΑΜ.20	ΔΙΑΜ.21	ΔΙΑΜ.22	ΔΙΑΜ.23
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑ Τ.</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	0 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	11,9	10,7	11,3	11,1	11,2	10,7	10,3	10,6
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	11,2	10,0	10,7	10,6	10,8	10,0	9,5	10,0

	ΔΙΑΜ.9	ΔΙΑΜ.10	ΔΙΑΜ.11	ΔΙΑΜ.12	ΔΙΑΜ.13	ΔΙΑΜ.14	ΔΙΑΜ.15
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	11,7	10,8	9,6	10,0	9,7	10,4	10,6
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ Υ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	11,0	10,2	9,0	9,5	9,1	9,9	10,0



	ΔΙΑΜ.24	ΔΙΑΜ.25	ΔΙΑΜ.26	ΔΙΑΜ.27	ΔΙΑΜ.28	ΔΙΑΜ.29	ΔΙΑΜ.30
<b>ΧΩΡ.ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ</b>	2 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΧΩΡ.ΥΠΝΟΔΩΜΑΤ.</b>	2 ppm	0 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm	1 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΩΝ ΝΤΟΥΛΑΠΙΩΝ ΚΟΥΖΙΝΑΣ</b>	1 ppm	0 ppm	0 ppm	2 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΑ ΤΗΣ ΝΤΟΥΛΑΠΑΣ ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ</b>	3 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	0 ppm	1 ppm	1 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C</b>	18,5	17,5	18,2	17,9	17,0	17,2	18,4
<b>ΧΩΡ. ΚΑΘΙΣΤΙΚΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΧΩΡ. ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟΥ ΕΠΕΙΤΑ ΑΠΟ 30' ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm
<b>ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΑΕΡΙΣΜΟ</b>	17,1	17,2	17,9	17,2	16,7	16,8	18,0





ΚΕΦΑΛΑΙΟ  
5ο

ΣΥΖΗΤΗΣΗ &  
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ



## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά, τα υλικά που συναντήσαμε στα 30 νεόδμητα διαμερίσματα στα οποία πραγματοποιήσαμε την έρευνα αυτή ήταν ποικίλα. Μεταξύ των οποίων διακρίναμε την επενδεδυμένη μοριοπλάκα και την ινοπλάκα σε έπιπλα, πλαστικά και συγκολλητική κόλλα πλακιδίων. Όλα τα παραπάνω υλικά είναι ορισμένα που πιθανόν να ευθύνονται για τις συγκεντρώσεις της φορμαλδεΐδης στις κατοικίες. Επίσης τα διαμερίσματα ήταν φρεσκοβαμμένα και σε μερικά από αυτά είχε τοποθετηθεί πρόσφατα μονωτικό υλικό. Όλα τα διαμερίσματα στα οποία κάναμε μετρήσεις είχαν σχεδόν τα ίδια τετραγωνικά μέτρα και επιλέχθηκε να είναι κατοικημένα από 0 έως 3 μήνες.

Μελετώντας τις μετρήσεις διαπιστώσαμε ότι κύριος παράγοντας για την αύξηση του ποσοστού της φορμαλδεΐδης που εμπεριέχεται στον εναέριο εσωτερικό χώρο των κατοικιών είναι η θερμοκρασία. Η εκπομπή της σε υψηλή θερμοκρασία συγκέντρωνε τα υψηλότερα ποσοστά, αντιθέτως κατά την πτώση της τους χειμερινούς κυρίως μήνες τα ποσοστά είχαν σημαντική μείωση. Ανησυχητικό και άξιο προβληματισμού ήταν το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος των κατοικιών είχε ξεπεράσει κατά πολύ τα ανώτερα επιτρεπτά όρια, εκτός βέβαια από λίγες μεμονωμένες περιπτώσεις όπου τα ποσοστά κυμαίνονταν κοντά στα όρια που έχουν θεσπιστεί από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

