



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ, Α΄ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΗΣ
ΑΝΑΤΟΜΙΚΗΣ**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ ΜΕ
ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

MSc: “Environment and Health. Capacity building for decision making”

Επιστημονική Υπεύθυνη και Διευθύντρια ΠΜΣ:

Αν. Καθ. Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

**«Το Άρρωστο κτίριο ως Παράγοντας Επίδρασης στο Ανθρώπινο
Περιβάλλον»**

“Sick Building Syndrome as a Factor Effecting on Human Environment ”

Όνομα: Αυλωνίτου Αγγελική- Ευτυχία

Αρ. Μητρώου: 2010687

Επάγγελμα: Επόπτης Δημόσιας Υγείας

Επιβλέπων: Δρ Καλαχάνης Κωνσταντίνος

ΑΘΗΝΑ 2014

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ
ΘΕΜΑΤΩΝ ΜΕ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ»**

«Environment and Health. Capacity building for Decision Making»

Επιστημονική υπεύθυνη και Διευθύντρια: Αν. Καθ. Π. Νικολοπούλου-Σταμάτη

Τίτλος Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας

***«Το Άρρωστο κτίριο ως Παράγοντας Επίδρασης στο Ανθρώπινο
Περιβάλλον »***

“Sick Building Syndrome as a Factor Effecting on Human Environment”

Όνομα: Αυλωνίτου Αγγελική - Ευτυχία

Αριθμός μητρώου: 2010687

Ιδιότητα: Επόπτης Δημόσιας Υγείας

Τριμελής επιτροπή ΜΔΕ:

**Επιβλέπων: Καλαχάνης Κωνσταντίνος, Δρ Φιλοσοφίας Πανεπιστημίου Αθηνών,
Επιστημονικός Συνεργάτης, Τμήμα Φυσικής Πανεπιστημίου Αθηνών**

**Πρόεδρος: Πολυξένη Νικολοπούλου-Σταμάτη, Καθηγήτρια Ιατρικής Σχολής
Πανεπιστημίου Αθηνών**

**Μέλος: Πρωτόπαππα Ευαγγελία ,Καθηγήτρια Τμήματος Αισθητικής και
Κοσμητολογίας ΤΕΙ Αθηνών**

ΑΘΗΝΑ 2014

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ : ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

1. Επιδράσεις του περιβάλλοντος στην υγεία κατά τον Ιπποκράτη.....σ.7
2. Το «Ηλιακό Σπίτι» του Σωκράτησ.8
3. Η τυπική αρχαία οικία.....σ.9
4. Αρχές Πολεοδομίας στην αρχαιότητα.....σ.11
5. Συστήματα Ύδρευσης στην αρχαιότητα.....σ.14
6. Υδραγωγεία.....σ.19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ : ΤΟ “ΑΡΡΩΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ”

1. Η Ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων.....σ.22
2. Το Σύνδρομο του Άρρωστου κτιρίου (Sick Building Syndrome).....σ.25
- 2.1 Βιολογικοί Παράγοντες:.....σ.27
 - Α..Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τα αυξημένα επίπεδα υγρασίας..σ.28
 - Β.. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι από τον αέρα.....σ.28
 - Γ .Μικροοργανισμοί προερχόμενοι από τα καλλωπιστικά φυτά.....σ.29
 - Δ . Μικροοργανισμοί προερχόμενοι από τα κατοικίδια ζώα.....σ.29
 - Ε. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι από τον άνθρωπο.....σ.29
 - ΣΤ. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι από συστήματα κλιματισμού.....σ.29
 - Ζ. Ακάρεα της οικιακής σκόνης.....σ.30
 - Η. Γύρη.....σ.30
 - Θ. Τρίχες και απολεπίσεις διαφόρων ζωϊκών οργανισμών.....σ.31

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ

- Ιοί.....σ.32
- Μικροοργανισμοί.....σ.32
- Ακάρεα.....σ.32
- Γύρη.....σ.32
- Τρίχες και απολεπίσεις του δέρματος.....σ.32

2.2 Φυσικοί παράγοντες

- Θερμική άνεση.....σ.33
- Θερμοκρασία του αέρα.....σ.34
- Σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα.....σ.36
- Αερισμός: 1.Φυσικός αερισμός και 2.Μηχανικός αερισμός.....σ.37
- Φωτισμός- Οπτική άνεση.....σ.39
- Θόρυβος.....σ.40

2.3 Χημικοί παράγοντες

- Αμύαντος :σ.41
- Τεχνητές ορυκτές ύλες:.....σ.43
- Φορμαλδεΐδη :σ.44
- Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds –VOCs) : .σ.45
- Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO):.....σ.46
- Διοξείδιο του άνθρακα:σ.46
- Τα οξείδια του αζώτου (NO-NO₂):σ.46
- Διοξείδιο του θείου:.....σ.46
- Όζον :σ.47
- Παθητικό κάπνισμα :σ.47
- Σωματίδια μικρής διαμέτρου (PM 2,5 , PM 10).....σ.47
- Δομικά υλικά:.....σ.48-51

2.4 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

- Φυσικές πηγές ακτινοβολίας : α) Ραδόνιο.....σ.54-56
β)Κοσμική ακτινοβολία.....σ.56-57
Ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας: α) Ιονίζουσα.....σ.57
β)μή Ιονίζουσα ακτινοβολία.....σ.57-58

2.5 Εγκαταστάσεις Ύδρευσης

- 1.Χρήση Μετάλλων στα συστήματα ύδρευσης.....σ.58
- 2.Απολύμανση Νερού.....σ.62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ : Στοιχεία Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής

- 1.Η σημασία της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής.....σ.64
2. Βασικές αρχές Βιοκλιματικού κτιρίου.....σ.65

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έχει παρατηρηθεί ,ότι ο αέρας μέσα στα κτίρια μπορεί να ρυπαίνεται λόγω του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου, το οποίο επηρεάζει άμεσα την ποιότητα του εσωτερικού και κατ' επέκτασιν την υγεία και την άνεση των ανθρώπων που ζουν εκεί. Ένα από τα αποτελέσματα που μπορεί να προκύψουν λόγω της εσωτερικής ρύπανσης είναι το σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου (Sick Building Syndrome). Η μακροχρόνια παραμονή σε ένα άρρωστο κτίριο μπορεί να προκαλέσει λοιμώξεις και ασθένειες. Η αιτιολογία του συνδρόμου αυτού οφείλεται στην κακή ποιότητα του αέρα, που προκύπτει από την κατασκευή στεγανών κτιρίων, την αναποτελεσματική συντήρηση των συστημάτων αερισμού, θέρμανσης, κλιματισμού, την άναρχη δόμηση και κυρίως εξαιτίας της άγνοιας και της αδιαφορίας των υπευθύνων. Ο αέρας που κυκλοφορεί σε όλο το κτίριο είναι δύσκολο να ελεγχθεί και να παρακολουθηθεί σε συνεχή βάση. Σκοπός της εργασίας μου είναι ο προσδιορισμός των βλαπτικών παραγόντων που ευθύνονται για την ρύπανση των εσωτερικών χώρων και η πρόληψη ή καταπολέμηση του φαινομένου με τεχνικές επίλυσης. Οι ρύποι μπορεί να είναι εσωτερικοί (έκλυση ουσιών από δομικά στοιχεία, έπιπλα, χρώματα, μούχλα, κάπνισμα) αλλά και εξωτερικοί (εισροή ρύπων από την ατμόσφαιρα).

Είναι χαρακτηριστικό ότι το ζήτημα ενός υγιεινού χώρου κατοικίας έχει τεθεί από την αρχαιότητα από τον μεγάλο ιατρό Ιπποκράτη. Στο έργο του έχει ερευνήσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που υφίστανται οι άνθρωποι από βλαβερούς παράγοντες που οφείλονται στην ακατάλληλη δόμηση (αερισμό , τοποθεσία , ποιότητα υδάτων). Στην αρχαιότητα, η δόμηση των κτιρίων, διεπόταν απο τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Η τυπική αρχαία οικία δεν ήταν εντυπωσιακή, καθώς οι κατασκευαστές παρατηρούσαν την φύση και αξιοποιούσαν όλες τις παραμέτρους της προς όφελος της υγείας τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι το Ηλιακό σπίτι του Σωκράτη. Εκτός αυτού, γνώριζαν πως έπρεπε να χωροθετηθούν οι οικίες τους, με ξεχωριστό παράδειγμα τις οικίες της Ολύνθου. Για την δημιουργία των οικισμών τους, επέλεγαν περιοχές οι οποίες βρίσκονταν κοντά σε υδάτινους πόρους, με σκοπό να εξασφαλίσουν την ύδρευση και άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων του, πραγματοποιώντας μάλιστα πολλά αρδευτικά έργα. Η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί , βασίζεται στην μελέτη των πορισμάτων της σύγχρονης έρευνας, τα οποία σε μεγάλο βαθμό τεκμηριώνουν την Ιπποκρατική διδασκαλία. Αναδεικνύεται με αυτόν τον τρόπο το ζήτημα των επιπτώσεων στην υγεία, από την ρύπανση εσωτερικών χώρων , το οποίο είχε ήδη τεθεί στα Ιπποκρατικά κείμενα.

ABSTRACT

It has been observed that the air inside buildings can be polluted from the outdoor air, which has also impacts on human health and comfort of those living in it. One of the results that may occur due to indoor pollution is the Sick Building Syndrome. Long-term staying in a sick building can cause infections and diseases. The aetiology of this syndrome is due to poor air quality, which results from the construction of the bulkhead buildings, inefficient maintenance of ventilation systems, heating, air-conditioning, the urban sprawl and mainly due to the ignorance and indifference of those responsible. The air circulating throughout the building is difficult to control and monitor on an ongoing basis. The purpose of my work is the a) identification of harmful factors responsible for indoor air pollution, b) prevention and c) conformation the phenomenon by appropriate solutions. These pollutants can be internal (release of substances from components , furniture, paint , mold , smoking) and external (input of pollutants from the atmosphere).

The issue of a healthy area of residence has concerned people since ancient times as it has been supported by the great physician Hippocrates. In his work Hippocrates studied the environmental effects experienced by people from noxious agents due to improper building (ventilation , location, water quality). Also, in ancient times , the construction of buildings was guided by the principles of bioclimatic architecture. The typical ancient house was not impressive, but the manufacturers of that era, observed natural phenomena and took into account all parameters for the benefit of their health. A typical example of bioclimatic architecture is the solar house of Socrates. Besides, they knew that had to make border to homes, a method applied in Olynthus . To create their settlements, they chose areas close to water sources , in order to ensure water supply and irrigation of farmland. The methodology which will be followed, is based on the study of the findings of modern research which largely documents the Hippocratic teaching. We thus examine the issue of health effects from indoor pollution, an issue that had already been examined in Hippocratic texts.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΡΧΑΙΟΤΗΤΑ

Εισαγωγή

Σημαντικό τμήμα του πολιτισμού των αρχαίων Ελλήνων ήταν η κατασκευή κτηρίων και μνημείων, τα οποία έχουν αφήσει το στίγμα τους στην παγκόσμια πολιτιστική κληρονομιά. Το γεγονός όμως της κατασκευής ναών δεν σημαίνει ότι οι αρχαίοι μας πρόγονοι δεν ασχολήθηκαν και με την κατασκευή κτηρίων, τα οποία εξασφάλιζαν μία αξιοπρεπή διαβίωση, πληρώντας παράλληλα τις συνθήκες υγιεινής. Ήδη στην αρχαία ελληνική σκέψη ήταν διάχυτη η πεποίθηση ότι ο άνθρωπος είναι ένα αναπόσπαστο τμήμα του περιβάλλοντος στο οποίο κατοικεί. Κατά συνέπεια η κατασκευή του χώρου που ζει, θα πρέπει να λαμβάνει υπ' όψιν τις επιπτώσεις που θα έχει αυτός ο χώρος στην υγεία. Στόχος του κεφαλαίου αυτού, είναι ακριβώς να δειχθούν βασικές αρχές δόμησης κτηρίων, οι οποίες υπήρχαν στην αρχαιότητα. Αρχικά θα γίνει λόγος για τις πιο σημαντικές απόψεις του Ιπποκράτη για την σχέση περιβάλλοντος και ανθρώπινης υγείας. Έπειτα, θα γίνει περιγραφή του Ηλιακού Σπιτιού του Σωκράτη, ενός προτύπου «βιοκλιματικού σπιτιού» της αρχαιότητας, ενώ στη συνέχεια θα εξετασθεί η τυπική αρχαία οικία, με ιδιαίτερη αναφορά στα σπίτια της αρχαίας Θήρας και της Ολύθνου. Επειδή όμως μία βασική επίδραση στην ανθρώπινη υγεία προέρχεται από το νερό, είναι απαραίτητο να γίνει λόγος για τα σημαντικότερα συστήματα ύδρευσης των αρχαίων Ελλήνων –και ιδιαίτερα για τα υδραγωγεία- τα οποία υπήρξαν σημαντικοί παράγοντες για την βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των αρχαίων προγόνων μας.

1. Επιδράσεις του περιβάλλοντος στην υγεία κατά τον Ιπποκράτη

Ο σπουδαίος ιατρός της αρχαιότητας Ιπποκράτης (460-370 π.Χ.) ήταν ο πρώτος που επισήμανε την σημασία που διαδραματίζει το περιβάλλον στην ανθρώπινη υγεία. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο Ιπποκράτης συνέγραψε και το βιβλίο «Περί αέρων, υδάτων, τόπων» στο οποίο μελέτησε τους βασικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την υγεία και την ευεξία του ανθρώπου. Σκοπός του ήταν η επιλογή ενός τόπου κατοικίας ή εγκατάστασης κάθε δραστηριότητας να προάγει την ανθρώπινη υγεία.

Αναλυτικότερα, ο ιατρός αποδίδει μεγάλη σημασία στον ρόλο που έχει η ποιότητα του αέρα στην υγεία. Είχε συνδέσει μάλιστα την εμφάνιση ασθενειών με την παρουσία βλαβερών στοιχείων στον αέρα Ιπποκράτης, *Περί φυσών*, 6, 16-18. Στις περιπτώσεις που μεγάλος αριθμός ανθρώπων, είχε προσβληθεί από την ίδια ασθένεια, τότε το αίτιο θα έπρεπε να αναζητηθεί σε ότι κοινότερο υπήρχε στον εισπνεόμενο

αέρα. Από τις παρατηρήσεις του ο Ιπποκράτης είχε συμπεράνει, ότι για να καθοριστούν τα αίτια μίας ασθένειας έπρεπε πρώτα να εξετασθεί η έκθεση των ανθρώπων σε περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως ο αέρας. Σύμφωνα με αυτόν, η ποιότητα του αέρα στον οποίο εκτίθενται οι άνθρωποι αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την επιλογή της τοποθεσίας που πρόκειται να οικοδομηθούν οι πόλεις.

Εκτός από τον αέρα, ο Ιπποκράτης εφιστά την προσοχή και στην παρατήρηση της ποιότητας των υδάτων, λόγω της διαρκούς έκθεσης του ανθρώπου σε αυτά. Ο υπεύθυνος παράγοντας για τις επιπτώσεις των υδάτων στην υγεία, θεωρείται η ποιότητα του εδάφους από το οποίο προέρχονται (Ιπποκράτης, *Περί φύσιος ανθρώπου*, 9, 11-13). Είναι χαρακτηριστικό ότι ο Ιπποκράτης έχει επισημάνει πως ύδατα που προέρχονται από ορεινές περιοχές και θερμές πηγές και περιέχουν μέταλλα (χαλκός, θειάφι, άργυρος, χρυσός) ενδείκνυνται για θεραπευτικούς σκοπούς, παρά το γεγονός ότι ενίοτε προκαλούν προβλήματα σε απεκκριτικές λειτουργίες όπως η ούρηση (Ιπποκράτης, *Περί αέρων, υδάτων, τόπων*, 7, 36-39). Ο Ιπποκράτης προσθέτει επίσης ότι επιβλαβή είναι τα ύδατα που έχουν καυστική και σκληρή γεύση, εφαρμόζοντας με αυτό τον τρόπο τον ποιοτικό έλεγχο των χαρακτηριστικών των υδάτων (Καλαχάνης, 2011), τον οποίο έχει υιοθετήσει και η σύγχρονη επιστήμη, με πολύ προηγμένη βέβαια τεχνολογία και γνώση. Προφανές είναι, ότι η οικοδόμηση μίας κατοικίας ή μιας πόλης θα πρέπει να λαμβάνει υπόψιν την ποιότητα των υδάτων που υπάρχουν στην περιοχή.

Εκτός όμως από την ποιότητα του εισπνεόμενου αέρα και των υδάτων, ο Ιπποκράτης θεωρεί ότι στενή σχέση με την ανθρώπινη υγεία έχουν και οι εποχικές μεταβολές. Είχε συσχετίσει μάλιστα την εμφάνιση μεταβολών και ασθενειών στο ανθρώπινο σώμα, με τα μετεωρολογικά χαρακτηριστικά της κάθε εποχής του χρόνου. Θεωρούσε ότι η εναλλαγή των εποχών πρέπει να είναι ομαλή και τα καιρικά φαινόμενα να αντιστοιχούν στα χαρακτηριστικά κάθε εποχής. Αυτός ήταν και ο λόγος για τον οποίο υποστήριζε πως όταν το φθινόπωρο είχε αρκετές βροχές, τότε ο χειμώνας ήταν σχετικά ήπιος, ενώ συγχρόνως η άνοιξη και το καλοκαίρι θα έπρεπε να έχουν βροχές ανάλογες της φύσης τους (Ιπποκράτης, *Περί αέρων, υδάτων, τόπων*, 10,1-7)

Είναι σαφές επομένως, ότι ο Ιπποκράτης κατανοούσε πως το περιβάλλον έχει άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, γεγονός που σημαίνει ότι η χωροταξία των πόλεων είναι θεμελιώδους σημασίας, ώστε οι κάτοικοι να απολαμβάνουν μία υγιεινή ζωή.

2. Το «Ηλιακό Σπίτι» του Σωκράτη

Στην αρχαιότητα οι άνθρωποι ακόμη και με περιορισμένα μέσα -σε σχέση με τη σημερινή εποχή- προσπαθούσαν να επιτύχουν όσο το δυνατόν καλύτερες συνθήκες διαβίωσης. Είναι χαρακτηριστικό μάλιστα, ότι οι αρχαίοι Έλληνες διέπρεψαν στην κατασκευή κτηρίων, έχοντας σας προτεραιότητά τους την υψηλή ενεργειακή απόδοσή τους, θέτοντας έτσι τα θεμέλια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Χαρακτηριστική περίπτωση είναι ότι από τον 4^ο αι. π.Χ. ο Ξενοφών, στο έργο του *Απομνημονεύματα*, περιγράφει το «Ηλιακό Σπίτι» του Σωκράτη. Γράφει επ' αυτού ο

Ξενοφών: *Πρέπει άραγε, όποιος πρόκειται να έχει κατάλληλη οικία να βρει τον τρόπο να την κάνει όσο το δυνατόν πιο ευχάριστη για την κατοίκηση και χρήσιμη;» Και όταν αυτό γινόταν παραδεκτό, συνέχιζε : «Είναι, λοιπόν, ευχάριστο να είναι δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή το χειμώνα;» Και όταν συμφωνούσαν και σε αυτό, έλεγε: «Ο ήλιος λοιπόν στα σπίτια τα στραμμένα προς νότο λάμπει κάτω στα δωμάτια, ενώ το καλοκαίρι προχωρώντας πάνω από εμάς και από τις στέγες παρέχει σκιά. Επομένως, αν αυτά βέβαια είναι καλό να γίνονται έτσι, τα σπίτια που είναι στραμμένα προς το νότο πρέπει να χτίζονται ψηλότερα, για να μη μένει απέξω ο χειμωνιάτικος ήλιος, ενώ όσα βλέπουν προς βορά πρέπει να χτίζονται χαμηλότερα, για να μη δέρνονται από του κρύους ανέμους. Με μια λέξη, το σπίτι, στο οποίο μπορεί ο ιδιοκτήτης να βρει πολύ ευχάριστο καταφύγιο σε όλες τις εποχές και να τοποθετήσει ασφαλέστατα τα υπάρχοντά του, αυτή θα ήταν και η πιο ευχάριστη και όμορφη κατοικία (Ξενοφών, Απομνημονεύματα, ΙΙΙ, 8,9,2 κ.ε).*

Στο παραπάνω κείμενο επισημαίνεται από τον Σωκράτη ότι η σωστή κατασκευή μίας οικίας προϋποθέτει τα εξής: 1) να είναι δροσερή το καλοκαίρι και ζεστή τον χειμώνα, κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με τον ορθό προσανατολισμό. 2) πρέπει να αποτελεί έναν ευχάριστο χώρο, ο οποίος πέρα από στέγη θα πρέπει να παρέχει και μία καλή ποιότητα ζωής. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο κατά την αρχαιότητα ο σχεδιαστής μίας οικίας ή ενός ναού κατείχε υψηλό αξίωμα, καθώς η θέση του προϋπέθετε πολλές γνώσεις (Τσίππρας, 1996). Έπρεπε να γνωρίζει τους νόμους της φυσικής, αστρονομίας, αλλά και περιβάλλοντος, οι οποίοι συμβάλλουν στην διατήρηση της ανθρώπινης υγείας. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η μελέτη και η κατασκευή ενός σπιτιού είχε σα στόχο τη σωματική, ψυχική και πνευματική υγεία του ανθρώπου, αλλά και τον σεβασμό προς τη φύση.

3. Η τυπική αρχαία οικία

Οι Έλληνες κατά κύριο λόγο δεν έχτιζαν μεγάλα και εντυπωσιακά σπίτια, γεγονός το οποίο σχετιζόταν σε ένα βαθμό και με το ζεστό και ξηρό κλίμα του τόπου, που τους επέτρεπε να περνάνε αρκετό χρόνο έξω από αυτά. Αντίθετα, τα δημόσια κτίρια ήταν χτισμένα από πέτρα ή μάρμαρο, υλικά που τα καθιστούσαν όχι μόνο επιβλητικά, αλλά και ανθεκτικά στο χρόνο. Το αρχαίο σπίτι δεν ήταν χτισμένο από ανθεκτικά υλικά, όπως από τούβλα, αλλά από πέτρες, ωμούς πλίνθους και λάσπη. Οι κατασκευαστές χρησιμοποιούσαν για θεμέλια και βάσεις τοίχων την πέτρα, όπου πάνω τοποθετούσαν πλίνθους με ξηροδεσίες για να υψώσουν τους τοίχους. Οι στέγες είχαν κεραμίδια, αν και πολλές φορές αναφέρεται η ύπαρξη ταράτσας.

Χαρακτηριστικό δείγμα μίας τυπικής αρχαίας οικίας συναντάμε στην Θήρα (Εικόνα 1) όπου έχουν ανακαλυφθεί τριώροφες οικίες που χρονολογούνται ήδη από το 1600 π.Χ, των οποίων η ταράτσα ήταν καλυμμένη με πατημένο χώμα, το οποίο εξασφάλιζε θερμομόνωση (Συγκάς, 2007).



Εικόνα 1: ερείπια κατοικιών από τη Θήρα (πηγή: Wikipedia)

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό της τυπικής αρχαίας οικίας, ήταν η στενόμακρη είσοδος που οδηγούσε σε μία τετράπλευρη αυλή, όπου στο κέντρο της υπήρχε πηγάδι. Η είσοδος βρισκόταν στην ανατολική πλευρά και σπανιότερα στην νότια πλευρά του σπιτιού.

Από την άλλη πλευρά, ο βόρειος τοίχος γινόταν παχύτερος με λίγα ανοίγματα. Στην βόρεια πλευρά του σπιτιού φύτευαν αιθαλή δέντρα διότι το φύλλωμά τους εμποδίζει τον χειμωνιάτικο κρύο βόρειο άνεμο να πέσει απευθείας πάνω στο σπίτι. Στην νότια πλευρά φύτευαν φυλλοβόλα δένδρα, τα οποία παρείχαν το πλεονέκτημα ότι τον χειμώνα έπεφταν τα φύλλα τους και δεν εμποδίζουν τον ήλιο να ζεστάνει το σπίτι, ενώ το καλοκαίρι προσφέρανε όλη τους τη σκιά.

Η ευρεία χρήση των φυτών στα σπίτια δείχνει ότι οι αρχαίοι Έλληνες τα χρησιμοποιούσαν και για φυσικό κλιματισμό. Στις νότιες πόρτες και τα παράθυρα του σπιτιού έφτιαζαν μία προέκταση σκεπής, προσεκτικά σχεδιασμένη, ώστε το καλοκαίρι οι ακτίνες του ήλιου να εμποδίζονται να πέσουν μέσα στο σπίτι, ενώ τον χειμώνα όπου η τροχιά του ήταν χαμηλή, η προέκταση αυτή δεν εμποδίζει το εσωτερικό του σπιτιού να ζεσταίνεται. Σαν εναλλακτική λύση είχαν την χρήση κληματαριάς, συγκεκριμένου ύψους και πλάτους.

Το χρώμα του σπιτιού ήταν λευκό και είχε σαν στόχο να μειώσει την ζέστη που προερχόταν από τον ήλιο. Οι επιφάνειες των τοίχων προστατεύονταν από αργιλόχωμα ενισχυμένο με άχυρα και καλύπτονταν από λευκό ή χρωματιστό ασβεστοκονίαμα.

Από τόπο σε τόπο υπήρχαν διαφορές ως προς τον τύπο των σπιτιών στην αρχαιότητα. Βασικό κοινό τους χαρακτηριστικό ήταν η εσωτερική αυλή, η οποία αποτελούσε το κέντρο ζωής της οικογένειας, ενώ το έδαφός της είχε κάλυψη από πέτρες ή ψηφιδωτά. Η αυλή αποτελούσε το «αίθριο» του σπιτιού, το οποίο λειτουργούσε ως βασική πηγή αερισμού και φωτισμού της οικίας. Ο χώρος της οικίας ήταν διαμορφωμένος με τέτοιο τρόπο ώστε ο φυσικός αερισμός να επιτυγχάνεται μόνος του. Η είσοδος στον επάνω όροφο γινόταν μέσω της αυλής, με αστέγαστες ξύλινες ή και με εσωτερικές προστατευόμενες σκάλες. Τα σπίτια των πλουσίων

πολιτών διέθεταν μπάνιο με υδραυλικό κονίαμα στους τοίχους, μωσαϊκά δάπεδα και μεγάλους χώρους, δείγματα πολυτέλειας.

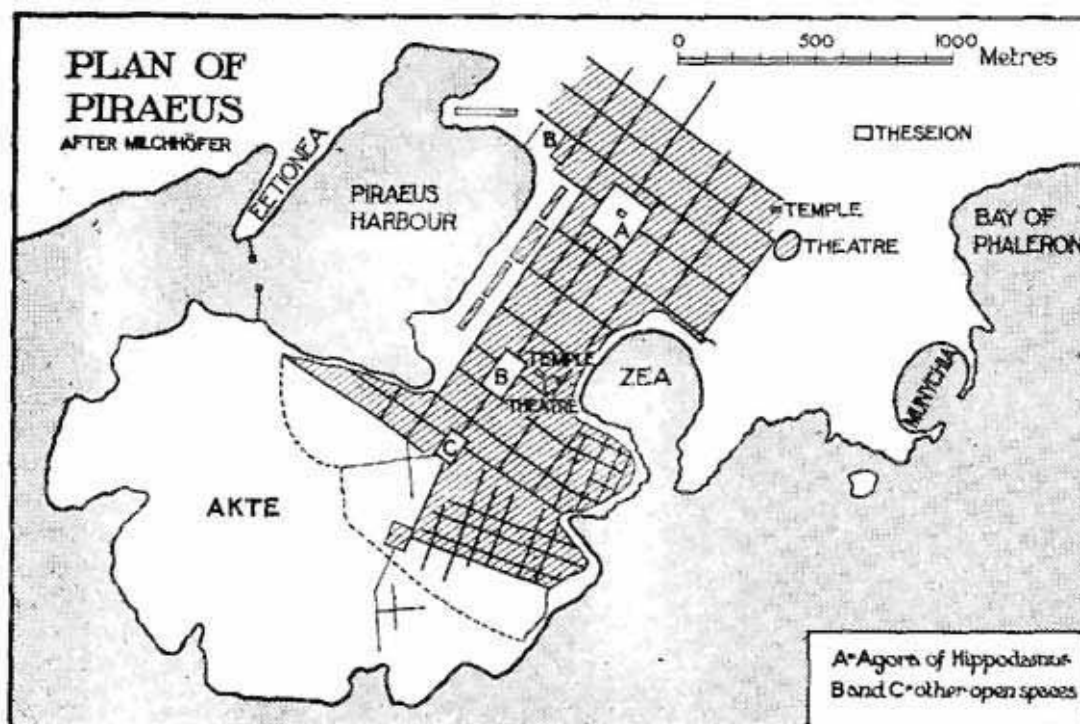
Η θέρμανση των οικιών γινόταν με το μαγκάλι, μία συσκευή που στηριζόταν στην κατάκτηση της αρχής για την δημιουργία ρεύματος αέρα. Τα μαγκάλια με ξύλα χρησιμοποιούνταν συχνά, όμως πιο δημοφιλής πρώτη ύλη ήταν το ξυλοκάρβουνο. Επομένως τα φορητά μαγκάλια με το ξυλοκάρβουνο, εκτός από βασική πηγή θέρμανσης ήταν και πηγή φωτός. Ήταν δοχεία πάνω σε μία πηγή φωτιάς, καλυμμένη με πέτρες. Τα ξύλα για την φωτιά δεν έβγαζαν καπνό, εκτός και αν είχαν υποστεί επεξεργασία. Σε αυτή την περίπτωση θα μπορούσαν σε συνδυασμό με μείγματα από την διακόσμηση των τοίχων, να προκαλέσουν επικίνδυνα αέρια. Ο Ξενοφώντας αναφέρει ότι ο καπνός από το δωμάτιο έφευγε μέσα από μία καπνοδόχο ή κάπνη. Με αυτό τον τρόπο γινόταν η εξυγίανση του χώρου από τους εσωτερικούς ρύπους. Βέβαια, πρώτα το άναβαν έξω το μαγκάλι και μετά το τοποθετούσαν στον εσωτερικό χώρο του σπιτιού. Τα παράθυρα και οι πόρτες στα αρχαία σπίτια σπάνια ήταν κλειστά.

Η πρώτη μέθοδος κεντρικής θέρμανσης είχε εντοπιστεί στην προϊστορική πόλη Χοιροκοιτία, της Κύπρου το 7000 π.Χ. Έκτιζαν τα σπίτια κυλινδρικά με επίπεδες και θολωτές στέγες στις κορφές των οποίων υπήρχε άνοιγμα και κάτω ακριβώς από αυτό βρισκόταν η εστία. Επειδή τα τότε σπίτια δεν είχαν εσωτερικούς τοίχους, η θερμότητα μεταδιδόταν σε ολόκληρο το κτίσμα από την κεντρική εστία. Βέβαια, η ενδοδαπέδια κεντρική θέρμανση είχε εφευρεθεί πριν το καλοριφέρ, η οποία ήταν ανακάλυψη των Μινωιτών. Κάτω από το δάπεδο, υπήρχαν σωλήνες, μέσα στις οποίες το νερό πέρναγε ζεστό και θέρμαινε τους χώρους.

Αναφορικά με τον φωτισμό, η βασική πηγή του για κάθε δωμάτιο ήταν η διπλή ξύλινη πόρτα που άνοιγε προς την αυλή, καθώς και τα εσωτερικά παράθυρα σε συνδυασμό με αυτά των εξωτερικών τοίχων τα οποία ήταν λιγοστά. Για την ενίσχυση του φυσικού φωτισμού τις νυχτερινές ώρες, χρησιμοποιούσαν διάφορα μέσα τεχνητού φωτισμού (Middleton, 2003 και Bar Sharrar, 1998).

4. Αρχές Πολεοδομίας στην αρχαιότητα

Ένα από τα αρτιότερα συστήματα ρυμοτομίας στην αρχαιότητα ήταν το ιπποδάμειο, το οποίο καθιέρωσε ο Μιλήσιος πολεοδόμος και φυσικός Ιππόδαμος (498-408 π.Χ.). Στον Ιππόδαμο είχε ανατεθεί από τον Περικλή η εκπόνηση της πολεοδομικής μελέτης του Πειραιά, αλλά και των Θουρίων, της αποικίας των Αθηναίων στην Κάτω Ιταλία. Συγκεκριμένα, ο Πειραιάς σχεδιάστηκε ώστε να διαθέτει γειτονιές από σπίτια πάνω σε οικόπεδα 240m² (βλ. Εικόνα 2). Τα σπίτια διέθεταν μεσοτοιχία, ήταν προσανατολισμένα προς νότο, ήταν διώροφα, ενώ διέθεταν ξενώνα, αυλή, και κουζίνα (Γεωργακόπουλος, 1995).



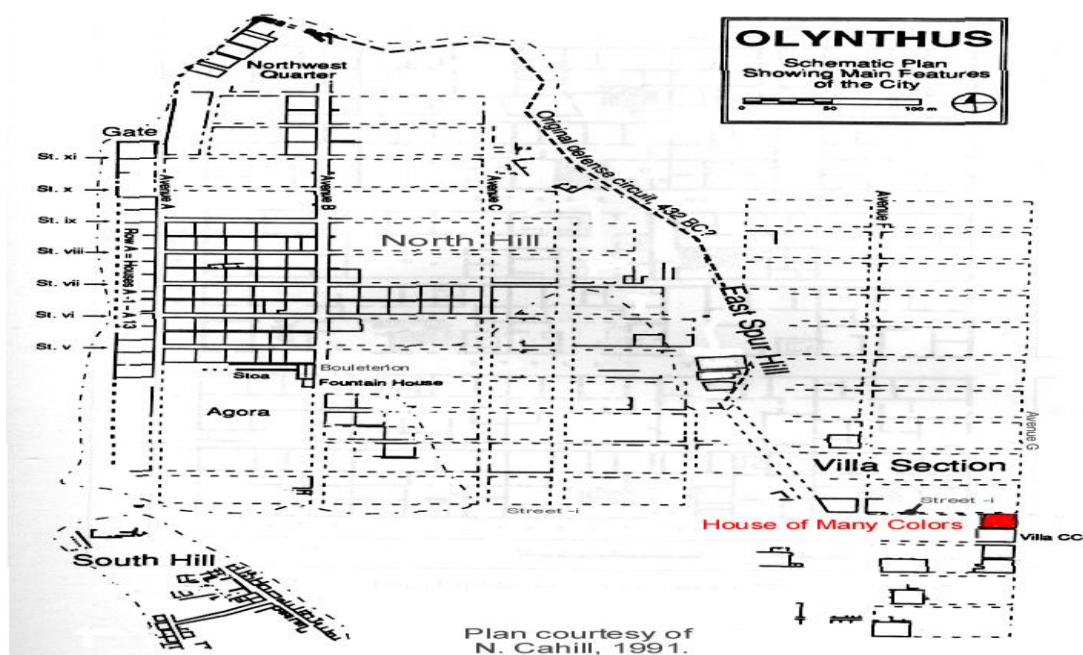
Εικόνα 2: Το πολεοδομικό σχέδιο του Περαιά από τον Ιππόδαμο (Haverfield, 1913)

Το ιπποδάμειο πολεοδομικό σύστημα χρησιμοποιήθηκε και από άλλες πόλεις, όπως η Όλυνθος. Τα σπίτια της Ολύνθου έχουν σημαντική θέση στην ιστορία της ελληνικής οικιστικής αρχιτεκτονικής (Dolynskyj, 2009). Διαμορφώνονταν σε ορθογώνια οικοδομικά μπλόκ που διαχωρίζονταν μεταξύ τους με παράλληλους και κάθετους δρόμους (βλ. Εικόνα 3). Στα περισσότερα σπίτια η είσοδος γινόταν από μία ανοικτή αυλή, η οποία σχεδόν πάντα τοποθετούνταν στο νότιο μισό του σπιτιού με την κρεβατοκάμαρα και τα κύρια δωμάτια στο βόρειο μέρος του σπιτιού. Με αυτό τον τρόπο κατάφερναν το σπίτι να είναι δροσερό το καλοκαίρι και ζεστό τον χειμώνα. Τα σπίτια τους ήταν απομονωμένα από την κοινή θέα των περαστικών. Στην αρχαιότητα, ελάχιστα σπίτια είχαν ειδικό δωμάτιο για μπάνιο. Στην Όλυνθο βρέθηκαν τέτοιοι χώροι στον ευρύτερο χώρο του οίκου. Εκεί το λουτρό γινόταν σε πήλινες καθιστές μπανιέρες, αλλά και σε λεκάνες είτε από μάρμαρο, είτε από πηλό, τοποθετημένες σε ψηλά υποστηρίγματα, περιρραντήρια¹.

Τα λουτρά της εποχής αποτελούνταν από μεγάλο σαλόνι, ένα μικρό μπάνιο και ένα λεβητοστάσιο, απομονωμένο με διαχωριστικό, που δεν έφτανε μέχρι το ταβάνι, ώστε η ζέστη να διοχετεύεται και στους υπόλοιπους χώρους. Το βρόμικο νερό από τους λουτήρες και από τα πλυμένα δάπεδα, διοχετεύονταν στους δρόμους.

¹ Το περιρραντήριο (περί + ραίνειν) ήταν αρχαίο ελληνικό αγγείο που χρησίμευε στις λατρείες ως δεξαμενή αγιασμένου νερού. Ήταν κατασκευασμένο από λαξευτή πέτρα, μάρμαρο και σπανιότερα από ψημένο πηλό. Εξωτερικά ήταν διακοσμημένο με τρεις ή τέσσερις γυναικείες μορφές που το κρατούσαν, ενώ σπάνια το συναντάμε και με υψηλό πόδα. Έχει βρεθεί σε διάφορα ιερά. Δεν πρέπει να συγχέεται με το λουτήριο.

Οι εξωτερικοί τοίχοι ήταν βαμμένοι λευκοί και τα παράθυρα ήταν μικρά και αρκετά ψηλά στους τοίχους συγκριτικά με το έδαφος. Αυτό βοηθούσε στον εξαερισμό του σπιτιού, αλλά δεν επέτρεπε την είσοδο αρκετού φυσικού φωτισμού στον χώρο. Φώς, έμπαινε στην οικία από τις πόρτες και τα χαμηλά παράθυρα της εσωτερικής αυλής.



Εικόνα 3 : το πολεοδομικό σχέδιο της Ολύνθου, πηγή: www.vizin.org

Στα περισσότερα σπίτια η είσοδος γινόταν από μία ανοικτή αυλή, η οποία σχεδόν πάντα τοποθετείτο στο νότιο μισό του σπιτιού με την παστάδα και τα κύρια δωμάτια στο βόρειο μέρος του σπιτιού. Με αυτό τον τρόπο το σπίτι ήταν δροσερό το καλοκαίρι και ζεστό τον χειμώνα. Επιπλέον τα σπίτια τους ήταν απομονωμένα από την κοινή θέα των περαστικών.