Ένα ακόμη αξιοσημείωτο γεγονός υπήρξε είναι ότι εσωτερικά των ντουλαπιών και των ντουλαπών όπου επρόκειτο να τοποθετηθούν ή είχαν τοποθετηθεί τρόφιμα, μαγειρικά σκεύη και ενδύματα, προϊόντα που έρχονται σε άμεση καθημερινή επαφή με τον άνθρωπο, είχαν κατασκευαστεί κατά τον κύριο όγκο τους από επενδεδυμένη μοριοπλάκα. Ορισμένες μετρήσεις είχαν ξεπεράσει τραγικά τα όρια, παίρνοντας ενδείξεις πολύ μεγαλύτερες ακόμη και από τα 10 ppm. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει τόσο την άγνοια και την αδιαφορία των κατασκευαστών για νέα υλικά ή προϊόντα κλάσης E<sub>1</sub> όσο και των αγοραστών πάνω σε αυτό το επικίνδυνο για την υγεία μας ζήτημα.

Το σύγχρονο αυτό φαινόμενο του παθογόνου κτιρίου, αν και είναι άκρως ανησυχητικό, δεν πρέπει να μας πανικοβάλλει διότι υπάρχουν τρόποι μείωσης των



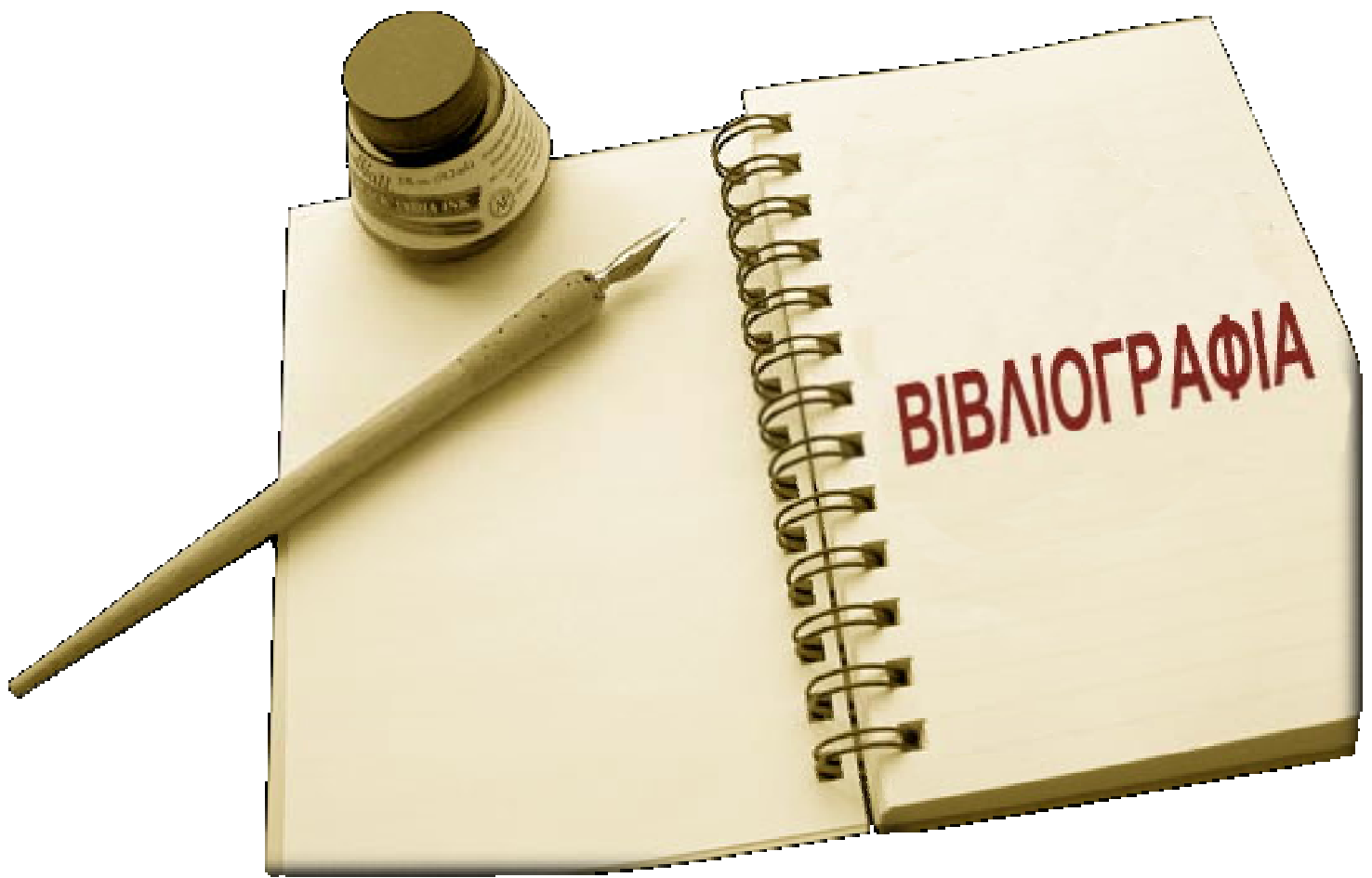
ποσοστών των ρύπων εσωτερικού χώρου που αναπνέουμε τόσο από την πλευρά των κατασκευαστών όσο και από την πλευρά των καταναλωτών. Τον κύριο λόγο για τη μείωση του ποσοστού της ουσίας στα συγκολλημένα προϊόντα ξύλου έχουν κυρίως οι βιομηχανίες παραγωγής τους. Ορισμένοι από τους τρόπους παρατίθενται κάτωθι:

- συγκολλητικές ουσίες με μικρό μοριακό λόγο φορμαλδεΐδης/ουρίας
- χρήση δεσμευτικών της φορμαλδεΐδης
- χρήση διαλυτών
- επικάλυψη ή βαφή χρωμάτων 2 συστατικών των γυμνών μοριοπλακών
- επεξεργασία με χρήση αμμωνίας κατά την παραγωγή (δαπανηρή μέθοδος)
- τέλος με συνεχή έλεγχο της διαδικασίας παραγωγής έτσι ώστε να επιτευχθεί η διατήρηση των ορίων σε λογικά επίπεδα

Σαν καταναλωτές μπορούμε να βοηθήσουμε για πιο υγιεινό περιβάλλον στο σπίτι μας με τους εξής τρόπους:

- αγορά σύνθετων προϊόντων ξύλου των κλάσεων E<sub>1</sub> ή ακόμα καλύτερα E<sub>0</sub>.
- συχνός και επιμελημένος αερισμός των κατοικιών.
- μείωση έως και αποφυγή του καπνίσματος στους εσωτερικούς χώρους
- αποφυγή ακραίων θερμοκρασιών
- διατήρηση της σχετικής υγρασίας σε σταθερά επίπεδα
- και διαρκής ενημέρωση για νέα προϊόντα με χαμηλή κλάση φορμαλδεΐδης καθώς και άσκηση πίεσης στους κατασκευαστές για παραγωγή αυτών.

Εν κατακλείδι, παρατηρούμε επίσης πως η εισαγωγή φρέσκου αέρα για λίγα μόνο λεπτά, με τον πιο απλό και ανέξοδο τρόπο, τον οποίο όλοι μπορούμε καθημερινά να εφαρμόσουμε, τον αερισμό, είναι ικανή για να μειώσει σημαντικά το ποσοστό της φορμαλδεΐδης που εμπεριέχεται στον αέρα και αναπνέουμε εν αγνοία μας τις πρώτες μέρες εγκατάστασής μας στη νέα μας κατοικία.





## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μαντάνης, Γ. Ι. και Μαρκεσίνη, Ε. 1998. Έκλυση φορμαλδεΐδης από συγκολλημένα ξύλου – παρούσα κατάσταση. Ξύλο & Έπιπλο 169:63-69.
- Παπαδόπουλος, Γ. 2006. Υγεία-ψυχολογία, Φορμαλδεΐδη: Κρυφός ρυπαντής του σπιτιού μας.
- Τσουμής Γ. Θ. 1983. Επιστήμη και Τεχνολογία του Ξύλου, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη. 421-438.
- Φιλίππου Ι. 1986. Χημική Τεχνολογία του Ξύλου, ΑΠΘ. Θεσσαλονίκη.
- 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 299:23.
- Brown, S. 2000. New home owners breathe toxic cocktail. Media release ref. 2000/257. Commonwealth Scientific & Industrial Research Organization (CSIRO), Melbourne, Australia.
- Crump D. Sources of concentrations of volatile organic compounds in the indoor air of U.K. homes. Proceedings of VOCs in the Environment, London, 7-9 November 1995 , p. 235-246.
- 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 evaluation on Carcinogenicity to humans. As evaluated in IARC monographs, Vol.1. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.
- Molhave L. Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Indoor Air 1991, 4(1), 357-76.
- 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.