Στην Ολύνθο επίσης βρέθηκαν χώροι στα σπίτια, οι οποίοι χρησίμευαν για μπάνιο, κάτι το οποίο δεν συναντάται συχνά στην αρχαιότητα. Το λουτρό γινόταν σε πήλινες καθιστές μπανιέρες, αλλά και σε λεκάνες είτε από μάρμαρο, είτε από πηλό, τοποθετημένα σε ψηλά υποστηρίγματα, περιρραντήρια. Χαρακτηριστικό των λουτρών της εποχής ήταν η ύπαρξη ενός μεγάλου σαλονιού, ενός μικρού μπάνιου και λεβητοστασίου, απομονωμένου με διαχωριστικό, το οποίο δεν έφτανε μέχρι το ταβάνι, ώστε η ζέστη να διοχετεύεται και στους υπόλοιπους χώρους. Το βρώμικο νερό από τους λουτήρες αλλά και από τα πλυμένα δάπεδα, διοχετεύετο στους δρόμους. Οι εξωτερικοί τοίχοι ήταν βαμμένοι λευκοί και τα παράθυρα ήταν μικρά και αρκετά ψηλά στους τοίχους συγκριτικά με το έδαφος. Αυτό βοηθούσε στον εξαερισμό του σπιτιού, αλλά δεν επέτρεπε την είσοδο αρκετού φυσικού φωτισμού στον χώρο.

Αξιοσημείωτο ήταν και το σύστημα φωτισμού που διέθεταν οι οικίες της Ολύνθου, καθώς το φως έμπαινε στην οικία από τις πόρτες και τα χαμηλά παράθυρα

της εσωτερικής αυλής, η οποία ήταν κύρια πηγή φωτισμού του σπιτιού. Τα περισσότερα όμως δωμάτια, δεν μπορούσαν εύκολα να φωτιστούν. Όταν νύχτωνε ο φυσικός φωτισμός ήταν περιορισμένος και για αυτό χρησιμοποιούσαν τεχνητό φωτισμό, πηγή του οποίου ήταν η φωτιά. Ήταν αποτελεσματική και οικονομική, αρκεί η διάταξη των φωτιστικών σωμάτων στον χώρο της οικίας και η επιλογή της θέσης τους να ήταν κατάλληλη. Τα μέσα διατήρησης της φωτιάς που χρησιμοποιούσαν ήταν τα παρακάτω (Μουλλού, 2010).

α) Εστίες: Διακρίνονται σε σταθερές και φορητές. Οι σταθερές ήταν χώροι πυράς, μέσα στον οποίο τοποθετούσαν την καύσιμη ύλη (ξύλα). Το είδος αυτό εστιών χρησιμοποιείτο και ως φωτιστικό μέσο, καθώς επαρκούσαν για τις ανάγκες φωτισμού ενός δωματίου. Από την άλλη πλευρά οι φορητές εστίες, χρησιμοποιούνταν σε διάφορες δραστηριότητες της εποχής όπως: μαγειρική (ειδικά αν δεν υπήρχε ξεχωριστό δωμάτιο για την κουζίνα). Οι φορητές εστίες ωστόσο δεν χρησιμοποιούνταν σε εσωτερικούς χώρους, διότι το κάρβουνο ως καυστική ύλη ήταν ανθυγιεινό και επιπλέον είχε μικρή φωτιστική ικανότητα.

β) Λύχνοι: μικρού μεγέθους, κατασκευασμένοι από διάφορα υλικά (πηλός, μπρούτζος και λίθος), επιτραπέζιοι και άλλα φορητοί. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούσαν λάδι, λίπος και κερί. Το φως των λυχνariών ήταν θερμό και αδύναμο.

γ) Δάδες: αποτελούνταν από οργανικά υλικά. Ήταν τεμάχια ξύλου που άναβαν στην μία τους άκρη με ή χωρίς χρήση εύφλεκτου υλικού. Η χρήση τους για τον φωτισμό του εσωτερικού χώρου ήταν σπάνια, διότι γέμιζε καπνούς τους τοίχους και την οροφή. Ωστόσο ήταν βασικό μέσο φωτισμού των εξωτερικών χώρων, διότι εξυπηρετούσε τις μετακινήσεις κατά την διάρκεια της νύχτας.

δ) Κεριά: το υλικό τους προέρχεται κυρίως από τις μέλισσες, ενώ το υλικό καύσης είναι υγροποιημένο (Robinson and Graham, 1938).

Από τα ανωτέρω συμπεραίνουμε, ότι στην αρχαιότητα όταν ήθελαν να κτίσουν την οικία που θα έμεναν, λάμβαναν σοβαρά υπόψη τους τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στην περιοχή, αξιοποιώντας όλες τις φυσικές παραμέτρους προς όφελος της υγείας τους. Ο Ιπποκράτης ήταν ο πρώτος ο οποίος συσχέτισε την ανθρώπινη υγεία με τους περιβαλλοντικούς παράγοντες. Η υγεία των κατοίκων μιάς πόλης σχετίζεται με τον προσανατολισμό, την υγρασία και την φορά των ανέμων. Η Όλυνθος αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα σωστής χωροθέτησης των οικιών. Με τη λειτουργική διαρύθμιση των χώρων τους και την επιλογή των κατάλληλων υλικών δόμησης εξασφάλισαν υγιεινές συνθήκες στο εσωτερικό περιβάλλον των οικιών τους. Επομένως, παρατηρούμε ότι οι αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής έχουν τις ρίζες τους στην αρχαιότητα.

5. Συστήματα Ύδρευσης στην αρχαιότητα

Από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα, το νερό αποτελούσε αναγκαία προϋπόθεση για κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, καθώς θεωρείται ως πηγή ζωής και ενέργειας, που χαρίζει δύναμη, ευημερία και καλή υγεία. Ο ρόλος του όμως δεν περιορίζεται στην κάλυψη των αναγκών επιβίωσης του ανθρώπου και των ζώων, αλλά μπορεί να θεωρηθεί και ως γεννήτορας πολιτισμού. Δεν είναι τυχαίο άλλωστε, ότι οι

σπουδαιότεροι αρχαίοι πολιτισμοί (Ελληνικός, Αιγυπτιακός, Ελληνορωμαϊκός) αναπτύχθηκαν πέριξ της Μεσογείου θάλασσας.

Η σημασία του νερού -ειδικά στην αρχαία Ελλάδα- ήταν τέτοια, ώστε να έχουν καθιερωθεί και θεότητες όπως οι Ναϊάδες, οι οποίες αποτελούσαν νύμφες των υδάτων και ζούσαν στις λίμνες και στα ποτάμια, των οποίων έπαιρναν το όνομα. Κατά τον Όμηρο (Όμηρος, Οδύσσεια, ζ' 105) είναι κόρες του Διός, αν και ενίοτε θεωρούνται ως κόρες των ποταμών όπου ζουν. Τα ύδατα που προστατεύουν έχουν ιαματικές ιδιότητες, ενώ ο ρόλος τους είναι σημαντικός στις λαϊκές δοξασίες.

Η αναφορά σε θεότητες των υδάτων είναι σαφής ένδειξη ότι το νερό είχε κατά την αρχαιότητα σημαντικό ρόλο και στην θρησκεία. Πολλές αρχαίες κρήνες μάλιστα, όπως η Κασταλία Πηγή στους Δελφούς (Εικόνα 4) είχαν χρησιμοποιηθεί για καθαρμούς, αλλά και από *θεοπρόπους*, οι οποίοι πήγαιναν στο Μαντείο για να πάρουν χρησμό (Λάμπας Γ. *Λεξικό του Αρχαίου Κόσμου*, τόμ. Γ', σ 94). Επομένως, το νερό στην αρχαία Ελλάδα είχε επιπλέον καθαρτικό και λυτρωτικό ρόλο, καθώς συμπεριλαμβανόταν και σε ιερές τελετές.



Εικόνα 4: η Κασταλία Πηγή στους Δελφούς, 7^{ος} αι. π.Χ. Πηγή: wikipedia

Εκτός από τις ευεργετικές ιδιότητες του νερού, η παρουσία του ήταν βασικό κριτήριο για την δημιουργία οργανωμένων κοινωνιών και οικισμών. Σκοπός τους ήταν να μπορούν να έχουν ικανοποιητική ποσότητα νερού, ώστε να καλύπτουν τις καθημερινές τους ανάγκες. Την θέση του οικισμού την επέλεξαν κοντά σε υδάτινους πόρους, με σκοπό να εξασφαλίσουν την ύδρευση και άρδευση των καλλιεργήσιμων εκτάσεων του, πραγματοποιώντας μάλιστα πολλά αρδευτικά έργα.

Είναι χαρακτηριστικό πως όλες οι τεχνολογικές εφαρμογές που έχουν σαν άξονά τους την εκμετάλλευση των υδάτων, είχαν κατά την αρχαιότητα σαν κύρια παράμετρό τους την τήρηση συνθηκών υγιεινής, καθώς σε ανασκαφές (ήδη από το 3500 π.Χ. ειδικά στην Κρήτη) βρέθηκαν εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούνταν σαν τουαλέτες, είδη υγιεινής, αλλά και υδραγωγεία, τα οποία εξασφάλιζαν την παροχή καλής ποιότητας πόσιμου νερού (Zarkadoulas et al. 2008). Επομένως, είναι σαφές ότι οι αρχαίοι Έλληνες είχαν ήδη αντιληφθεί πως η ανθρώπινη υγεία, επηρεάζεται καθοριστικά από τις συνθήκες υγιεινής που επικρατούν στο περιβάλλον τους. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο ανέπτυξαν συστήματα ύδρευσης υψηλής ποιότητας.

Οι κύριες κατασκευές αποθήκευσης και άντλησης του νερού -όταν δεν υπήρχαν κοντά πηγές ώστε να γίνει η μεταφορά του- ήταν τα πηγάδια. Ανοίγονταν συνήθως στην αυλή των οικιών, μέσα σε φυσικό βράχο. Στην Αθήνα μάλιστα, κατά τον 4^ο π.Χ. αιώνα άρχισαν να χρησιμοποιούν δεξαμενές εξαιτίας της ξηρασίας που αντιμετώπιζαν, ενώ παράλληλα τα επιφανειακά νερά δεν αρκούσαν, διότι στην Αθήνα δεν υπήρχαν μεγάλα ποτάμια και λίμνες. Η υδροδότηση της πόλης επομένως, βασιζόταν στα πηγάδια, τις κρήνες και τις δεξαμενές που υπήρχαν διάσπαρτες μέσα στην πόλη. Εκεί συγκέντρωναν το βρόχινο νερό, στους λεγόμενους *ομβροδέκτες*.

Εκτός από τα πηγάδια, η εξασφάλιση του νερού από την βροχή και από τις πηγές γινόταν μέσω δεξαμενών συλλογής και αποθήκευσης, ιδιαίτερα όταν η ροή του νερού δεν ήταν επαρκής. Σε αυτή την κατασκευή σημαντικό ρόλο είχε η στεγανότητα της δεξαμενής, ώστε να αποφεύγονται επιμολύνσεις του νερού από παράγοντες της εποχής. Ωστόσο, οι ανάγκες των αρχαίων οικισμών -οι οποίοι σταδιακά μετατράπηκαν σε πόλεις- για νερό αυξήθηκαν, με αποτέλεσμα τα πηγάδια και οι δεξαμενές να μην αρκούν. Επομένως, για να διασφαλίσουν την ικανοποιητική ποσότητα νερού ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες τους, οι αρχαίοι Έλληνες κατασκεύαζαν τα πρώτα υδραγωγεία. Το καθαρό πόσιμο νερό αλλά και το νερό για το πλύσιμο και το μαγείρεμα το αντλούσαν από τα πηγάδια και τις πηγές μέσω δικτύου υδρευτικών αγωγών. Ακολούθως θα παρουσιασθούν ορισμένα από τα σημαντικότερα έργα υδροδότησης που έγιναν στην αρχαιότητα και έχουν ανακαλυφθεί σε σύγχρονες ανασκαφές.

1) Σταθμός Μετρό «Ακρόπολη»: Σύστημα Ύδρευσης

α) Στελέχη πήλινου αγωγού ύδρευσης 5^{ος} αι. π.Χ: Σώζονται ολόκληρα με αποκρούσεις σε δύο λείπουν τμήματα του δακτυλίου και του χείλους πρόσφυσης. Ιζήματα μαρτυρούν τη χρήση τους. Πηλός καστανέρυθρος με προσμίξεις. Άβαφα. Στο μέσον και στα δύο άκρα κάθε στελέχους εγγράφεται από μία καστανέρυθρη ταινία. Τα δύο έχουν συγκολληθεί. Το σώμα είναι κυλινδρικό με μέγιστη διάμετρο περίπου στο κέντρο, όπου και αρχίζει να μειώνεται σταδιακά προς το σημείο πρόσφυσης, η οποία δηλώνεται από στενότερο εξωτερικά κύλινδρο. Τα άκρα του σώματος οριοθετούνται από ένα πλαστικό δακτύλιο. Τα περισσότερα στελέχη φέρουν ωοειδή οπή για τον καθαρισμό, η οποία φραζόταν με πώμα, δύο έχουν αποσπαστεί, ενώ τρία παραμένουν χαραγμένα (Παρλαμά και Σταμπολίδης, 2000).

β) Φρέατα και σύστημα δεξαμενών νερού: Η ιδιαίτερη γεωγραφική- τοπογραφική θέση του χώρου της ανασκαφής νοτιανατολικά της Ακρόπολης, στη συμβολή δύο τουλάχιστον σημαντικών οδικών αρτηριών, παραπέμπει σε ακμαία, αν όχι εμπορική, τουλάχιστον οικιστική παρουσία στην περιοχή. Απόδειξη για αυτό αποτελεί ο μεγάλος αριθμός υδρομαστευτικών πηγαδιών, συγκεκριμένα 30 πηγάδια λαξευμένα στον φυσικό βράχο. Εντοπίστηκαν επίσης 5 απιόσχημες δεξαμενές με επένδυση υδραυλικού κονιάματος, για την συλλογή βρόχινου νερού. Οι δεξαμενές που βρίσκονται στον υπόγειο χώρο των σπιτιών και γενικά των κτηρίων, συλλέγουν νερό από τις επικλινείς προς την εσωτερική αυλή τους στέγες, όπου βρίσκεται το φρέαρ πρόσβασης στη δεξαμενή. Συνήθως, ένα δεύτερο φρέαρ αποτελεί μία ακόμη πρόσβαση, πιθανώς για την άντληση του περιεχομένου. Η ανάγκη αύξησης της χωρητικότητας αυτών των δεξαμενών ενοποιεί διάφορα τέτοια συστήματα με

υπόγειες σήραγγες, επίσης λαξευμένες στην κιμηλιά, συνήθως χωρίς επένδυση κονιάματος. Πρόκειται για τρία διαφορετικά, αυτόνομα αρχικά, συστήματα δεξαμενών, που συνδέθηκαν μέσω υπόγειας σήραγγας, με μια μεγάλη, παραλληλόγραμμου σχήματος κτιστή δεξαμενή.

Η σύνδεση έγινε, προφανώς, για τον εφοδιασμό με νερό της κτιστής δεξαμενής, αποδεικνύοντας τη λειτουργία του συστήματος και αυτή τη χρονική περίοδο. Αυτά τα τρία πρώην αυτόματα συστήματα λειτούργησαν, παρέχοντας βρόχινο νερό σε τρία διαφορετικά, ίσως , σπίτια ή πιθανότερο σε ένα οικοδομικό συγκρότημα. Τα συστήματα είναι ενισχυμένα με αρκετό υδραυλικό κονίαμα, ενώ η σήραγγα σύνδεσης είναι απλά λαξευμένη στην κιμηλιά, σε ύψος περίπου 1 και πλάτος 0,70μ, ενώ το μήκος που εκτείνεται συνολικά είναι περίπου 10μ. Από την κτιστή δεξαμενή είχε διατηρηθεί μόνον ο πυθμένας με το λάξευμα για τη διέλευση της σήραγγας σύνδεσης και σπαράγματα από το κτίσιμο με πλίνθινες πλάκες των πλευρικών τοιχωμάτων. Ενδεχομένως, το όλο σύστημα να συνδέεται οικοδομικά με μεγάλη πλακόστρωτη αίθουσα. Μελετώντας το όλο σύστημα, παρατηρούμε την ιδιαίτερη ανάγκη χρήσης νερού στην περιοχή, στα ύστερα ρωμαϊκά και πρώιμα χριστιανικά χρόνια (Παρλαμά και Σταμπολίδης, 2000).

Περιώνυμο είναι επίσης το Φρέαρ του Ζαππείου. Σε έκταση 670m², στις νοτιοδυτικές παρυφές του Ζαππείου κοντά στη συμβολή των λεωφόρων Αμαλίας και Όλγας, σε χώρο κατασκευής φρέατος εξαερισμού, πραγματοποιήθηκε ανασκαφική έρευνα με σημαντικά ευρήματα. Η περιοχή αυτή, που μέχρι την Αδριάνεια επέκταση της πόλης (2^{ος} αι. μ.Χ.) βρισκόταν έξω από την οχύρωση, με το πλησιέστερο σωζόμενο τμήμα της στο χώρο του Ολυμπίου, υπήρξε σημαντική από την Αρχαιότητα. Η περιοχή εντάσσεται στο εσωτερικό της πόλης και προσλαμβάνει ιδιαίτερο χαρακτήρα, καθώς οικοδομούνται εδώ νέα ιερά, δημόσια και ιδιωτικά κτίσματα και πολυτελή λουτρά (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Άποψη των ρωμαϊκών λουτρών του Ζαππείου (3^{ος} αι. μ.Χ.) πηγή: erroso.blogspot.com

Στην ανασκαφή του Φρέατος, την παλαιότερη αρχαιολογική μαρτυρία συνιστά μεγάλο τραπεζιόσχημο κτίσμα μέγιστου μήκους 16,80 και πλάτους 8,60-10,60μ. , που διχοτομείται με εγκάρσιο τοίχο. Είναι κτισμένο με μεγάλους κροκαλοπαγείς δομικούς ογκόλιθους και σώζεται με μέγιστο ύψος τεσσάρων δομών. Θεμελιώθηκε στον φυσικό βράχο, ο οποίος προηγουμένως διαμορφώθηκε κατάλληλα για τον σκοπό αυτό και χρονολογείται στους υστερούς κλασικούς χρόνους (4^{ος} αι. π.Χ.). Στα βόρεια αυτού του χώρου αποκαλύφθηκε ορθογώνια κατασκευή διαστάσεων 3,72 επί 2,70μ. , που σώζεται σε ύψους δύο δομών. Στο κέντρο της, στα ρωμαϊκά χρόνια, διανοίχθηκε ορθογώνιο φρεάτιο, όπου κατέληγε μεγάλος πήλινος αγωγός. Όμοια κατασκευή είχε αποκαλυφθεί κατά την ανασκαφή του βαλανείου του Ζαππείου και είχε ταυτιστεί με βωμό. Οι τοίχοι από ογκόλιθους και η ορθογώνια κατασκευή είχαν εντοπιστεί κατά την ανασκαφή του μεγάλου συγκροτήματος με τα ψηφιδωτά απέναντι από την είσοδο του Ολυμπίου. Το βόρειο τμήμα της ανασκαφής καταλαμβάνει λουτρικό συγκρότημα άριστης διατήρησης. Αναπτύσσεται σε ειδικά ισοπεδωμένο χώρο πλάτους 21m. μεταξύ δύο μεγάλων σε μήκος και ιδιαίτερα ψηλών τοίχων, επιμελημένης κατασκευής, που έχουν ενσωματώσει στην τοιχοδομία τους πολλά αρχιτεκτονικά μέλη.

Το συγκρότημα των λουτρών περιλαμβάνει δύο υπόκαυστες αίθουσες, δύο εστίες πυροδότησης και εννέα δεξαμενές. Στην πρώτη οικοδομική φάση ανήκουν οι δύο υπόκαυστες αίθουσες, τα δύο praefurnia και τέσσερις από τις δεξαμενές. Ο μεγαλύτερος υπόκαυστος χώρος φέρει 15 στυλίσκους υπόκαυστων, άλλοτε κυλινδρικών, άλλοτε ορθογώνιων και διαχωριστικά τοιχία, που διαμορφώνουν εισόδους για την υπόγεια επικοινωνία με τα praefurnia. Πρόκειται προφανώς για την αίθουσα των καυτών λουτρών (caldarium). Αμέσως βόρεια ανοίγεται άλλος επιμήκης υπόκαυστος χώρος, που το δάπεδο του στηριζόταν σε 17 μαρμάρινους επιτύμβιους

κιονίσκους, αντί στυλίσκων. Πρόκειται για την αίθουσα χλιαρών λουτρών (tepidarium). Οι δύο εστίες πυροδότησης συνδέονται με caldarium με υπόγειες διόδους, που έχουν αψιδωτή διαμόρφωση από πλίνθους και κονίαμα. Η κυκλοφορία του θερμού αέρα γινόταν μέσω τριών δεξαμενών που θερμαίνονταν και ακολούθως η θερμότητα διοχετευόταν στις δύο υπόκαυστες αίθουσες. Στους τοίχους των δεξαμενών κατακόρυφα ανοίγματα εξασφάλιζαν εξαερισμό, αλλά και θέρμανση των ίδιων τοίχων. Σε αυτή τη φάση ανήκει μεγάλη ορθογώνια δεξαμενή επιμελημένης κατασκευής, με παχύ υδραυλικό κονίαμα εσωτερικά και μαρμάρινες πλάκες εξωτερικά, που μέσω δύο οπών, διοχέτευε νερό σε δύο μαρμάρινες λεκάνες που βρέθηκαν in situ. Στο εσωτερικό της δεξαμενής βρέθηκαν πολλοί λύχνοι

Στη δεύτερη φάση του 5^{ου}-6^{ου} αι. μ.Χ, οι υπόκαυστες αίθουσες επισκευάζονται και ξαναχρησιμοποιούνται. Στο δάπεδο των τριών μικρών δεξαμενών ανοίγονται οπές και το στόμιο τους επιχρίεται. Οικοδομούνται τέσσερις νέες δεξαμενές με πλακοστρωμένα δάπεδα. Μία από αυτές διαμορφώνεται υπόγεια με θολωτή οροφή στην οποία ανοίγεται φρεάτιο για την άντληση του νερού. Εσωτερικά έχει επιμελημένη κατασκευή με πλακοστρωμένο και κονιασμένο δάπεδο και φέρει τον βόρειο τοίχο της ιχνογραφήματα αμελούς απόδοσης με ανθρώπινες μορφές, ψάρια, ερώδους και σταυρούς.

Στους βυζαντινούς χρόνους ο χώρος των λουτρών, αλλά και η έκταση νότια από αυτά, καταλαμβάνεται από μεγάλους κτιστούς σιρούς και πίθους. Εννέα πήλινοι κτιστοί πίθοι σφηνώνονται στα δάπεδα των δωματίων του λουτρού, ενώ σε ολόκληρο το χώρο ανασκαφής τοποθετούνται σε σειρά 29 αποθηκευτικοί σιροί.

6. Υδραγωγεία

Εκτός όμως από την δημιουργία φρεάτων, οι αρχαίοι Έλληνες προχώρησαν και στη δημιουργία υδραγωγείων. Το πιο γνωστό ίσως υδραγωγείο, είναι το Πεισιστράτειο (Zarkadoulas et al. 2008), τμήματα του οποίου αποκαλύφθηκαν και ερευνήθηκαν στην πλατεία Συντάγματος και στη λεωφόρο Αμαλίας. Το πρώτο, μήκους περίπου 50μ. ,με πορεία ΒΔ-ΝΑ, περιλαμβάνει πήλινα κυλινδρικά στελέχη με γραπτές μελανές ταινίες, που τοποθετήθηκαν σε βαθύ λαξευτό όρυγμα στον φυσικό σχιστόλιθο (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: τμήμα αγωγού από το Πεισιστράτειο υδραγωγείο, που εκτίθεται στον σταθμό Μετρό «Ευαγγελισμός» (6^{ος} αι. π.Χ.)

Τα στελέχη, -παχύτερα στο κέντρο και στενότερα στα άκρα- προσαρμόζονται το ένα μέσα στο άλλο και οι αρμοί τους συνδέονται με μολύβι για τη στεγανοποίηση της ένωσης. Φέρουν οπές καθαρισμού και φράσσονται με κομμένα στελέχη τμήματα και με λίθους. Το όρυγμα φέρει εγκοπές για τη υποδοχή καλυπτηρίων σχιστολιθικών πλακών, μερικές από τις οποίες βρέθηκαν στη θέση τους. Το τμήμα αυτό διέρχεται διαγώνια κάτω από την αρχαία οδό, στο κέντρο της ανασκαφής και φαίνεται ότι κατά τον 4^ο αι. π.Χ., αφού αφαιρέθηκαν τα πήλινα στοιχεία του, χρησιμοποιήθηκε ως αποστραγγιστικός αγωγός, διοχετεύοντας τα όμβρια στην κοίτη του ποταμού.

Το γνωστό υδραγωγείο, που μετέφερε πόσιμο νερό από πηγή στους πρόποδες του Υμηττού στην Αθήνα, εντοπίστηκε επίσης στο Φρέαρ Εθνικού Κήπου (οδός Ηρώδου Αττικού) και στο Σταθμό του Μετρό «Ευαγγελισμός». Μικρό τμήμα του αποκαλύφθηκε στο δυτικό προαύλιο της Βουλής των Ελλήνων.

Από τη μορφή και το σχήμα των στελεχών και από στρωματογραφική έρευνα στα ορύγματα του αγωγού προκύπτει ότι το υδραγωγείο του σταθμού Σύνταγμα μπορεί να χρονολογηθεί στο 1ο μισό του 5^{ου} αι. π.Χ., αποτελεί δηλαδή μεταγενέστερη επέκταση και διακλάδωση του αρχικού δικτύου στο τέλος του 6^{ου} αι.π.Χ., που εντοπίστηκε στο σταθμό Ευαγγελισμό και στο Φρέαρ Ηρώδου Αττικού.

Ακόμη ένα σημαντικό υδραγωγείο στην πόλη της Αθήνας, είναι το Αδριάνειο, το οποίο κατασκευάστηκε από τον Ρωμαίο Αυτοκράτορα Ανδριανό. Ήταν μία υπόγεια σήραγγα μήκους 25χλμ η οποία ξεκινούσε από τους πρόποδες της Πάρνηθας και κατέληγε στο Λυκαβηττό. Το Ανδριάνειο υδραγωγείο ήταν σχεδιασμένο ώστε να συλλέγει νερό κατά μήκος όλης της χάραξης με πολλά υδρομαστευτικά έργα, όπως πηγάδια συνδεδεμένα με το Ανδριάνειο με υπόγειες σήραγγες ή μικρά υδραγωγεία που μετέφεραν νερό από άλλες πηγές.

Περιώνυμο ήταν και το υδραγωγείο του Ευπαλίνου, που είναι ευρύτερα γνωστό σαν «Ευπαλίνειο Όρυγμα» και κατασκευάστηκε με χρηματοδότηση του τυράννου της Σάμου Πολυκράτη 520 π.Χ. Η καινοτομία αυτής της κατασκευής είναι ότι περιελάμβανε την πρώτη στην ιστορία σήραγγα στην οποία γίνεται ταυτόχρονη διάνοιξη και από τις δύο πλευρές (αμφίστομη). Το μήκος του υδραγωγείου ξεπερνά τα 2800 μέτρα, ενώ η σήραγγα χρησιμοποιείτο για την μεταφορά πόσιμου νερού μέσα σε πήλινους σωλήνες (Γεωργακόπουλος, 1995: 193). Επιπλέον το υλικό των σωληνώσεων είχε την ιδιότητα να κατακρατεί τα άλατα του νερού, γεγονός το οποίο σημαίνει ότι οι αρχαίοι μηχανικοί είχαν αντιληφθεί πόσο σημαντική είναι η ποιότητα του νερού για την υγεία.

Επίλογος

Ανακεφαλαιώνοντας, παρατηρούμε ότι οι άνθρωποι στην αρχαιότητα παρατηρούσαν την φύση, και απο εκεί αντλούσαν πολύτιμες πληροφορίες για όλες τους τις δραστηριότητες. Όσο αναφορά την κατασκευή κτιρίων, φρόντιζαν στα κτίρια στα οποία θα διέμεναν να είναι ενεργειακά αποδοτικά και να εξασφαλίζουν την αρμονική σχέση του ανθρώπου με το περιβάλλον. Είναι χαρακτηριστικό όμως, ότι στην

ελληνική αρχαιότητα το ζήτημα περιβάλλον-ανθρώπινη υγεία είχε μελετηθεί επισταμένως, όπως προκύπτει από τις εκτεταμένες έρευνες του Ιπποκράτη, ο οποίος μελέτησε τους περιβαλλοντικούς παράγοντες και ιδιαίτερος το κλίμα όπου εκτίθενται οι άνθρωποι, αλλά και τις αναφορές του Ξενοφόντα στο Ηλιακό Σπίτι του Σωκράτη.

Η κατασκευή των σπιτιών στην αρχαιότητα γινόταν με σεβασμό προς τη φύση και την διατήρηση της σωματικής, πνευματικής και ψυχικής υγείας των ανθρώπων. Ενδεικτικό παράδειγμα σωστής δόμησης αποτελούσε ο οικισμός της Ολύνθου, διότι αξιοποιούσε όλες τις φυσικές παραμέτρους για την δημιουργία υγιεινής κατοικίας. Βασική προϋπόθεση επίσης για την δημιουργία οργανωμένων οικισμών ήταν η ύπαρξη υδάτινων πόρων. Όπως είδαμε παραπάνω, το νερό είχε σημαντική θέση στην κουλτούρα των αρχαίων ελλήνων, και παράλληλα αποτελούσε αναγκαία προϋπόθεση για κάθε δραστηριότητα τους. Η ανάπτυξη οικισμών σε επίπεδο πόλης, είχε σαν αποτέλεσμα την κατασκευή των υδραγωγείων για να διασφαλίσουν ικανοποιητική ποσότητα νερού ώστε να καλύψουν τις ανάγκες των ανθρώπων. Η τεχνολογία των αστικών υδραυλικών έργων ήταν προηγμένη στην αρχαιότητα και μέχρι και σήμερα αποτελούν σημαντικά έργα. Συμπεραίνουμε από τα ανωτέρω ότι οποιαδήποτε παρέμβαση έκαναν στην αρχαιότητα, φρόντιζαν να την εφαρμόσουν βάση περιβαλλοντικών κριτηρίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΤΟ “ΑΡΡΩΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ”

Εισαγωγή

Ύστερα απο την μελέτη των στοιχείων δόμησης των κτιρίων στην αρχαιότητα, κρίνεται αναγκαίο να αναφερθούμε σε προβλήματα τα οποία προκύπτουν απο τις σύγχρονες τεχνολογίες δόμησης. Η ποιότητα του εσωτερικού αέρα είναι σημαντική παράμετρος στα κτίρια,διότι είναι άμεσα συνδεδεμένη με την άνεση των χρηστών του κτιρίου. Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφούν οι σημαντικότεροι εσωτερικοί ρύποι και οι πηγές τους, οι οποίοι επηρεάζουν το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.Στην συνέχεια θα αναλυθεί το Σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου, οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την εμφάνιση του και η συμπτωματολογία του. Σπουδαίο ρόλο για την υποβάθμιση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα των κτιρίων, κατέχουν τα δομικά υλικά και η τοξικότητα τους. Όμως, δεν θα σταθούμε μόνο στις πηγές ρύπανσης του αέρα της οικίας, αλλά θα αναφερθούμε στην υποβάθμιση της ποιότητας του πόσιμου νερού που προέρχεται από τις υδραυλικές εγκαταστάσεις της οικία αλλά και στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. Από τα ανωτέρω προκύπτει η ανάγκη χρήσης προϊόντων δόμησης φιλικότερων ως προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.Τέλος, θα κατανοήσουμε ότι η γνώση που χάθηκε, ήρθε ο καιρός να την ξαναανακαλύψουμε και αυτή δεν είναι άλλη απο την βιοκλιματική αρχιτεκτονική.Θα προταθούν ορισμένες λύσεις για την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα η οποία θα υλοποιηθεί με την αλλαγή νοοτροπίας των κατασκευαστών και απο τους χρήστες των κτιρίων.

2.1 Η ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων

Στις μέρες μας, η μεγαλύτερη μερίδα της κοινής γνώμης είναι ευαισθητοποιημένη σε θέματα που αφορούν το περιβάλλον, όπως η μόλυνση των υδάτων, η αλλαγή του κλίματος, η αποψίλωση των δασών, η τρύπα του όζοντος, την δράση των χημικών ουσιών μέσω της διατροφής και την εξαφάνιση πολλών ειδών ζωής. Δυστυχώς, η υποβαθμισμένη ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων των οποίων οι άνθρωποι κατοικούν, δεν αποτελεί μέρος των προβληματισμών τους. Οι περισσότεροι άνθρωποι θεωρούν ότι η υγεία τους δεν κινδυνεύει απο τους μολυσματικούς παράγοντες του εξωτερικού περιβάλλοντος για όσο διάστημα βρίσκονται στον εσωτερικό χώρο της οικίας τους (Τσίππρας, 2005).

Σύμφωνα με μελέτες της Αμερικάνικης Υπηρεσίας Περιβάλλοντος (EPA) (www.epa.com) τα επίπεδα των 11 συνηθέστερων ρύπων είναι συνήθως δύο με πέντε φορές μεγαλύτερες μέσα στα κτίρια, σε σχέση με τις συγκεντρώσεις τους στο εξωτερικό περιβάλλον. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι, οι περισσότεροι άνθρωποι ξοδεύουν κατα μέσο όρο το 90% του χρόνου της ζωής τους στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων.

Πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ανθρώπινη υγεία αλλά και με την άνεση των ανθρώπων που κατοικούν σε αυτά. Θα πρέπει να παρέχετε στους χρήστες του κτιρίου οπτική, θερμική, ακουστική άνεση, καλός φωτισμός και φυσικά καθαρότητα του εσωτερικού αέρα, ώστε να θεωρηθεί υγιής ο χώρος. Προκειμένου να ανανεωθεί ο ρυπασμένος εσωτερικός αέρας, με νέο αέρα από το εξωτερικό περιβάλλον, προβλέθηκαν τεχνικές μέθοδοι εξαερισμού.

Τα προβλήματα της ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων γίνονται γνωστά από τα παράπονα των χρηστών, διότι γίνονται αντιληπτά μέσω των αισθήσεων, αφού ο άνθρωπος είναι ευαίσθητος στα οσφρητικά και ερεθιστικά αποτελέσματα πολλών χημικών ενώσεων. Οι ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού, τα βρέφη, οι ηλικιωμένοι και μαζί με αυτούς οι νοικοκυρές, εκτίθενται στην εσωτερική ατμοσφαιρική ρύπανση περισσότερο από ό,τι στην υπαίθρια. Για την καλύτερη ποιότητας του αέρα πρέπει να αντικατασταθεί ο αέρας με τεχνικά μέσα, ώστε να μειωθούν οι μολυσματικοί παράγοντες που υποβαθμίζουν την ποιότητά του.

Σημαντικό ρόλο στην υποβάθμιση του εσωτερικού αέρα έχουν τα δομικά υλικά, τα συστήματα εξαερισμού και τα έπιπλα. Οι σύγχρονες μέθοδοι οικοδόμησης και σχεδιασμού των κτιρίων έχουν στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας των οικιών, με αποτέλεσμα τα σπίτια να είναι πιο αεροστεγή και ο αέρας αντί να ανανεώνεται με καινούργιο, να ανακυκλώνεται. Συνεπώς, η κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα οφείλεται στον λανθασμένο αρχικό σχεδιασμό του κτιρίου (Santamouris, (ed) 2006).

Ο αερισμός των εσωτερικών χώρων είναι πολύ σπουδαία μέθοδος βελτίωσης του εσωτερικού κλίματος του κτιρίου. Είναι καθοριστικός παράγοντας για την διατήρηση της ποιότητας του αέρα, διότι μέσω του αερισμού καλύπτονται οι ανάγκες των χρηστών σε οξυγόνο και επιτυγχάνεται η απομάκρυνση και η διάλυση των δυσάρεστων οσμών. Οι μέθοδοι εξαερισμού διακρίνονται σε δύο μορφές : 1) φυσικός και 2) μηχανικός, οι οποίοι αποσκοπούν στην μείωση της συγκέντρωσης μολυσματικών παραγόντων στην ατμόσφαιρα του εσωτερικού περιβάλλοντος. Θα αναλυθούν εκτενώς στην συνέχεια.

Αναλυτικότερα:

Ο φυσικός εξαερισμός πραγματοποιείται με την εισαγωγή του αέρα από τα ανοίγματα των κτιρίων που προκύπτουν στην οικοδόμηση όπως είναι τα ανοικτά παράθυρα, οι αρμοί και τα σχεδιασμένα σημεία εισόδου και εξόδου (παθητικός εξαερισμός).

Ο μηχανικός εξαερισμός στους χώρους των κτιρίων, πραγματοποιείται με την χρήση μηχανικών μέσων για την θέρμανση, την ψύξη, τον κλιματισμό. Η χρήση ανεμιστήρα χρειάζεται ώστε να εισαχθεί ο φρέσκος αέρας από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό και να αποβληθεί ο πολυδιατηρημένος αέρας από το εσωτερικό του κτιρίου στο εξωτερικό περιβάλλον. Το πρόβλημα που συνδέει τις παραπάνω μεθόδους είναι η ανεπαρκής ή υπερβολική σχετική υγρασία η οποία οδηγεί σε προβλήματα υγείας των χρηστών του κτιρίου (Spengler et al. 2000).

Τα στεγανά και θερμικά κλειστά κτίρια τα οποία δεν αερίζονται επαρκώς, αποτελούν τον βασικότερο παράγοντα συγκέντρωσης ρύπων στον εσωτερικό αέρα. Η υγεία των χρηστών αλλά και η ποιότητα του εσωτερικού αέρα καθορίζουν το επίπεδο

του εσωτερικού περιβάλλοντος. Υπάρχουν ωστόσο και άλλοι παράμετροι οι οποίοι συμβάλλουν στην εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα όπως η υγρασία, ο φωτισμός, ο θόρυβος και η ανεπαρκής θερμοκρασία οι οποίοι θα αναφερθούν στην συνέχεια.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα καθορίζονται από παραμέτρους όπως είναι οι εξής:

- Σχετική υγρασία και εσωτερική θερμοκρασία
- Συγκεντρώσεις ραδιενεργών στοιχείων
- Οσμές, θόρυβος, ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία
- Ρυθμός εναλλαγής του αέρα του εσωτερικού χώρου με το περιβάλλον

Μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους παραπάνω παράγοντες σε :

- **Φυσικούς :**
Θερμοκρασία-Αερισμός-Θόρυβος-Σχετική Υγρασία-Φωτισμός
- **Χημικούς**
Πτητικές Οργανικές Ενώσεις- Ιόντα-Αιωρούμενα Σωματίδια- Βαρέα Μέταλλα και Τοξικά Στοιχεία.
- **Βιολογικούς**
Σκόνη
Αλλεργιογόνα(γύρη-ζώα-έντομα)
Μικροοργανισμοί(βακτήρια, μύκητες, ιοί)

Οι πηγές ατμοσφαιρικών ρύπων διαφέρουν από κτίριο σε κτίριο διότι εξαρτώνται από τον σχεδιασμό και τον προορισμό του κτιρίου. Η προέλευση των εσωτερικών ρύπων προκύπτουν τόσο από εξωτερικές όσο και εσωτερικές πηγές και μπορούν να είναι φυσικοί ή να προκύψουν από ανθρώπινες δραστηριότητες. Τα προβλήματα υγείας παρουσιάζονται όταν στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις ρύπων πάνω από τα ανεκτά όρια για την ανθρώπινη υγεία

- **Ρύποι που προέρχονται απο το εσωτερικό περιβάλλον:**

Σε κάθε κτίριο, οι πηγές των μολυσματικών παραγόντων είναι διαφορετικές. Κάποιοι απο αυτούς εκπέμπουν συνεχώς (οικοδομικά υλικά- επίπλωση), ενώ αλλοι εκπέμπουν περιοδικά ρύπους (μαγείρεμα, προϊόντα καθαρισμού, χρήση διαλυτών σε χρώματα). Οι παραπάνω μολυσματικές πηγές κατηγοριοποιούνται ως εξής:

1. Δραστηριότητες κατοχών
2. Οικοδομικά υλικά και συσκευές κτιρίων
3. Ανθρώπινος και ζωϊκός μεταβολισμός
4. Σύστημα θέρμανσης, αερισμού και ψύξης.