WHO 1987. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No. 23, Copenhagen, Denmark, World Health Organization, Regional Office for Europe Pollution Control Assoc. 36,698-704.

Wu, P., Li, Y., Lee, C., Chiang, C., Su, J. 2003. Risk assessment of formaldehyde in typical office buildings in Taiwan. Indoor Air 13:359-363.

Zimmermann et al. (1978).

Ιστοσελίδα: [www.formacare.org](http://www.formacare.org)





## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Στα πλαίσια της έρευνας αυτής κρίναμε σκόπιμο να συντάξουμε ένα ερωτηματολόγιο το οποίο να απευθύνεται σε ένα τυχαίο πληθυσμό ανθρώπων στην περιοχή της Καρδίτσας και των Τρικάλων με σκοπό να διαπιστώσουμε την κατάσταση που επικρατεί στο καταναλωτικό κοινό.

Το ερωτηματολόγιο το οποίο συντάξαμε παρατίθεται παρακάτω:

### ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ

*Ανδρας:..... Γυναίκα :.....*

*Καρδίτσα:..... Τρίκαλα : .....*

*Ηλικία : <25..... 25-30..... 35-50 ..... >50.....*

*Επίπεδο σπουδών : Δημοτικού..... Γυμνασίου....Λυκείου.....ΑΕΙ/ΤΕΙ.....*

*Ηλικία οικίας : <1 ετ. .... 2-5 ετ. .... 5-15 ετ. .... >15 ετ. ....*

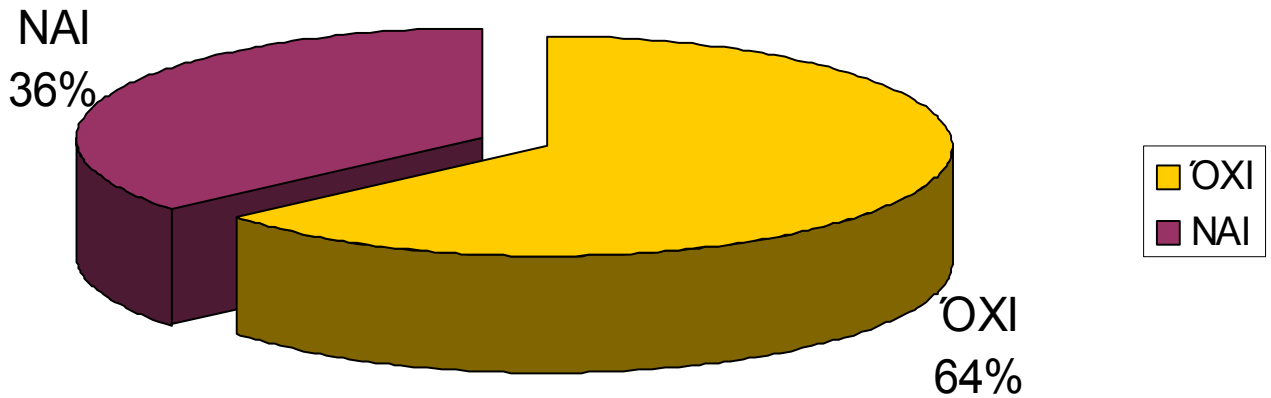
- 1. Γνωρίζετε ή έχετε ακούσει ποτέ (από εφημερίδα, TV, ραδιόφωνο) τι είναι η φορμαλδεΐδη ;*
- 2. Πόσο συχνά και πότε κάνετε «εξαερισμό» στο σπίτι ή το διαμέρισμά σας ;*
- 3. Γνωρίζετε ποια προϊόντα (που υπάρχουν μέσα στο σπίτι σας) εκπέμπουν φορμαλδεΐδη ;*
- 4. Γνωρίζετε τι επιπτώσεις μπορεί να επιφέρει η φορμαλδεΐδη στην υγεία;*
- 5. Αν γνωρίζατε ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης είναι επιβλαβείς για την υγεία, θα αλλάζατε τον τρόπο τελικής επιλογής των επίπλων σας ;*
- 6. Ζητάτε να ενημερωθείτε από τους κατασκευαστές της κουζίνας ή των επίπλων σας για την ποιότητα των κατασκευών ή τα κυριότερα κριτήρια για εσάς είναι η τιμή ή η εξωτερική εμφάνιση ;*