Απο τα ανωτέρω προκύπτουν οι παρακάτω ρυπαντές της εσωτερικής ατμόσφαιρας όπως είναι το ραδόνιο, ο αμιάντος, οι συνθετικές ίνες, η φορμαλδεΐδη, η αμμωνία, οι οργανικές ενώσεις, ο υδράργυρος, οι μικροοργανισμοί και τα αλλεργιογόνα.

- **Ρύποι που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον:**

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος και προέρχονται από υπαίθριες πηγές είναι οι εξής (Environmental Protection Agency 1991):

1. Ρύπανση λόγω της κυκλοφορίας, κοντά σε κεντρικές οδούς και χώρους στάθμευσης. (μονοξείδιο και διοξείδιο του άνθρακα, μόλυβδος, οξείδια του αζώτου, σκόνη άνθρακα).
2. Πηγές ρύπων προερχόμενες από το χώμα (ραδόνιο, υγρασία, μεθάνιο).
3. Βιομηχανικές εκπομπές αφορούν υψηλές συγκεντρώσεις σε πτητικές οργανικές ενώσεις, καπνό, μόλυβδο, οξείδια αζώτου και θείου, χλώριο, μαγγάνιο.
4. Εκπομπές ρύπων από κοντινές πηγές, όπως πύργοι ψύξης, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν βλάβη όταν βρίσκονται κοντά σε προμηθευτές αέρα.

Ρύποι που προέρχονται από το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον. Οι εσωτερικοί ρύποι προέρχονται τόσο από εσωτερικές πηγές (φυσική προέλευση ή από ανθρώπινες δραστηριότητες) και άλλο τόσο από τις εξωτερικές πηγές (εκπεμπόμενοι ρύποι οι οποίοι διεισδύουν στον εσωτερικό χώρο). Οι πηγές ρύπων είναι διαφορετικές από το ένα κτίριο στο άλλο, και οφείλονται στον σχεδιασμό και στον προορισμό του κτιρίου. Μπορούμε να ταξινομήσουμε τους παράγοντες που επηρεάζουν την εσωτερική ατμοσφαιρική ποιότητα σε **Φυσικούς, Χημικούς και Βιολογικούς** (Santamouris, 2006 και Spengler et al. 2010)

2. Το Σύνδρομο του Άρρωστου κτιρίου (Sick Building Syndrome)

Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω, ότι η εσωτερική ρύπανση των πόλεων οφείλεται κυρίως στην κατασκευή κτιρίων χωρίς τις ορθές προδιαγραφές δόμησης. Η άγνοια, η αδιαφορία, οι περιορισμένοι οικονομικοί πόροι και η κερδοσκοπία, η άναρχη δόμηση και η αλόγιστη χρήση ορυκτών καυσίμων για λόγους κάλυψης αναγκών στέγασης, θέρμανσης, κλιματισμού και φωτισμού, οδήγησαν στην δημιουργία του ασθενούς κτιρίου. Συνοπτικά αναφέρονται ορισμένες παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την κατασκευή ενός κτιρίου: ο προσανατολισμός του κτιρίου, η τοποθεσία κατασκευής, το κλίμα της περιοχής, τα δομικά υλικά, καθώς και από τις δραστηριότητες των ενοίκων.

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους άρχισε να αναφέρεται ως πρόβλημα στο τέλος της δεκαετίας του '60, αν και οι πρώτες μελέτες εμφανίστηκαν περίπου δέκα έτη αργότερα. Από το 1984 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (Π.Ο.Υ.)

(World Health Organization-WHO) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι μέχρι το 30% των νέων και αναδιαμορφωμένων κτιρίων παγκοσμίως, μπορούν να αποτελέσουν αντικείμενο υπερβολικών καταγγελιών σχετικών με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα (Kreis 1990).

Με τον όρο εσωτερική ρύπανση, εννοούμε την κακή ποιότητα του αέρα, η οποία χαρακτηρίζεται από ενοχλήσεις των χρηστών του κτιρίου που οφείλονται αποκλειστικά στην εσωτερική ρύπανση. Αυτό έχει ως συνέπεια οι χρήστες να πάσχουν από το **Σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου**.

Σύμφωνα με τον Π.Ο.Υ, η εσωτερική ρύπανση που παρουσιάζουν τα νεόκτιστα κτίρια οφείλεται στα εξής (<http://www.who.int/indoorair/en/>):

- στον ανεπαρκή αερισμό των χώρων
- την ατμοσφαιρική ρύπανση
- στη σκόνη και τα ακάρεα που υπάρχουν στο χώρο
- στους χημικούς ρύπους που οφείλονται στα υλικά κατασκευής
- στις ακτινοβολίες

Τα συμπτώματα του «**συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου**» κατηγοριοποιούνται ως εξής:

Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	πονοκέφαλος, ζαλάδα, λήθαργος, σωματική κόπωση, ναυτία, πνευματική κόπωση και σύγχυση, διαταραχές στον ύπνο, νευρικότητα
Αναπνευστικό Σύστημα	Άσθμα, βρογχίτιδα, ρινίτιδα, δύσπνοια, σφίξιμο στο στήθος,
Ανοσοποιητικό Σύστημα	Κράμπες, πρήξιμο στο στομάχι, ευπάθεια σε ασθένειες, αλλεργικά προβλήματα, διαταραχές στο πεπτικό σύστημα
Λοιπά	Πυρετός, πόνοι στους μύες, πονόλαιμο, βράχνιασμα, δακρύρροια.ερεθισμός του δέρματος (εξανθήματα)

(M. Santamouris 2006)

Τα παραπάνω συμπτώματα ποικίλουν από άνθρωπο σε άνθρωπο, καθώς κάθε άνθρωπος αντιδρά διαφορετικά στους ρύπους που υπάρχουν στους εσωτερικούς

χώρους. Εάν η παραμονή των ανθρώπων συμβεί για μεγάλο χρονικό διάστημα σε ένα άρρωστο κτίριο, προκαλεί επιπλέον τα παρακάτω συμπτώματα (Παπαμανώλης, 2002):

- ρινίτιδες (αλλεργικές ή μη αλλεργικές)
- ιγμορίτιδες
- ωτίτιδες
- επιπεφυκίτιδες
- πνευμονίες
- δερματίτιδες (εκζέματα)
- παθήσεις του πεπτικού συστήματος
- νεοπλασίες
- παθήσεις του ήπατος
- παθήσεις των νεφρών
- παθήσεις του κεντρικού νευρικού συστήματος

Η δημιουργία του συνδρόμου του αρρώστου κτιρίου οφείλεται στην ύπαρξη των εσωτερικών ρύπων, οι οποίοι υποβαθμίζουν την ποιότητα του αέρα και δημιουργούν προβλήματα στην υγεία των ανθρώπων. Επομένως κρίνεται αναγκαία η ανάλυση των παραγόντων που υποβαθμίζουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Η κατηγοριοποίηση γίνεται ως εξής (Santamouris 2006)

Εσωτερικοί ατμοσφαιρικοί ρύποι

Βιολογικοί παράγοντες	Μικροοργανισμοί (βακτήρια, μύκητες, ιοί) και Αλλεργιογόνα (γύρη, ζώα, έντομα)
Φυσικοί παράγοντες	Φωτισμός, σκόνη, θόρυβος, σχετική υγρασία (20 με 70%), αερισμός και θερμοκρασία
Χημικοί παράγοντες	Ιόντα, βαρέα μέταλλα και τοξικά στοιχεία (Pb, As, Hg, Cd) , αιωρούμενα σωματίδια (ίνες αμιάντου, σωματίδια απο προϊόντα καύσης) , ανόργανες αέριες ενώσεις (Rn, O ₃ , NO _x , SO ₂ , CO ₂ , CO) φορμαλδεΰδη και πτητικές οργανικές ενώσεις, καπνός τσιγαρου

2.1 Βιολογικοί Παράγοντες

Οι βιολογικοί ρύποι αποτελούν το σύνολο των οργανισμών που αναπτύσσονται σε ανθρωπογενές περιβάλλον και υπό ορισμένες συνθήκες προκαλούν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων, των ζώων και των φυτών. Βρίσκονται παντού στο περιβάλλον, αλλά μέσα σε εσωτερικούς χώρους βλέπουμε ορισμένους απο αυτούς. Άλλοι είναι εγκλωβισμένοι σε χαραμάδες και επιπλώσεις, άλλοι αιωρούνται στον αέρα και άλλοι επικάθονται σε επιφάνειες. Μεγάλος αριθμός των μικροοργανισμών και εντόμων εντοπίζονται σε υφάσματα επιπλώσεων, μοκέτες και χαλιά, στρωμένα σε δάπεδα. Εκτός όμως από τους αιωρούμενους μικροοργανισμούς, συναντάμε τους ρύπους σε σημεία όπου συγκρατείται η υγρασία, καθώς και σε μόνιμες εσωτερικές εγκαταστάσεις.

Οι πηγές από τις οποίες εισέρχονται οι μικροοργανισμοί στον εσωτερικό χώρο είναι οι εξής: 1) ο αέρας που διαρκώς μετακινείται μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου. 2) οι άνθρωποι που διαβιούν στους εσωτερικούς χώρους, οι οποίοι λόγω της διαρκούς μετακίνησής καθίστανται ενεργητικοί και παθητικοί φορείς κάθε είδους μικροοργανισμών. Η παθητική μεταφορά των ρύπων γίνεται μέσω των ενδυμάτων, του δέρματος και των αντικειμένων που μεταφέρει ο άνθρωπος. Η ενεργητική μεταφορά από πλευράς της, γίνεται με την μεταφορά τροφίμων, διακοσμητικών φυτών και κατοικίδιων ζώων.

Ο **τρόπος μεταφοράς** των βιολογικών ρύπων στους εσωτερικούς χώρους, είναι μεγάλης σημασίας, και γίνεται με τους παρακάτω τρόπους (Samtamouris, 2006):

1. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τα αυξημένα επίπεδα υγρασίας.

Επικίνδυνα σημεία ανάπτυξης υγρασίας θεωρούνται εκείνα όπου συγκεντρώνονται νερά ή και υγρά απόβλητα. Οι μικροοργανισμοί και οι ανθεκτικές μορφές τους που αναπτύσσονται εκεί, μπορούν και μεταφέρονται μέσω της ροής του αέρα και της υγρασίας του. Σημαντική κατηγορία μικροοργανισμών αποτελούν οι μύκητες, οι οποίοι εντοπίζονται συνήθως σε γωνίες του κτιρίου που έχουν υγρασία και όχι απαραίτητα πολλά νερά. Ανάπτυξη μυκήτων εντοπίζουμε επίσης σε τοιχοποιίες που παρουσιάζουν διογκώσεις των επιχρισμάτων τους εξαιτίας φθαρμένων σωληνώσεων, από βρόχινα νερά που δεν απομακρύνονται σωστά και από συμπίκνωση της ατμοσφαιρικής υγρασίας. Αυτά τα σημεία θεωρούνται πρωτογενείς εστίες μόλυνσης, και χρήζουν άμεσης επιδιόρθωσης, διαφορετικά μπορούν να διασπείρουν την μόλυνση σε μεγαλύτερες επιφάνειες. Βοηθητικοί παράγοντες ανάπτυξης μικροοργανισμών και μυκήτων είναι η θερμοκρασία των επιφανειών, τα υλικά και η κυκλοφορία του αέρα.

2. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τον αέρα.

Ο αέρας που αναπνέουμε είναι πολύτιμος για την εξέλιξη της ζωής, αλλά ταυτόχρονα αποτελεί μία απο τις πλέον επικίνδυνες βιολογικές πηγές ρύπανσης, αφού αποτελεί χώρο διαβίωσης μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών. Στον αέρα συναντάμε τρεις κύριες ομάδες μικροοργανισμών, οι οποίες είναι: ιοί, μύκητες και μικρόβια. Αυτές οι ομάδες μικροοργανισμών βρίσκονται ελεύθερες στον αέρα και εγκαθίστανται

οπουδήποτε, αρκεί να υπάρχουν κατάλληλες συνθήκες ανάπτυξης (υγρασία, θερμοκρασία και κατάλληλη τροφή). Εκμεταλεύονται την κίνηση του αέρα και άλλων οργανισμών, με σκοπό την μεταφορά τους. Οι μικροοργανισμοί απο μόνιους τους δεν είναι τόσο επικίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία, είναι όμως οι τοξίνες που εκκρίνουν. Χωρίς να το επιδιώκουμε, μέσω της αναπνοής και του δέρματος μας εκτιθέμεθα σε αυτούς και τους προσλαμβάνουμε.

3. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τα καλλωπιστικά φυτά.

Τα καλλωπιστικά φυτά που διακοσμούν τους εσωτερικούς χώρους, αποτελούν έναν τρόπο απορρύπανσης του αέρα, απο χημικούς παράγοντες που εκλύονται απο ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά και απο τα δομικά υλικά που υπάρχουν στο κτίριο. Ταυτόχρονα, αποτελούν πηγή ρύπανσης, όχι τα φυτά , αλλά οι μικροοργανισμοί που τα παρασιτούν ή εντοπίζονται στο χώμα τους. Το υπερβολικό πότισμα των φυτών, αυξάνει τα επίπεδα υγρασίας στο χώμα τους, με αποτέλεσμα να μεταφέρεται στον αέρα των εσωτερικών χώρων, και να αναπτύσσονται οι μικροοργανισμοί.

4. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τα κατοικίδια ζώα.

Η φροντίδα και η συγκατοίκηση με τους ανθρώπους των κατοικίδιων ζώων στο εσωτερικό των κτιρίων, έφεραν στο προσκήνιο μία νέα ομάδα βιολογικών ρύπων. Ο άνθρωπος από μόνος του είναι ήδη φορέας μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών, επικίνδυνων για την δημόσια υγεία. Τα κατοικίδια ζώα με την σειρά τους, είναι ενεργητικοί και παθητικοί φορείς πολλών άλλων επικίνδυνων μικροοργανισμών. Επομένως, η συναναστροφή των ζώων με τους ανθρώπους, τους φέρνει σε επαφή με διάφορα είδη μικροοργανισμών (μικρόβια και ιοί), και άθελα τους γίνονται μεταφορείς αυτών που παρασιτούν στα ζώα. Επίσης, τα συστατικά του τριχώματος των ζώων, αποτελούν πηγές ρύπανσης των εσωτερικών χώρων. Δεν προκαλούν ιδιαίτερη μόλυνση στα άτομα, αλλά ευαισθητοποίηση του ανοσοποιητικού συστήματος των ανθρώπων με εκδήλωση αλλεργίας.

5. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο τον άνθρωπο

Ο άνθρωπος, απο μόνος του συμβάλλει με πολλούς τρόπους στην ρύπανση των εσωτερικών χώρων. Ο συγχρωτισμός σε κλειστούς χώρους, είναι η αιτία μεταφοράς μεγάλου αριθμού μικροοργανισμών κάθε είδους και μεγέθους από διάφορες επιφάνειες που ακουμπάει ο άνθρωπος είτε με τον ρουχισμό του , είτε με την επιδερμίδα του. Οι μικροοργανισμοί που μπορούν να μεταδοθούν απο το ένα άτομο στο άλλο είναι μύκητες, ιοί, μικρόβια και οι ανθεκτικές μορφές τους. Επίσης, μεταφέρονται μικρά έντομα που παρασιτούν στον ρουχισμό ή στο τριχωτό της κεφαλής των ανθρώπων.

6. Μικροοργανισμοί προερχόμενοι απο συστήματα κλιματισμού.

Ο συγχρωτισμός πολλών ανθρώπων στον ίδιο χώρο, σε συνδιασμό με την θερμική απόδοση των μηχανημάτων, έφεραν στο προσκήνιο την ανάγκη μείωσης του θερμικού φορτίου του χώρου. Για την επίτευξη της παραπάνω ανάγκης,

χρησιμοποιήθηκαν συσκευές κλιματισμού, οι οποίες μέσω της ψύξης μείωσαν το θερμικό φορτίο και ρύθμισαν την σχετική υγρασία. Η κυκλοφορία του αέρα μέσω των φίλτρων των κλιματιστικών, απομακρύνει τον μεγαλύτερο αριθμό των αιωρούμενων σωματιδίων. Όμως, ο πλημμελής καθαρισμός και η απουσία συντήρησης των κλιματιστικών τα καθιστά πηγές ανάπτυξης επικίνδυνων μικροοργανισμών. Οι πιο ελαφριές μορφές ενοχλήσεων που μπορούν να παρουσιαστούν είναι δερματικές αλλεργίες και μυκητιάσεις. Οι πιο σοβαρές ασθένειες από τα συστήματα κλιματισμού, είναι η Νόσος των Λεγεωναρίων, ο πυρετός Pontiac και σοβαρές περιπτώσεις πνευμονίας. Το κοινό αποτέλεσμα των ασθενειών είναι, η ύπαρξη Gram αρνητικών βακτηρίων στο σύστημα κλιματισμού. Και στις δύο περιπτώσεις, τα βακτήρια που προκάλεσαν τις ασθένειες είναι του γένους Legionella, που αποτελούν συνηθισμένο μικροβιακό φορτίο σε υδάτινες συγκεντρώσεις. Ο τρόπος αντιμετώπισης των συγκεκριμένων βακτηρίων είναι η θέρμανση των νερών πάνω από 60 βαθμούς Κελσίου.

7. Ακάρεα της οικιακής σκόνης

Τα ακάρεα είναι πολύ μικρού μεγέθους έντομα, αναπαράγονται γρήγορα και η επίδραση τους στην ανθρώπινη υγεία είναι σημαντική. Οι βασικές πηγές ρύπανσης από ακάρεα προέρχονται από δυο πηγές: α) τα καλλωπιστικά φυτά(μεταφορά με την ροή του αέρα). β) τα διάφορα υφάσματα επίπλων, μοκέτες, χαλιά και αφρώδη υλικό καθισμάτων- στρωμάτων. Τρέφονται με οργανικά υπολείμματα και ευδοκιμούν στο οικιακό περιβάλλον. Ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης έχουν στα στρώματα των κρεβατιών και στα μαξιλάρια, διότι σε αυτά παραμένει η υγρασία του ανθρώπινου σώματος, παράγοντας καθοριστικός για την επιβίωση τους. Λόγω του μεγέθους τους , μπορούν και διεισδύουν σε σχισμές του δέρματος προκαλώντας δερματοπάθειες, κνησμό και αλλεργικές καταστάσεις. Θεωρούνται από τις πρώτες αιτίες πρόκλησης ασθματος και αλλεργιών σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα ακάρεα της οικιακής σκόνης είναι πολύ σημαντικά από ιατρικής πλευράς, διότι τα αλλεργιογόνα παράγονται στις εκκρίσεις και τα περιττώματα των ακάρεων. Η μακροπρόθεσμη λύση για την μείωση των ακάρεων οικιακής σκόνης είναι η εξής:

- Μείωση της υγρασίας του εσωτερικού χώρου από το κλιματιστικό και αλλαγή των φίλτρων του.
- Καθαρισμός των κρίσιμων σημείων ανάπτυξης τους με ηλεκτρική σκούπα που να περιέχει φίλτρα HEPA.
- Συχνή αλλαγή κλινοσκεπασμάτων

8. Γύρη

Η γύρη προέρχεται από τα φυτά που βρίσκονται στην ύπαιθρο , κατά την περίοδο της ανθοφορίας τους. Τα φυτά εσωτερικού χώρου δεν ανθοφορούν. Επομένως, η μεταφορά της γύρης γίνεται με τα ρεύματα του αέρα και λόγω του μικρού της μεγέθους μπορεί και μετακινείται σε μεγάλες αποστάσεις και εισχωρεί και από τα πολύ μικρά

ανοίγματα. Θεωρείται ένας απο τους σημαντικότερους αλλεργιογόνους παράγοντες. Το γεγονός ότι το ανοσοποιητικό σύστημα του μεγαλύτερου μέρους του πληθυσμού δεν αναπτύσσεται κοντά στην φύση, αλλά κοντά σε τσιμεντένιες πόλεις, τον κάνει ευάλωτο σε διάφορους τύπους γύρης. Συμπεραίνουμε ότι, η σταδιακή έκθεση στους τύπους της γύρης απο την παιδική ηλικία, διαμορφώνει το ανοσοποιητικό σύστημα με τρόπο ώστε να αποφευχθεί η αλλεργική ευασθητοποίηση στο μέλλον. Η δομή των πόλεων, αποτελεί το βασικότερο παράγοντα για την αλλεργική ευασθητοποίηση του πληθυσμού.