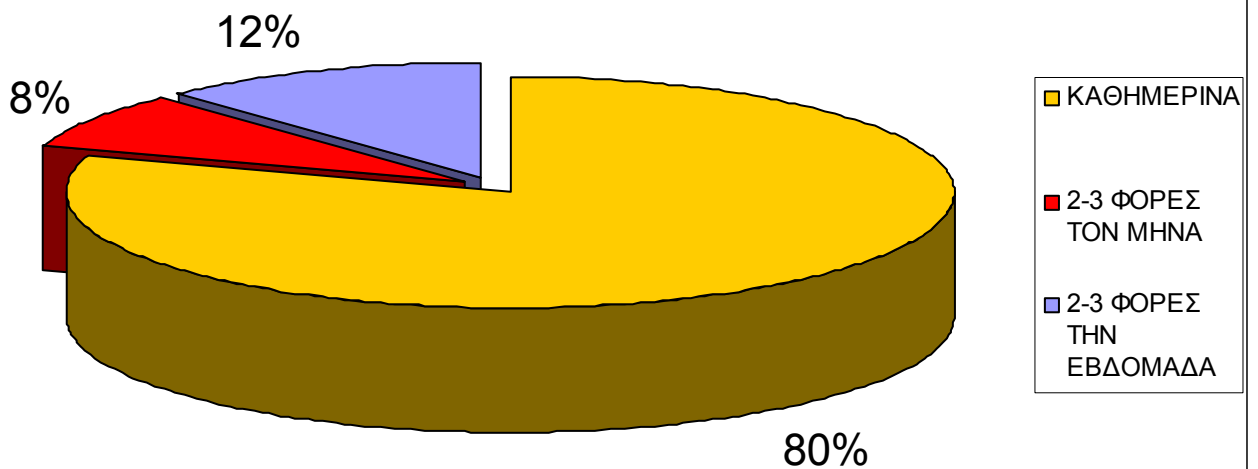


Τα στοιχεία τα οποία συλλέξαμε παρουσιάζονται με γραφήματα εν συνεχεία:

## ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ;

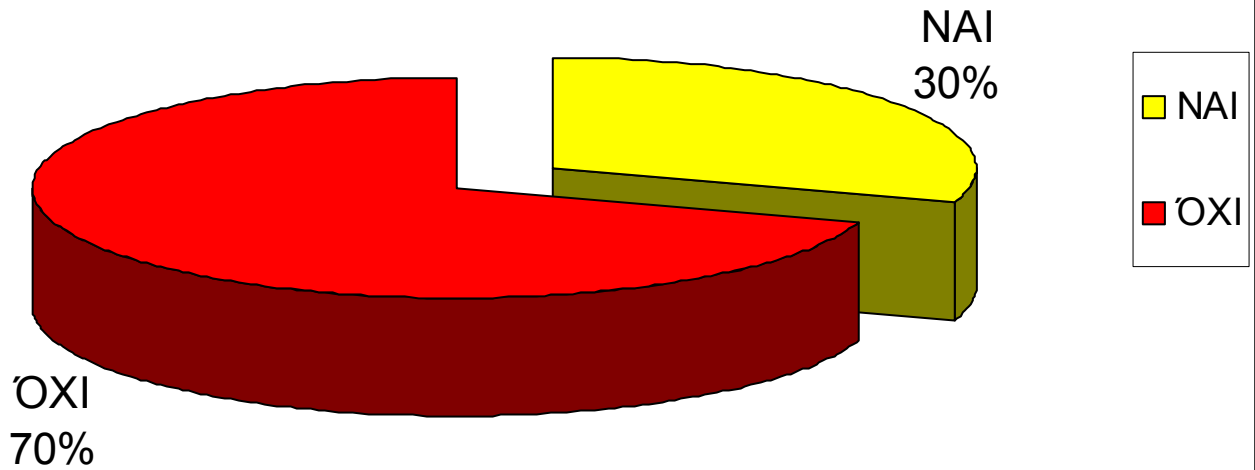


## ΠΟΣΟ ΣΥΧΝΑ ΚΑΝΕΤΕ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟ ΣΤΟ ΣΠΙΤΙ Ή ΤΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΣΑΣ ;

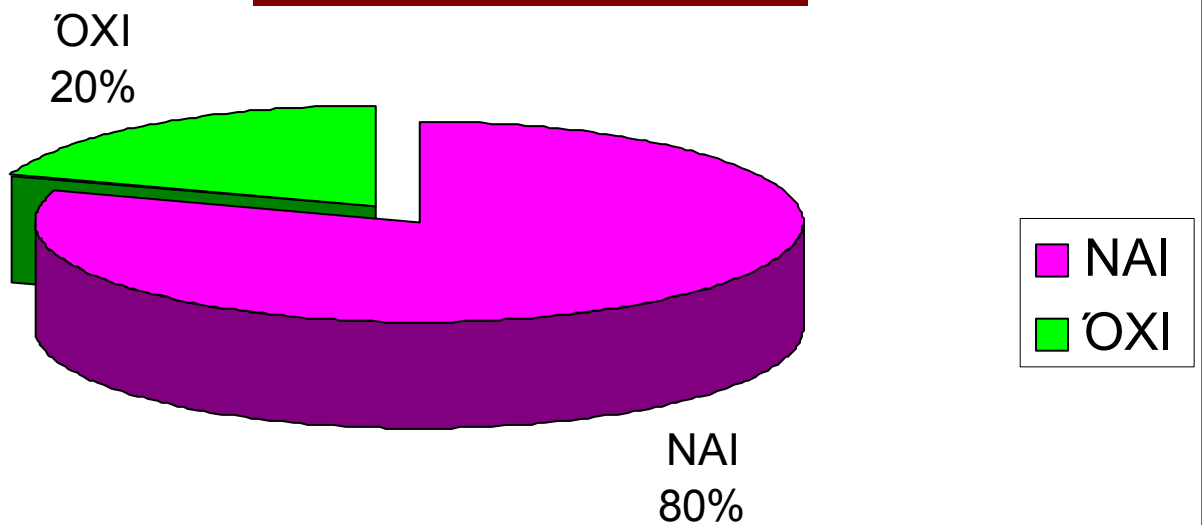




## ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΠΟΙΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΕΚΠΕΜΠΟΥΝ ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ ;

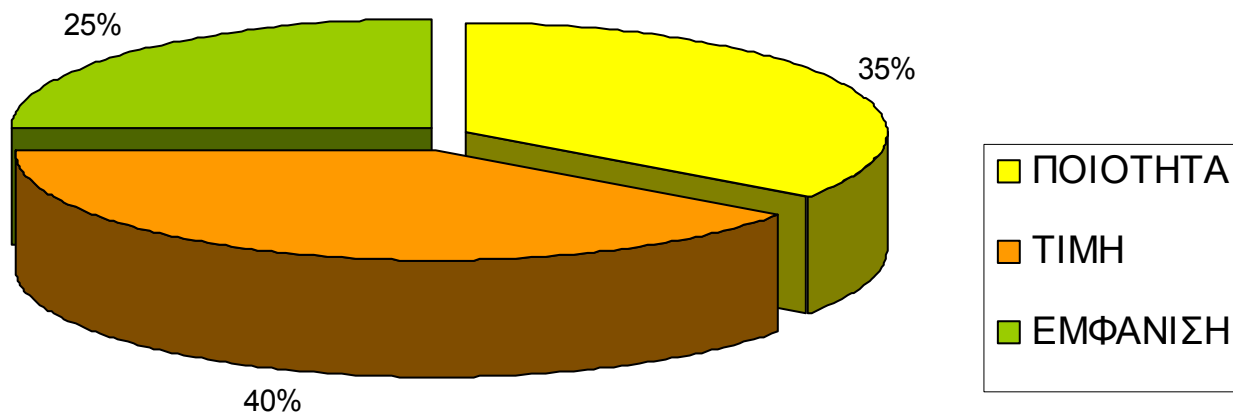


## ΓΝΩΡΙΖΕΤΕ ΤΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΠΙΦΕΡΕΙ Η ΦΟΡΜΑΛΔΕΪΔΗ ;

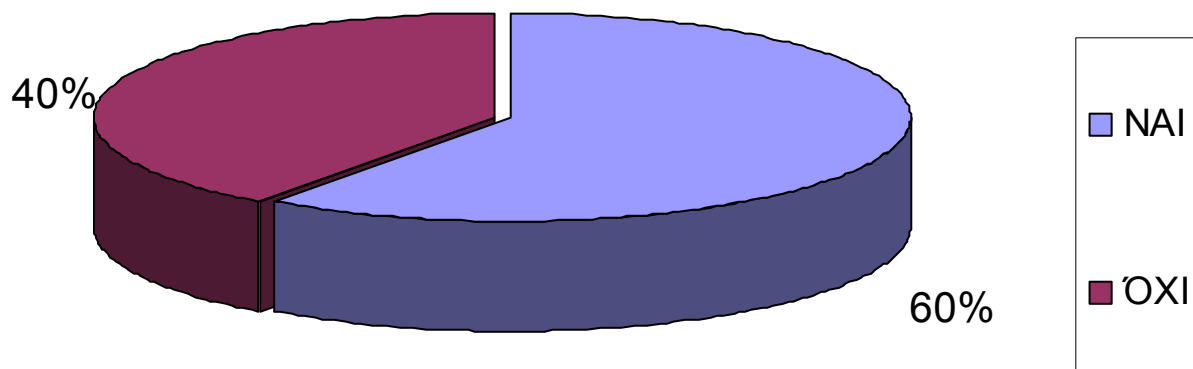




## ΜΕ ΠΟΙΟ ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΓΙΝΕΤΕ Η ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΛΩΝ ΣΑΣ ;



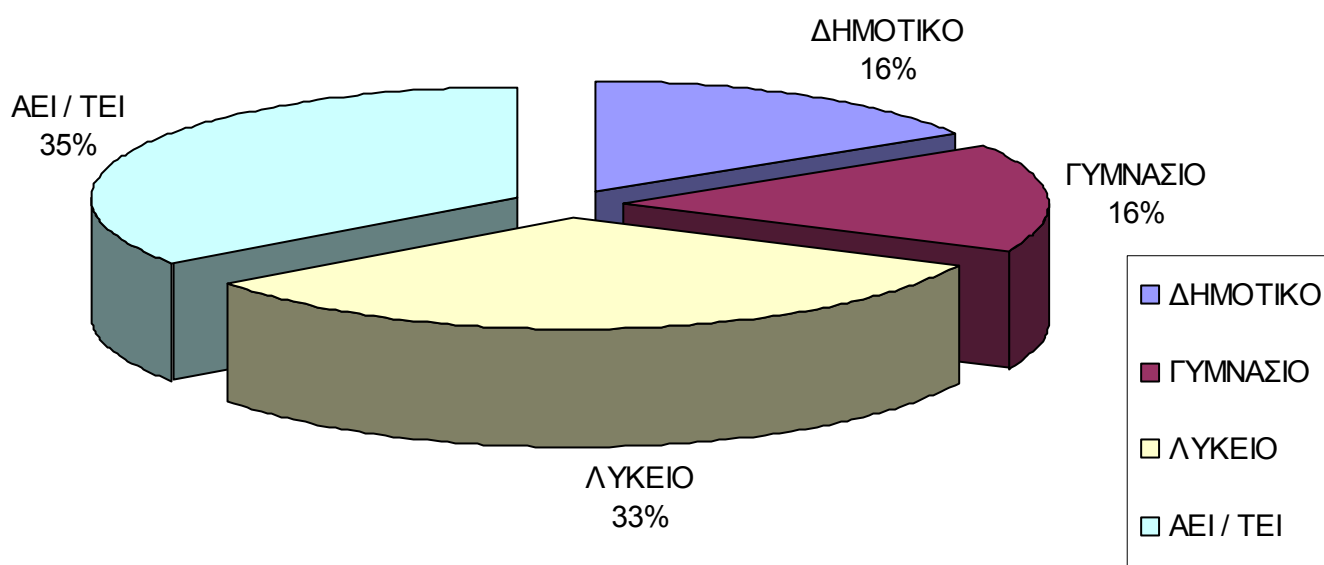
## ΓΝΩΡΙΖΟΝΤΑΣ ΟΤΙ ΟΙ ΥΨΗΛΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ ΕΠΙΦΕΡΟΥΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΘΑ ΑΛΛΑΖΑΤΕ ΤΟ ΤΡΟΠΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΤΩΝ ΕΠΙΠΛΩΝ ΣΑΣ ;