9. Τρίχες και απολεπίσεις διαφόρων ζωϊκών οργανισμών

Μία ακόμα σημαντική πηγή βιολογικής ρύπανσης θεωρούνται οι τρίχες και οι απολεπίσεις του δέρματος διαφόρων ζωϊκών οργανισμών. Η ανάπτυξη παθογόνων ή μή παθογόνων μικροβίων, καθώς και η μετάδοση τους είναι εφικτή απο το ένα άτομο στο άλλο όταν: α) ερχόμαστε σε επαφή με μικρά τμήματα του δέρματος, τα οποία απομακρύνονται φυσιολογικά, τυχαία ή και παθολογικά απο το δέρμα μας ή β) και απο το δέρμα διαφόρων ζωϊκών οργανισμών. Οι τρίχες διαφόρων ζωϊκών οργανισμών μπορούν να είναι είτε άμεσα αλλεργιογόνες είτε φορείς σημαντικού αριθμού επικίνδυνων μικροοργανισμών.

Κατανομή Βιολογικών Ρύπων

Η κατανομή των βιολογικών ρύπων είναι διαφορετική απο περιοχή σε περιοχή, καθώς και απο εσωτερικό χώρο σε εσωτερικό χώρο. Σημαντικό κριτήριο για την κατανομή των συγκεκριμένων ρύπων αποτελεί η χρήση του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, καθώς και η εποχή. Σχετικά με τον εξωτερικό χώρο, ενδιαφέρουν ιδιαίτερα τα είδη των βιολογικών ρύπων που μεταφέρονται μέσω του αέρα στον εσωτερικό χώρο. Ο κακός αερισμός των εσωτερικών χώρων βοηθάει στην διατήρηση των ρύπων σε υψηλές συγκεντρώσεις, ιδιαίτερα κατά τη χειμερινή περίοδο, όπου ευνοείται η εμφάνιση και μετάδοση ορισμένων ιογενών λοιμώξεων για δύο λόγους.

Αρχικά, τον χειμώνα δεν εφαρμόζεται καλός αερισμός των εσωτερικών χώρων, εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών που επικρατούν, με αποτέλεσμα η ατομική υγιεινή των χρηστών του χώρου να είναι μειωμένη. Επιπλέον, στους οικιακούς χώρους -όταν υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση ατόμων- ο κίνδυνος να νοσήσει κάποιος είναι μεγαλύτερος. Το πρόβλημα επιτείνεται από την παρουσία των ακάρεων σε υλικά όπως κουρτίνες, καλυμμένα δάπεδα με μοκέτες και χαλιά, τα οποία συμβάλλουν στην υποβάθμιση της ποιότητας του αέρα και την δημιουργία αλλεργιών στους χρήστες της οικίας.

Σημαντική παράμετρος για την αποφυγή δημιουργίας υψηλών συγκεντρώσεων βιολογικών ρύπων στον αέρα των εσωτερικών χώρων, έχει ο καλός καθαρισμός και η περιποίηση του εσωτερικού περιβάλλοντος. Βέβαια, κάθε βιολογικός ρύπος επιδρά διαφορετικά στην υγεία του κάθε ατόμου, ενώ ακόμη και η ανάρρωση από ενδεχόμενη νόσο είναι διαφορετική. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το σημείο παίζει η κατάσταση της υγείας του ατόμου την δεδομένη στιγμή που θα εκτεθεί σε κάποιον

επικίνδυνο βιολογικό ρύπο. Το καλύτερο μέσο πρόληψης επομένως, είναι η τήρηση των βασικών κανόνων ατομικής και δημόσιας υγιεινής, προκειμένου να αποφευχθεί η ανάπτυξη δυσάρεστων, ή ακόμα και επικίνδυνων συνθηκών για την υγεία .

Οι τύποι των βιολογικών ρύπων είναι οι εξής:

- **Ιοί**

Η προσβολή των ανθρώπων από ιούς δεν είναι μια απλή διαδικασία, καθώς οι ιοί δεν είναι πάντοτε ίδιοι μεταξύ τους, ενώ δεν μεταδίδονται με τον ίδιο τρόπο. Ορισμένοι ιοί μπορούν σε μικρό χρονικό διάστημα να μολύνουν μεγάλο αριθμό ατόμων, επειδή μεταδίδονται μέσω της αναπνευστικής οδού ενώ άλλοι -δυσκολότεροι στη μετάδοση- πρέπει να ευνοηθούν από συγκεκριμένες συνθήκες για να δράσουν. Ο συγχρωτισμός μεγάλου αριθμού ατόμων στους εσωτερικούς χώρους, οι μεταξύ τους χειραψίες και ο πλημελής αερισμός, συμβάλουν στην μετάδοση των ιών στους χρήστες του χώρου.

- **Μικροοργανισμοί**

Οι μικροοργανισμοί αποτελούν μικρόβια που είναι υπεύθυνα για την πρόκληση σοβαρών παθολογικών καταστάσεων στον άνθρωπο, όπως μικροβιακών λοιμώξεων και ιώσεων. Η μετάδοση τους μπορεί να γίνει μέσα από την αναπνευστική οδό, την επαφή ατόμων, με μολυσμένα τρόφιμα αλλά και από κακές συνθήκες υγιεινής του εργασιακού χώρου. Ένας άλλος σημαντικός τρόπος μετάδοσης μικροοργανισμών είναι και μέσα από κακώς συντηρημένα συστήματα κλιματισμού. Οι σημαντικότερες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων από την επαφή μυκήτων είναι οι εξής: α) ανάπτυξη στομαχικών διαταραχών και β) δερματοπαθειών ή και αλλεργικών συμπτωμάτων. Η ανάπτυξη δερματοπάθειας οφείλεται στην επαφή με εστίες όπου αναπτύσσονται μύκητες, άλλωτε αντιμετωπίσιμη και άλλωτε όχι. Οι στομαχικές διαταραχές κυρίως προέρχονται από την κατανάλωση αλλοιωμένων τροφίμων και αντιμετωπίζονται ευκολότερα.

- **Ακάρεα**

Το άκαρι είναι μικροσκοπικό έντομο ,δύσκολα ορατό με το ανθρώπινο μάτι καθώς έχει μέγεθος μικρότερο, συνήθως, από ένα χιλιοστό του μέτρου. Τα περισσότερα από τα ακάρεα προκαλούν αλλεργικές αντιδράσεις όπως είναι το άσθμα, η αλλεργική ρινίτιδα, το έκζεμα και δερματοπάθεια. Τα συναντάμε σε σημεία που είναι ζεστά και υγρά όπως λόγου χάρη τα στρώματα των κρεβατιών. Κατά την διάρκεια του ύπνου, ο άνθρωπος εκτίθεται σε κάποια αντιγόνα τα οποία του προκαλούν υπερευαισθησία.

- **Γύρη**

Η γύρη αποτελεί τον πιο αλλεργιογόνο παράγοντα για το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Η συμπτωματολογία από την έκθεση στην γύρη έχει να κάνει με τη ευαισθησία που εκδηλώνουν τα άτομα που εκτίθενται σε αυτήν. Εάν παραμείνει σε απλή αλλεργική αντίδραση, δεν συντρέχει κίνδυνος, αλλιώς αν η συμπτωματολογία είναι έντονη, χρειάζεται παρακολούθηση.

- **Τρίχες και απολεπίσεις του δέρματος**

Μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις ποικίλης έκτασης, αλλά όχι σημαντικές μικροβιακές μολύνσεις. (Maromi M, 1995)

Τρόποι αντιμετώπισης

Η γενικότερη μόλυνση του περιβάλλοντος έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία μας. Συνεπώς δύο είναι τρόποι με τους οποίους μπορεί να αντιμετωπίσουμε αυτές τις επιπτώσεις. Ο πρώτος είναι αποκλειστικά προληπτικός, ενώ ο δεύτερος είναι επεμβατικός. (Moffat, W.D.1997)

2.2 Φυσικοί παράγοντες

Η ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους. Μία από αυτές τις παραμέτρους είναι οι φυσικές και σε αυτές εντάσσονται η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία του αέρα, ο θόρυβος, ο φωτισμός και ο αερισμός.

Ειδικότερα:

- Η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες, επηρεάζει το θερμικό περιβάλλον και διαμορφώνει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο περιβάλλον του κτιρίου.
- Η υγρασία είναι υπεύθυνη για την δημιουργία μικροβιακής ρύπανσης από μύκητες και ακάρεα.
- Ο αερισμός έχει σπουδαίο ρόλο για την διασφάλιση υγιεινού περιβάλλοντος στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων. Η επίτευξη της καλής ποιότητας του αέρα προκύπτει είτε από την απομάκρυνση και διάλυση των ρύπων που υπάρχουν στους εσωτερικούς χώρους, είτε παρέχοντας την απαιτούμενη ποσότητα οξυγόνου ώστε να πραγματοποιηθεί ο μεταβολισμός τους.
- Ο θόρυβος έχει εξίσου σημαντικό ρόλο στην διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, διότι επηρεάζει με άμεσο αλλά και με έμμεσο τρόπο.
- Ο φωτισμός είναι επίσης σημαντικός παράγοντας διατήρησης της ποιότητας των εσωτερικών χώρων

Σημαντικός παράγοντας επίσης είναι και η **θερμική άνεση** του κτιρίου, η οποία ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες (Santamouris 2006). Η θερμική άνεση είναι υποκειμενική διότι στον ίδιο χώρο το κάθε άτομο εκφράζει την ικανοποίηση του διαφορετικά, είτε με ευχαρίστηση είτε με δυσαρέσκεια. Καθορίζεται από τον συνδυασμό των παρακάτω φυσικών παραμέτρων: υγρασία, θερμοκρασία, ταχύτητα του αέρα, ακτινοβολία των θερμικά ακτινοβολούντων σωμάτων, θόρυβο, φωτισμό. Για αυτό τον λόγο, ορίστηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν την θερμική άνεση ως εξής:

Φυσικές παράμετροι

1. Θερμοκρασία του αέρα
2. Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών
3. Η σχετική υγρασία του αέρα
4. Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα
5. Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών

Βιολογικές παράμετροι

1. Η ηλικία των χρηστών του χώρου
2. οι συνήθειες των χρηστών του χώρου
3. το φύλλο των χρηστών του χώρου

Εξωτερικές παράμετροι

1. Δραστηριότητες των χρηστών
2. Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι -και ιδιαιτέρως οι φυσικές- επηρεάζουν τη ροή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας από τον άνθρωπο προς το περιβάλλον και αντίστροφα. Ο άνθρωπος έχει μηχανισμούς διατήρησης της θερμικής κατάστασης του σώματος σε σταθερά επίπεδα, περίπου στους 37° C και προσαρμογής της στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία του δέρματος είναι ο κατάλληλος δείκτης για την θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος. Για να αξιολογηθεί σωστά η θερμική άνεση, γίνεται χρήση και άλλων παραμέτρων, όπως είναι η ξηρότητα του δέρματος, η μέση θερμοκρασία του δέρματος και ο ρυθμός εφίδρωσης. Το περιβάλλον του ανθρώπου μπορεί να θεωρηθεί θερμικά άνετο όταν τα αισθητήρια όργανα του δεν αντιλαμβάνονται σημαντικές αλλαγές (Παπαδόπουλος, 2006).

Θερμοκρασία του αέρα

Η θερμοκρασία του αέρα αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων. Επηρεάζει την άνεση των χρηστών του χώρου με πολλούς τρόπους, διότι σε συνδυασμό με τις άλλες φυσικές παραμέτρους καθορίζει την αίσθηση ποιότητας του εσωτερικού αέρα, του θερμικού περιβάλλοντος, την

άνεση και την δυσφορία που αισθάνονται οι χρήστες των κτιρίων. Οι άνθρωποι κατανοούν τις αλλαγές της θερμοκρασίας του αέρα στον εσωτερικό χώρο από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και του υποθαλάμου, τα οποία ρυθμίζουν την θερμοκρασία σε ένα ευρύτερο πεδίο τιμών, διότι δεν υφίσταται βέλτιστη τιμή. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την θερμοκρασία του αέρα των εσωτερικών χώρων είναι οι εξής:

- Ο τρόπος αερισμού του κτιρίου (μηχανικός ή φυσικός)
- Το εξωτερικό περιβάλλον
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Ο τρόπος σχεδιασμού κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης ενός μηχανικά αεριζόμενου κτιρίου
- Ο τρόπος λειτουργίας του κτιρίου και των συστημάτων αερισμού, θέρμανσης και ψύξης από τους χρήστες του κτιρίου.
- Ο τύπος και ο αριθμός των ηλεκτρικών συσκευών, μηχανημάτων ή εξοπλισμού γραφείων που υπάρχουν στο κτίριο και παράγουν θερμότητα (π.χ οθόνες H/Y)
- Τα υλικά κατασκευής και τα υλικά θερμομόνωσης
- Ο τρόπος σχεδιασμού ενός φυσικά αεριζόμενου κτιρίου.

Η θερμοκρασία επηρεάζει το ανθρώπινο σώμα και τις λειτουργίες ανταλλαγής ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας με το περιβάλλον. Η αξιολόγηση της θερμικής άνεσης δεν είναι εύκολη υπόθεση, διότι εκτός από την θερμοκρασία, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από τις άλλες φυσικές παραμέτρους. Εκτός των ανωτέρω, η θερμοκρασία του αέρα εκτός από την θερμική όχληση που προκαλεί στον άνθρωπο, ενισχύει την παρουσία των συμπτωμάτων του Συνδρόμου του Αρρώστου Κτιρίου (ΣΑΚ), με τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα το αίσθημα ξηρασίας και τον ερεθισμό των ματιών. Όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή -σε συνδυασμό με την υψηλή ταχύτητα του αέρα και την χαμηλή υγρασία του εσωτερικού χώρου- η επιφάνεια των ματιών ξηραίνεται, με αποτέλεσμα τα μάτια να είναι ευάλωτα στα αιωρούμενα σωματίδια και σε άλλους ρύπους. Ο συνδυασμός της θερμοκρασίας με την υγρασία αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Κατανοούμε επομένως, ότι οποιαδήποτε αλλαγή προκύψει είτε στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα είτε στο θερμικό περιβάλλον, επηρεάζουν τις αντιδράσεις των ανθρώπων και την αίσθηση τους σε σχέση με την ποιότητα του αέρα (Fang et al. 1998).

Οι φυσικές παράμετροι της θερμοκρασίας και της υγρασίας μπορούν να επιδράσουν αρνητικά ως προς τον ρυθμό εκπομπής ρύπων από τις πηγές τους. Συγκεκριμένα, όταν η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα είναι αυξημένη, τότε ο ρυθμός εκπομπής της φορμαλδεΐδης είναι υψηλός και ισχύει το αντίστροφο, όταν είναι χαμηλή η θερμοκρασία, η εκπομπή της φορμαλδεΐδης να είναι μειωμένη (U.S. Consumer Safety Commission, 2007).

Συμπεραίνουμε ότι τόσο η θερμοκρασία όσο και η σχετική υγρασία έχουν σημαντική επίδραση στις εκπομπές από τα βερνίκια και τα χρώματα, κυρίως τις

πρώτες ώρες εφαρμογής τους, ενώ μειώνεται σε μεγάλο βαθμό με το πέρασ κάποιων ωρών (Haghighat and De Bellis 1998 και Fang et al. 1999).

Σχετική υγρασία του ατμοσφαιρικού αέρα

Με τον όρο «υγρασία» αποδίδεται το ποσοστό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης λαμβάνεται υπόψιν η σχετική υγρασία, διότι εκφράζει την ποσότητα του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς. Η υγρασία του αέρα επηρεάζει τους παρακάτω τρεις μηχανισμούς του ανθρώπινου σώματος:

- τον μηχανισμό διάχυσης των υγρών υπό τη μορφή αερίων του σώματός μας μέσω του δέρματος,
- τον μηχανισμό εξάτμισης του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος και
- τον μηχανισμό ύγρανσης του εισπνεόμενου αέρα.

Οι μηχανισμοί της διάχυσης και της εξάτμισης εξαρτώνται άμεσα από τη σχετική υγρασία του αέρα. Αν το περιεχόμενο του αέρα είναι υψηλό σε υδρατμούς (σχετική υγρασία μεγαλύτερη από 60–70%) και η θερμοκρασία του αέρα υψηλή, το σώμα μας ενεργοποιεί τον μηχανισμό της εφίδρωσης. Στην περίπτωση αυτή, η εξάτμιση του ιδρώτα δεν είναι εφικτή, και παραμένει στο δέρμα βρέχοντάς το, με αποτέλεσμα ο άνθρωπος να αισθάνεται τον αέρα πιο ζεστό και κολλώδη. Από την άλλη πλευρά, εάν το ποσοστό των υδρατμών του αέρα είναι χαμηλό, η εξάτμιση του ιδρώτα του δέρματος είναι εφικτή (Hörpe, 1988). Συμπεραίνεται επομένως, ότι η ανοσοποιητική ικανότητα του δέρματος είναι μειωμένη όταν το δέρμα δεν υγραίνεται κανονικά, ενώ, όταν το δέρμα είναι βρεγμένο εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας, η δυσарέσκεια είναι έντονη (Δελλής και Τραγουδάρας, 2002).

Ουσιαστικά το θερμορυθμιστικό σύστημα είναι αυτό που αποτελεί τον ακριβή δείκτη δυσарέσκειας για τις συνθήκες που βιώνει ο χρήστης στον εσωτερικό χώρο από την ποιότητα του αέρα.

Όσο αφορά την αναπνευστική οδό η σχετική υγρασία επιδρά με δύο τρόπους:

- Κατά την εισπνοή του αέρα οι βλεννώδεις μεμβράνες της αναπνευστικής οδού ψύχονται, γεγονός που θεωρείται σημαντικό ως προς την αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος.
- Η υγρασία και η θερμοκρασία του εισπνεόμενου αέρα ρυθμίζεται μέσω της αναπνευστικής οδού πριν φτάσει στους πνεύμονες, διότι λειτουργεί όπως το σύστημα κλιματισμού.