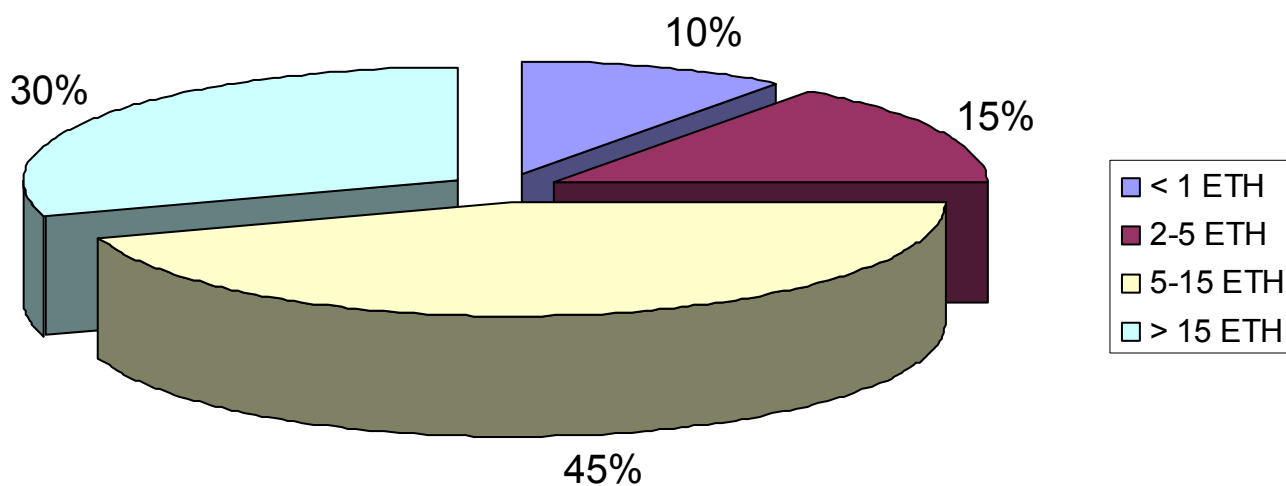


Επίσης καταγράψαμε κάποια επιπρόσθετα στοιχεία που κρίναμε απαραίτητα όπως το μορφωτικό επίπεδο των ερωτηθέντων, έτσι ώστε να κατανοήσουμε κατά πόσον η μόρφωση παίζει σημαντικό ρόλο στην ενημέρωση του συγκεκριμένου θέματος και την ηλικία των κατοικιών.

## ΜΟΡΦΩΤΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΩΝ



## ΗΛΙΚΙΑ ΟΙΚΙΩΝ ΤΩΝ ΕΡΩΤΗΘΕΝΤΩΝ







Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή εργασία μας οφείλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μας κ. Μαντάνη Γ. και κ. Νταλό Γ. που μας βοήθησαν για την περάτωση της παρούσας εργασίας.

Επιπλέον, ευχαριστούμε ιδιαίτερα τους κατασκευαστές και ενοίκους των κατοικιών όπου έγιναν οι μετρήσεις της παρούσας ερευνητικής εργασίας.