Το σημείο της αναπνευστικής οδού στο οποίο γίνεται ο κλιματισμός του αέρα, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το περιεχόμενο σε υδρατμούς του εισπνεόμενου αέρα. Όταν οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας είναι τυπικές, καθώς και ο ρυθμός αναπνοής των χρηστών είναι χαμηλός, τότε ο κλιματισμός του αέρα γίνεται

στο άνω μέρος της αναπνευστικής οδού. Αντίθετα, όταν οι τιμές της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας είναι υψηλές, τότε ο κλιματισμός του αέρα δεν είναι εφικτός, με συνέπεια να μοιάζει αποπνικτικός και θερμότερος απο ότι είναι στην πραγματικότητα. Όταν όμως οι τιμές της υγρασίας του εσωτερικού αέρα είναι πολύ χαμηλές, τότε οι βλεννώδεις μεμβράνες της αναπνευστικής οδού κινδυνεύουν να ξηραθούν, με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτός ο κλιματισμός του αέρα πριν φτάσει στους πνεύμονες. Επομένως ο μηχανισμός ψύξης της αναπνευστικής οδού είναι πολύπλοκος.

Τα αποδεκτά όρια της σχετικής υγρασίας είναι ασαφή, όπως και της θερμοκρασίας. Για να επιτευχθεί η θερμική άνεση και να προσδιοριστεί η σχετική υγρασία καθοριστικό ρόλο παίζει ο συνδυασμός όλων των φυσικών παραμέτρων. Η σχετική υγρασία σε σχέση με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, συνδέεται άμεσα με την αναπνευστική οδό και το δέρμα, διότι σχετίζονται με τον αέρα και το ποσό των υδρατμών που περιέχει (Fanger et al. 1998). Η αναπνευστική οδός είναι σημαντική στην αντίληψη της ποιότητας του αέρα και του θερμικού περιβάλλοντος, ενώ σημασία έχει και η ανοσοποιητική ικανότητα του δέρματος, η οποία σε συνθήκες ανεπαρκούς υγρασίας μειώνεται.

Επιπτώσεις οι οποίες σχετίζονται με την σχετική υγρασία είναι οι εξής: η αίσθηση του ‘μπαγιάτικου’ αέρα, η εντονότερη αίσθηση διάφορων οσμών, η ξηρότητα του δέρματος που προκαλεί φαγούρα, εξανθήματα και αλλεργικές αντιδράσεις και η δυσφορία.

Συμπεραίνουμε επομένως, ότι η σχετική υγρασία αποτελεί πολύ βασική παράμετρο για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Τα υψηλά επίπεδα υγρασίας οδηγούν στην δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών εμφάνισης μούχλας και παραγωγής μικροοργανισμών που απειλούν την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, η παρουσία της μούχλας στους εσωτερικούς χώρους έχει την δυνατότητα να δημιουργήσει προβλήματα στην υγεία, εξαιτίας των αλλεργιογόνων και σε ορισμένες φορές των δυνητικά τοξικών ουσιών (μυκοτοξίνες) που παράγει. Η εισπνοή σπορίων και η επαφή με την μούχλα απο τις ευαίσθητες ομάδες ανθρώπων, μπορεί να προκαλέσει συμπτώματα παρόμοια με του πυρετού, όπως: φτέρνισμα, ρινική καταρροή, κόκκινα μάτια,ερεθισμένη μύτη και λαιμό, και εξάνθημα του δέρματος (δερματίτιδα). Επομένως, η αύξηση της υγρασίας σημαίνει αύξηση της μούχλας, η οποία αποτελεί αίτιο ανάπτυξης άσθματος, βρογχίτιδας και αλλεργιών (United States Environment Protection Agency 2013).

Αερισμός

Ο αερισμός αποτελεί μηχανισμό μέσω του οποίου παρέχεται καθαρός αέρας σε έναν εσωτερικό χώρο, καθώς έτσι επιτυγχάνεται η απομάκρυνση και η διάλυση των δυσάρεστων οσμών και των ρύπων από τους εσωτερικούς χώρους. Ο αερισμός διασφαλίζει την ικανοποιητική ποσότητα οξυγόνου στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων και προάγει την θερμική άνεση. Εάν ο αερισμός των εσωτερικών χώρων είναι ανεπαρκής, τότε αυξάνεται η συγκέντρωση των βακτηριδίων η οποία προκαλεί

συμπτώματα στην υγεία. Ο ρυθμός του αερισμού εξαρτάται από την ποσότητα και την φύση του ρύπου του εσωτερικού αέρα.

Πολλές φορές σε έναν χώρο υπάρχουν περισσότεροι από έναν ρύποι που παράγονται από πολλές πηγές. Άρα, ο ρυθμός αερισμού εξαρτάται από την απαιτούμενη ποσότητα αερισμού (Liddament, 1996).

Ωστόσο ο υψηλός ρυθμός αερισμού οδηγεί στην κατανάλωση ενέργειας. Προκειμένου όμως να μειωθεί το κόστος, ακολουθήθηκε στρατηγική μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας μέσω της μείωσης του αερισμού, γεγονός που οδήγησε στην ανάπτυξη του Συνδρόμου του Αρρώστου Κτιρίου. Βέβαια, ο ρυθμός αερισμού δεν επιδρά άμεσα στην υγεία των ανθρώπων, αλλά επηρεάζει τις συνθήκες του εσωτερικού χώρου, καθώς και τις συγκεντρώσεις των αερίων ρύπων, οι οποίοι επιδρούν αρνητικά στην υγεία, υποβαθμίζοντας την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα υποδηλώνει ανεπαρκή αερισμό και συσχετίζεται με την αύξηση των συμπτωμάτων υγείας (Serpanen et. al. 2002).

Ο ρυθμός αερισμού δεν αποτελεί μοναδικό παράγοντα καθορισμού της ικανότητας του αερισμού για την επίτευξη της ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα, αλλά επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό και από το προφίλ της ροής του αέρα. Η αποτελεσματικότητα του αερισμού, χαρακτηρίζεται από την ανάμιξη του αέρα και τη διανομή των ρύπων μέσα στο χώρο, πράγμα που δείχνει κατά πόσο το σύστημα αερισμού εκπληρώνει τις σχετικές απαιτήσεις. Οι πηγές ρύπων δεν είναι γνωστές ή σταθερές, η αποτελεσματικότητα του αερισμού δεν είναι πάντα εφικτή από ένα σύστημα αερισμού. Μία εναλλακτική μέθοδος μέτρησης της αποτελεσματικότητας του αερισμού είναι η ικανότητα εναλλαγής του αέρα στο χώρο (Mundt et. al. 2004).

Ο αερισμός των εσωτερικών χώρων του κτιρίου επιτυγχάνεται με τους εξής τρόπους:

1. Φυσικός αερισμός: με τον οποίο δε γίνεται χρήση μηχανικών μέσων για την ψύξη, τον κλιματισμό, ή την κυκλοφορία του αέρα στους χώρους του κτιρίου, αλλά επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του ανέμου και τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος. Επιτυγχάνεται μέσα στην διάρκεια της ημέρας όπου το κτίριο λειτουργεί, με σκοπό την απομάκρυνση των ρύπων και των θερμικών κερδών, αλλά και κατά την διάρκεια της νύχτας, όπου συμβάλλει στην ψύξη της θερμικής μάζας του κτιρίου από τον ψυχρό αέρα του περιβάλλοντος και την αποβολή των ρύπων. Ο φυσικός αερισμός μπορεί να είναι είτε διαμετρής είτε μή διαμετρής, διότι τις περισσότερες φορές στα ήδη υπάρχοντα κτίρια, λόγω κόστους είναι αδύνατη η εγκατάσταση κεντρικών μηχανικών συστημάτων. Ο προσεκτικός σχεδιασμός ενός κτιρίου φυσικά αεριζόμενου παρέχει ικανοποιητικές συνθήκες για την διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα (Souris and Santamouris, 1999).

2. Μηχανικός αερισμός: γίνεται με την χρήση τοπικών ή κεντρικών μηχανικών μέσων για την ψύξη ή τον κλιματισμό ή την κυκλοφορία του αέρα στους χώρους του κτιρίου. Η επιλογή των μηχανικών συστημάτων εξαρτάται από τα κατασκευαστικά και τα ενεργειακά κριτήρια. Όμως, από έρευνες έχει αποδειχθεί ότι ο μηχανικός αερισμός (κλιματισμός) δεν θεωρείται τόσο αποτελεσματικός, διότι παρουσιάζονται περισσότερα προβλήματα υγείας, απ' ότι όταν ο κλιματισμός είναι φυσικός. Η δημιουργία ρύπανσης των εσωτερικών χώρων από τα μηχανικά συστήματα

αερισμού, οφείλεται είτε στο γεγονός ότι τα ίδια είναι ρυπασμένα και με την ροή του αέρα που τα διαπερνούν μολύνουν τον χώρο, είτε στο ότι μεταφέρουν ρύπους από χώρους υψηλής συγκέντρωσης σε άλλους χώρους ανακυκλώνοντας τους ρύπους (Seppanen and Fisk, 2002).

Φωτισμός

Ο φωτισμός ανήκει στα φυσικά αίτια που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία. Σε συνδυασμό με τους άλλους παράγοντες (θερμοκρασία, υγρασία κλπ) επηρεάζει την ψυχολογία του ανθρώπου, επιδρά στην παραγωγικότητα του και αυξάνει ή μειώνει το αίσθημα άνεσης και ευεξίας. Δυστυχώς ο φωτισμός των εσωτερικών χώρων παραμένει μία παραμελημένη πλευρά στον σχεδιασμό των κτιρίων, διότι μεγαλύτερη προτεραιότητα δείχνουν οι ένοικοι στα χρώματα, την επίπλωση και στα υφάσματα, καθώς και στον τρόπο που αυτά διαμορφώνουν την αισθητική του χώρου.

Ο φυσικός φωτισμός στα κτήρια σε σύγκριση με τον τεχνητό φωτισμό θεωρείται καλύτερος, διότι δημιουργεί πιο ευχάριστο περιβάλλον λόγω της μεταβλητότητάς του, ενώ ο τεχνητός φωτισμός θεωρείται μονότονος. Υποστηρίζεται από έρευνες ότι ο φωτισμός από τον ήλιο συμβάλλει στην καλή ψυχική υγεία του ατόμου και στην μείωση του συνδρόμου εποχικής συναισθηματικής διαταραχής.

Οπτική άνεση

Η οπτική άνεση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει, να αναγνωρίζει και να αναλύει λεπτομερώς και εύκολα ό,τι βρίσκεται στο πεδίο ορατότητας του, λαμβάνοντας υπόψη την ταχύτητα, την ποιότητα και τη ακρίβεια της αντιληπτικότητας του. Κατά κύριο λόγο, εξαρτάται από τις συνθήκες φωτισμού του χώρου μέσα στον οποίο βρίσκεται το άτομο. Ο φωτισμός όταν είναι ανεπαρκής, - κακή κατανομή του φωτός που μπορεί να τυφλώνει οπτικά τους ενοίκους- δημιουργεί αίσθημα κόπωσης και δυσφορίας.

Η ικανότητα του οφθαλμού να προσαρμόζεται στις αλλαγές στις αλλαγές του φωτισμού είναι πολύ σημαντική. Εμπειρικά, το ανθρώπινο μάτι εύκολα μπορεί να προσαρμοστεί στην αλλαγή από το ζωηρό εξωτερικό φυσικό φως, σε ένα χώρο με τεχνητό φωτισμό. Για την εξασφάλιση καλής οπτικής άνεσης απαιτείται στους εσωτερικούς χώρους να υπάρχει επαρκής ποσότητα φωτισμού και η ομαλή κατανομή του, ώστε να αποφεύγονται οι έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν το **φαινόμενο της θάμβωσης**. Η επάρκεια και η κατανομή του φωτισμού, εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου, τα ανοίγματα, αλλά και τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιάφανων επιφανειών (χρώμα/ υφή) και των υαλοπινάκων (ανακλαστικότητα/ φωτοδιαπερατότητα) (1,2)

Επιπτώσεις κακού φωτισμού:

1. Θάμβωση σημαίνει μείωση της οπτικής ικανότητας που δημιουργείται όταν υπάρχουν περιοχές με υψηλή λαμπρότητα μέσα στο οπτικό πεδίο των χρηστών του κτιρίου. Οφείλεται στη δυσκολία προσαρμογής του αισθητήριου της όρασης. α) Η

άμεση θάμβωση προκύπτει απο τους γυμνούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, προβολείς, σπότ με λάθος προσανατολισμό.β) Ψυχολογική και γ)αντανακλαστική θάμβωση

2. Οπτική κόπωση: Εκδηλώνεται κατά την διάρκεια επίμονης και λεπτής οπτικής εργασίας. Εμφανίζει τα παρακάτω συμπτώματα:

- Ερεθισμός οφθαλμών
- Δακρύρροια
- Επιπεφυκίτιδα
- Πονοκέφαλος
- Υπνηλία
- Μειωμένη οπτική οξύτητα
- Μειωμένη ικανότητα προσαρμογής

Σε αυτή την κατάσταση, συμβάλει ο πλημμελής καθαρισμός και η μη αντικατάσταση των φωτιστικών. Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για να επιτευχθούν τα ανωτέρω είναι: 1) ο σωστός σχεδιασμός του τεχνητού φωτισμού, 2) η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού, 3) η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης, 4) η επιλογή κατάλληλων φωτιστικών σωμάτων, 5) η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και η 6) σωστή συντήρηση των φωτιστικών σωμάτων. Συμπεραίνουμε ότι, με την λήψη κατάλληλων μέτρων στον φωτισμό, μπορούμε να επιτύχουμε εξοικονόμηση ενέργειας σε ποσοστό 30-50 % (Θεοδωράτος και Καρακασίδης, 2004).

Θόρυβος

Με τον όρο «θόρυβος» ορίζουμε κάθε ήχο ο οποίος είναι δυσάρεστος και μας προκαλεί συνήθως ανεπιθύμητες καταστάσεις, οι οποίες διακρίνονται σε φυσιολογικές και ψυχολογικές. Σαν θόρυβοι χαρακτηρίζονται επίσης οι ήχοι που προκαλούνται απο ακανόνιστες μεταβολές της πίεσης του ατμοσφαιρικού αέρα. Τα χαρακτηριστικά του ήχου περιλαμβάνουν την συχνότητα, την ένταση και την χροιά.

Οι ευεργετικές του ιδιότητες για τις ανθρώπινες δραστηριότητες είναι εμφανείς σε όλους, αλλά ενίοτε υπάρχει και το τίμημα των ενοχλήσεων. Ο θόρυβος βλάπτει σοβαρά την υγεία του ανθρώπου και επηρεάζει τις καθημερινές του δραστηριότητες στη δουλειά, στο σπίτι και στον ελεύθερο χρόνο του. Οι επιπτώσεις του θορύβου στον άνθρωπο είναι ποικίλες. Ξεκινούν από απλό εκνευρισμό ή δυσφορία και μπορούν να καταλήξουν σε μόνιμες βλάβες του οργανισμού, όπως έλλειψη συγκέντρωσης, δυσκολία επικοινωνίας, κόπωση, απώλεια ακοής και ψυχολογικές διαταραχές.

Σήμερα αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της ποιότητας της ζωής. Μόνο ο κυκλοφοριακός θόρυβος υπολογίζεται ότι βλάπτει την υγεία ενός τρίτου των Ευρωπαίων πολιτών. Το πρόβλημα του θορύβου και της ηχορύπανσης δυστυχώς επεκτείνεται αντί να περιορίζεται. Οι κύριοι κίνδυνοι του θορύβου για την υγεία που προσδιορίζονται από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας(WHO 2008) είναι οι εξής:

1. Καρδιαγγειακές επιπτώσεις

2. Διαταραχή του ύπνου με όλες τις επιβλαβείς συνέπειες σε μακροπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη βάση
3. Ορμονικές αντιδράσεις και τις πιθανές συνέπειες στον ανθρώπινο μεταβολισμό και το ανοσοποιητικό σύστημα
4. Επιρροή στην κοινωνική συμπεριφορά (επιθετικότητα)
5. Ενόχληση
6. Μειωμένη απόδοση στην εργασία
7. Πόνος και ακροαστική κόπωση.

Περισσότερο ευπαθής στις ψηλότερες στάθμες θορύβου είναι η ομάδα πληθυσμού που πάσχει από υπέρταση ή έχουν ψυχολογικά προβλήματα. Η χρόνια έκθεση στον περιβαλλοντικό θόρυβο οδηγεί στην μειωμένη ικανότητα εκμάθησης και δημιουργεί προβλήματα υγείας στα παιδιά και συνεισφέρει στη δημιουργία άγχους.

Τα επιτρεπτά όρια έκθεσης στον θόρυβο για τον χώρο του ύπνου που έχει αποδεχθεί ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, σε σταθερό επίπεδο πρέπει να είναι λιγότερο από 30dB(A) και στιγμιαία 45dB(A)

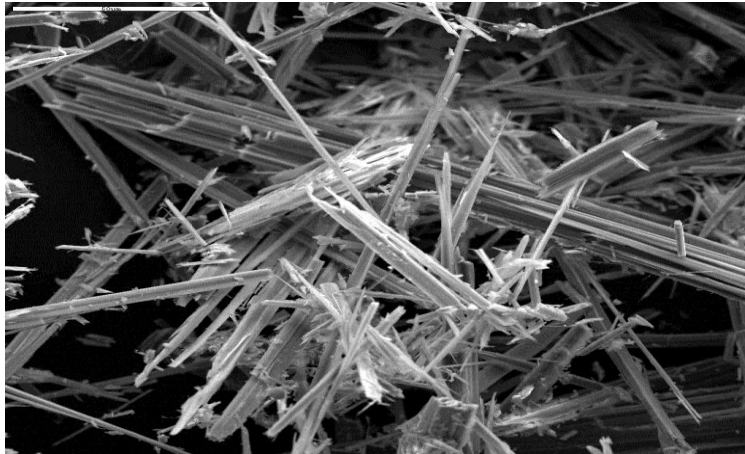
Ο θόρυβος από την οδική κυκλοφορία θεωρείται η πιο ενοχλητική πηγή θορύβου για τον αστικό πληθυσμό. Ο θόρυβος πέρα από τις αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, επιδρά αρνητικά και στο αστικό περιβάλλον. Οι ανθρώπινες δραστηριότητες είναι πολυπαραγοντικές και για τον λόγο αυτό ο θόρυβος που παράγεται ονομάζεται περιβαλλοντικός θόρυβος. Περιλαμβάνει όλες τις ανεπιθύμητες και επιβλαβείς ηχητικές εκπομπές που προέρχονται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Θεοδωράτος και Καρακασίδης, 2004).

2.3 Χημικοί παράγοντες

Η ποιότητα του αέρα των εσωτερικών χώρων έχει υποβαθμιστεί σε μεγάλο βαθμό εξαιτίας της έκλυσης των χημικών ουσιών από τα δομικά υλικά του χώρου και από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Η διαρκής έκθεση του ανθρώπου σε αυτές, προξενεί σοβαρά προβλήματα στην υγεία λόγω της άμεσης τοξικότητας τους στον οργανισμό. Τα συμπτώματα δεν είναι πάντα εμφανή, αλλά σταδιακά μετατρέπονται σε χρόνιες παθήσεις, συμπεριλαμβανομένου και του καρκίνου. Στην συνέχεια, θα αναφερθούν οι κυριότερες χημικές ουσίες τις οποίες συναντάμε στην ατμόσφαιρα των εσωτερικών χώρων.

- **Αμιάντος :**

Ο όρος αμιάντος ή asbestos ανήκει σε μία σειρά πυριτικών αλάτων κυρίως μαγνησίου, σιδήρου, ασβεστίου ή νατρίου. Τα γνωστότερα είδη αμιάντου είναι: 1) χρυσοτίλης ή λευκός αμιάντος, 2) κυανούς αμιάντος, 3) αμοσίτης, 4) ανθοφυλίτης, 5) ο τρεμολίτης και 6) ο ακτινολίτης (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: ίνες αμιάντου, πηγή: wikipedia

Θεωρείται ανθεκτικό υλικό στην τριβή, στις υψηλές θερμοκρασίες, στις χημικές επιδράσεις, είναι άριστο μονωτικό υλικό και αποτελείται από μικρές και λεπτές ίνες. Στον κατασκευαστικό τομέα η χρήση του ήταν πολύ διαδεδομένη λόγω των ανωτέρω ιδιοτήτων του. Ο αμιάντος χρησιμοποιήθηκε στον τομέα των κατοικιών στα παρακάτω υλικά:

- Υλικά βαφής τοίχων
- Αμιαντοσωλήνες για ύδρευση και αποχέτευση
- Ηχομονωτικά πλακίδια οροφών, τοίχων, πλακίδια και μουσαμάδες δαπέδου
- Υλικά οικοδομών-αμιαντοτσιμέντο
- Προϊόντα μονώσεως που χρησιμοποιούνται για ηχομόνωση και θερμομόνωση των κτιρίων, μόνωση σωλήνων και σε διάφορες ηλεκτρικές συσκευές

Τα υλικά αμιάντου βρίσκονται κυρίως σε παλαιά κτήρια, αλλά η παρουσία τους δεν είναι απαραίτητα επιβαρυντική. Το πρόβλημα ξεκινά όταν τα προϊόντα αμιάντου έχουν υποστεί φθορές ή έχει παρέμβει άνθρωπος (κόβοντας, τρυπώντας, ή θρυμματίζοντας το), με αποτέλεσμα οι ίνες να απελευθερώνονται στον αέρα και να προκαλούν δυσμενείς συνέπειες για την υγεία τους. Καλό είναι επομένως, τα αμιαντούχα προϊόντα να παραμένουν στην κατάσταση την οποία βρίσκονται και να μην γίνονται αντικείμενα επεμβάσεων.

Οι ανθεκτικές ίνες που περιέχει ο αμιάντος είναι ικανές μέσω της εισπνοής, να εισέλθουν στο αναπνευστικό σύστημα. Οι ίνες αυτές παραμένουν στους πνεύμονες, διότι ο οργανισμός δεν μπορεί να τις αποβάλλει με συνέπεια να αποτελούν εστία φλεγμονής για όλη την ζωή του κάθε ανθρώπου. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας αναφέρει ότι ο αμιάντος προκαλεί τα εξής :

- Διάμεση Ίνωση (Αμιάντωση)
- Βρογχικό Καρκίνο
- Κακοήθες μεσοθηλίωμα του υπεζωκότα και του περιτοναίου.
- Αμιαντωσικές πλάκες στον υπεζωκότα και πλευριτικές συλλογές.

Η περίοδος εμφάνισης των ανωτέρω βλαβών κυμαίνεται απο 5 έως 10 χρόνια, ξεπερνά όμως ακόμη και τα 40, δίχως να υπάρχει απόδειξη συγκεκριμένου χρονικού ορίου μετά το οποίο ο κίνδυνος να είναι μειωμένος. Ακόμη όμως και ελάχιστη δόση να προσληφθεί απο τον άνθρωπο, είναι δυνατόν να προκληθεί νόσος.

Οι επιδράσεις του εξαρτώνται απο την συγκέντρωση των ινών αμιάντου στον εισπνεόμενο αέρα και από την διάρκεια έκθεσης. Όσο αφορά τους καπνιστές, η συχνότητα εμφάνισης καρκίνου του πνεύμονα είναι υψηλότερη από το φυσιολογικό, όταν συνδυάζεται με την εισπνοή ινών αμιάντου.

Εκτός του αναπνευστικού συστήματος, οδός πρόσληψης των ινών στον ανθρώπινο οργανισμό είναι και ο πεπτικός σωλήνας. Από το πόσιμο νερό που προέρχεται από σωληνώσεις ύδρευσης αμιάντου, αλλά και απο τις τροφές, οι ίνες αμιάντου εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό. Δεν είναι αποδεδειγμένο ωστόσο ότι αυτός ο τρόπος εισόδου ινών αμιάντου είναι η αιτία δημιουργίας καρκίνου του πεπτικού συστήματος.

Οι σωλήνες αμιαντοτσιμέντου των δικτύων ύδρευσης, από μόνοι τους δεν δημιουργούν κινδύνους για τη δημόσια υγεία. Το πρόβλημα προκύπτει από την διάβρωση των αμιαντοσωλήνων, καθώς λόγω της μακροχρόνιας χρήσης τους, τα νερά σιγά-σιγά, διαλύουν το τσιμέντο και ελευθερώνουν τις ίνες αμιάντου. Ο βαθμός διάβρωσης που προκαλείται από το νερό εξαρτάται από τη χημική σύστασή του. Η διάβρωση προκαλεί όχι μόνο φθορά ή καταστροφή των εγκαταστάσεων, αλλά αποτελεί και δυνητικό κίνδυνο για την υγεία των καταναλωτών λόγω των διαλυόμενων μετάλλων.

Ο αμίαντος είναι υλικό που έχει και γενοτοξική δράση και γι αυτό δεν μπορούμε να ορίσουμε κατώτατο ανεκτό όριο. Ωστόσο η χρήση του έχει καταργηθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση, νόμος που στην Ελλάδα ισχύει από την 01/01/2005. Παρόλα αυτά, στη χώρα μας υπάρχουν ακόμα άτομα που έχουν εκτεθεί σε ίνες αμιάντου και ενδέχεται να εμφανίσουν τις ανωτέρω ασθένειες στις επόμενες δεκαετίες. Υπάρχουν δομικά υλικά τα οποία περιέχουν αμίαντο , δυστυχώς ακόμα σε πολλά κτίρια. Μέσω των παραπάνω υλικών απελευθερώνονται οι ίνες του στον εισπνεόμενο αέρα, οι οποίες μάλιστα αποτελούν εστίες μεγάλου κινδύνου σε περίπτωση επισκευής και κατεδάφισης. Το 1999 Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την Οδηγία 76/769/ΕΟΚ που απαγόρευε τη διάθεση στην αγορά και τη χρήση ινών αμιάντου. Επίσης απαγόρευσε τη χρήση προϊόντων που περιέχουν τέτοιες ίνες (αμιαντοτσιμεντοσωλήνες), αλλά επιτρέπει τη χρήση των προϊόντων αυτών που ήταν εγκατεστημένα ή σε λειτουργία πριν την 15-8-1999 μέχρι την τελική απόρριψή τους ή τη λήξη της λειτουργίας τους (Τσέγκα, 2002).

- **Τεχνητές ορυκτές ύλες:**

Οι τεχνητές ορυκτές είναι ένα υλικό το οποίο χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του αμιάντου. Τέτοιες ύλες είναι ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας και χρησιμοποιούνται ως θερμομονωτικά υλικά. Η απελευθέρωσή του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται κύρια στις παρεμβάσεις συντήρησης

- **Φορμαλδεΐδη :**

Είναι η πιο γνωστή από τις πτητικές οργανικές ενώσεις και αποτελεί σημαντική πηγή ρύπανσης του εσωτερικού αέρα (Health Canada, 2006). Είναι διαλυτή στο νερό, άχρωμη και με χαρακτηριστική οσμή σε θερμοκρασία δωματίου, ενώ συμβάλλει και στη δημιουργία φλεγμονών. Οι συγκεντρώσεις της στους εσωτερικούς χώρους είναι υψηλότερες από ότι στους εξωτερικούς χώρους. Υψηλά ποσοστά φορμαλδεΐδης υπάρχουν σε νεόκτιστα κτήρια με φρεσκοβαμμένους τοίχους, μονωτικά υλικά, χαλιά, επίπλωση και υφάσματα.

Πηγές φορμαλδεΐδης :

- Αφρός ουρίας – φορμαλδεΐδης,
- Βερνίκια
- Συμπιεσμένα προϊόντα ξύλου (έπιπλα-πατώματα)
- Συγκολλητικές ουσίες
- Συνθετικά υφάσματα- συνθετικά χαλιά
- Οικιακά καθαριστικά – απολυμαντικά προϊόντα
- Καπνός τσιγάρου
- Χρώματα- βαφές
- Καλλυντικά
- Συσκευές καύσης φυσικού αερίου – θερμάστρες κηροζίνης.

Οι επιπτώσεις στην υγεία από την συχνή έκθεση του ανθρώπου σε φορμαλδεΐδη, σύμφωνα με τον Αμερικανικό φορέα American Federation of State- Country and Municipal Employees (AFSCME 1993), μπορούν να είναι άμεσες , αλλά και χρόνιες

Οι άμεσες επιπτώσεις στην υγεία, καθορίζονται από τα επίπεδα έκθεσης των ανθρώπων στην φορμαλδεΐδη:

- Χαμηλά επίπεδα έκθεσης (0,1-5,0 ppm) : κνησμός οφθαλμών, δακρύροια, ερεθισμός δέρματος
- Μέτρια επίπεδα έκθεσης (10-20 ppm) : κάψιμο οφθαλμών, μύτης και φάρυγγα, έντονο βήχα, έντονη δύσπνοια
- Υψηλά επίπεδα έκθεσης (50-100 ppm): ταχυκαρδία, αρρυθμία, έντονος, πονοκέφαλος, πνευμονικό οίδημα, ακόμη και θάνατος.

Οί χρόνιες επιπτώσεις στην υγεία διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Ευαισθησία: Ορισμένοι άνθρωποι έχουν ευαισθησία στην φορμαλδεΐδη και μπορούν να παρουσιάσουν αλλεργική αντίδραση, ακόμα και σε χαμηλού επιπέδου εκθέσεις.
- Έκζεμα: Τα άτομα που εκτίθενται σε φορμαλδεΐδη μπορούν να παρουσιάσουν (φαγούρα και ξεφλούδισμα), που μπορεί να περιβάλλει το λαιμό, τα βλέφαρα, τα χέρια, τα μπράτσα, τις μασχάλες.

- Δερματίτιδα: Η επαφή με φορμαλδεΐδη μπορεί να προκαλέσει δερματίτιδα, η οποία να ξεκινήσει ως απλή ερυθρότητα του δέρματος μέχρι την δημιουργία φλύκταινων.
- Βλάβες στους οφθαλμούς: Η άμεση επαφή μπορεί να προκαλέσει έντονο κάψιμο και δακρύροια.
- Καρκίνο :Προκαλεί ρινικό καρκίνο. Ο Εθνικός φορέας για την Επαγγελματική Ασφάλεια και Υγιεινή των Η.Π.Α(NIOSH 1997), συστήνει ότι η φορμαλδεΐδη πρέπει να αντιμετωπίζεται ως πιθανή καρκινογόνος ουσία.
- Βλάβες στο αναπαραγωγικό σύστημα: έχει διαπιστωθεί ότι η φορμαλδεΐδη μπορεί να βλάψει τη γενετική σύνθεση ορισμένων κυττάρων που σημαίνει ότι ενδεχομένως μπορεί να προκαλέσει ανωμαλίες στην κύηση και στην κυοφορία(NIOSH 1997). Σύμφωνα με άλλη πηγή (Norback κ.α 1995), άτομα με άσθμα που έχουν εκτεθεί στην φορμαλδεΐδη , συνδέεται με ανωμαλίες στο αναπνευστικού συστήματος, κατά την διάρκεια του ύπνου (άπνοια)

Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας έχει ορίσει κατώτατο όριο συγκέντρωσης στο εσωτερικό των οικιών 0,082ppm (WHO1987). Για τους ανωτέρω λόγους, κρίνεται απαραίτητος ο συχνός αερισμός, και η καλή ενημέρωση των καταναλωτών. Δυστυχώς, οι περισσότεροι ένοικοι δεν το τηρούν διότι νομίζουν ότι έτσι εξοικονομούν ενέργεια, αλλά αντί αυτού επιβαρύνουν την υγεία τους.

Κρίνεται απαραίτητος ο συχνός αερισμός, αλλά οι περισσότεροι ένοικοι δεν το τηρούν καθώς θεωρούν ότι εξοικονομούν ενέργεια, αλλά στην πραγματικότητα επιβαρύνουν την υγεία τους.

- **Πτητικές οργανικές ενώσεις (Volatile Organic Compounds –VOCs) :**

Στον αέρα των εσωτερικών χώρων, κυριαρχούν οι οργανικές ενώσεις. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις , εξατμίζονται σε κανονική θερμοκρασία δωματίου με αποτέλεσμα να εισπνέονται από τους ενοίκους που εκτίθενται σε αυτούς (Tucker 2000). Περισσότερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι εξής κατηγορίες: αλογονομένες οργανικές ενώσεις, πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες και αλειφατικές ενώσεις. Οι συνηθέστερες πηγές των πτητικών οργανικών ενώσεων στους εσωτερικούς χώρους είναι οι εξής: Θερμάστρα κηροζίνης, ξύλων, μοριοσανίδα –γυψοσανίδα, βερνίκια δαπέδου και ξύλου, προστατευτικά υφάσματα, ταπετσαρία τοίχου, βαμμένο κόντρα πλακέ, παρκέ δαπέδου, τζάκι, χρώματα βαφής (ως διαλύτες σε χρώματα) , βιοκτόνα – σκωροκτόνα, καθαριστικά οικιακά προϊόντα, μοκέτες, μαγείρεμα, καπνός τσιγάρου, αποσμητικά – αρωματικά χώρου και καλλυντικά.

Οι ουσίες αυτές βρίσκονται παντού, άρα ο αποτελεσματικότερος τρόπος αντιμετώπισης της ρύπανσης είναι ο περιορισμός των πηγών τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την συγκέντρωση τους είναι η υγρασία, η θερμοκρασία και η συχνότητα αερισμού. Σύμφωνα με έρευνες στην Ελλάδα, 16 είδη πτητικών οργανικών ενώσεων επικρατούν στα κτήρια , των οποίων οι συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες τον χειμώνα

και χαμηλότερες το καλοκαίρι. Η διακύμανση τους εξαρτάται από τις δραστηριότητες των ανθρώπων και όχι από την θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO):

Είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο παράγεται κατά την ατελή καύση. Εντοπίζεται στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων και απελευθερώνεται από τα αέρια των συστημάτων θέρμανσης(ξυλόσομπες, τζάκι, κεντρικές θερμάνσεις), τα τσιγάρα, και από την χρήση μαγειρικών συσκευών φυσικού αερίου. Μέσω του εξωτερικού αέρα μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο το μονοξείδιο του άνθρακα, αφού αποτελεί προϊόν των καυσαερίων των αυτοκινήτων ή από βιομηχανικές δραστηριότητες.

Επιπτώσεις: αίσθημα κόπωσης στους υγιείς ανθρώπους και πόνος στο στήθος σε αυτούς που έχουν κάποιο πρόβλημα καρδιάς. Σε υψηλότερες συγκεντρώσεις προκαλεί σύγχυση στην όραση και τον προσανατολισμό, έντονο πονοκέφαλο, ναυτία. Σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις (κυρίως σε περιπτώσεις πυρκαγιάς) μπορεί να αποβεί θανάσιμο αέριο (Robbins et al. 2003).

Διοξείδιο του άνθρακα:

Η παρουσία του διοξειδίου του άνθρακα αποτελεί φυσικό συστατικό της ατμόσφαιρας μέσα στον εσωτερικό χώρο και σχετίζεται άμεσα με την παρουσία ατόμων. Μικρές ποσότητες CO₂ παράγονται μέσω του μεταβολισμού και υπάρχει διαλυμένο στο αίμα, ενώ εκρίνεται από το σώμα με την εκπνοή. Είναι το κύριο προϊόν των καύσεων.

Επιπτώσεις: Σε χαμηλές συγκεντρώσεις δεν θεωρείται τοξικό αέριο, αλλά σε υψηλότερες μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αναπνοή, ζαλάδα, δυσφορία ή δύσπνοια και έντονο αίσθημα κόπωσης. Η αίσθηση μειωμένου οξυγόνου μπορεί να οδηγήσει σε συμπτώματα όπως: αποπροσανατολισμό, πονοκέφαλο, ιδρώτα, ζαλάδα, νύστα, αδυναμία συγκέντρωσης και ερεθισμός των οφθαλμών. Παρατεταμένη έκθεση προκαλεί δυσλειτουργίες στο νευρικό σύστημα (Robbins et al. 2003).

Τα οξείδια του αζώτου (NO-NO₂):

Τα οξείδια του αζώτου απελευθερώνονται στον εσωτερικό χώρο με τη χρήση μαγειρικών συσκευών φυσικού αερίου, τις θερμάστρες κηροζίνης, καύση ξύλων, τις σόμπες αερίου και από το κάπνισμα..

Επιπτώσεις: Προκαλεί προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα, δυσλειτουργία των βρόγχων, ερεθισμό σε μάτια, τη μύτη, το λαιμό. Η μακροχρόνια έκθεση μπορεί να προκαλέσει χρόνια βρογχίτιδα (Robbins et al. 2003).

Διοξείδιο του θείου :

Προέρχεται από την καύση υλικών. Στους εσωτερικούς χώρους, οι κύριες πηγές είναι η καύση φυσικού αερίου, ξύλου και άλλων υλικών που περιέχουν θείο. Εισέρχεται

απο το εξωτερικο περιβάλλον στους εσωτερικούς χώρους ως αποτέλεσμα κυρίως βιομηχανικών αλλά και φυσικών διεργασιών.

Επιπτώσεις: Λόγω της διαλυτότητας του στο νερό, η έκθεση στο SO₂

Έχει επιπτώσεις κυρίως στο άνω αναπνευστικό σύστημα και στις βλεννώδεις μεμβράνες των ματιών (βαθμιαία αύξηση της συγκέντρωσης του οδηγεί σε αναπνευστική ανεπάρκεια και σοβαρούς ερεθισμούς) (Robbins et al. 2003).

Οζον

Στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων το όζον παράγεται κατά την χρήση λαμπτήρων υπεριώδους ακτινοβολίας, εκτυπωτές laser και η χρήση φωτοτυπικών μηχανημάτων. Παράγεται επίσης από ιονιστές που χρησιμοποιούνται για την βελτίωση της ποιότητας του αέρα.

Επιπτώσεις: Το όζον είναι ισχυρό οξειδωτικό και προσβαλεί τους πνεύμονες. Σε μικρές συγκεντρώσεις επηρεάζει τη λειτουργία του θυροειδούς. Ανάλογα με την συγκέντρωση του στον εσωτερικό χώρο έχει και τα ανάλογα συμπτώματα, ορισμένα απο αυτά αναφέρονται παρακάτω: πονοκέφαλοι, μειωμένος ρυθμός μεταφοράς οξυγόνου απο το αίμα και τους ιστούς,ξηρότητα των βλεννογόνων της μύτης (Robbins et al. 2003).

Παθητικό κάπνισμα :

Το παθητικό κάπνισμα αποτελεί σημαντικό μέρος της ρύπανσης του εσωτερικού αέρα οφείλεται και στα προϊόντα καύσης του καπνού των τσιγάρων, της πίπας και των πούρων. Ο καπνός που παράγεται αποτελεί ένα μείγμα αερίων, αιωρούμενων στερεών σωματιδίων και οργανικών ουσιών που προέρχονται από την ατελή καύση τόσο του καπνού, όσο και του χαρτιού των τσιγάρων. Στον καπνό του τσιγάρου έχουν εντοπισθεί περίπου 4.300 χημικές ουσίες, ορισμένες από τις οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν διάφορα πνευμονικά νοσήματα αλλά και καρκίνο στους παθητικούς καπνιστές. Ο καπνός του τσιγάρου στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους αυξάνει τις συγκεντρώσεις τόσο των αιωρούμενων στερεών σωματιδίων, όσο και των άλλων αερίων ρύπων όπως (της νικοτίνης, των αρωματικών υδρογονανθράκων, του μονοξειδίου του άνθρακα) οι οποίοι συντελούν στην δημιουργία χρόνιας φλεγμονής και κατά συνέπεια στην εξέλιξη ίνωσης (Reid and Roberts 2005).

Σωματίδια μικρής διαμέτρου (PM 2,5 , PM 10)

Πηγές : Πρόκειται για μείγμα από στερεά σωματίδια και υγρά αερολύματα που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα των εσωτερικών χώρων. Προέρχονται από τον καπνό του τσιγάρου, τις κακώς διατηρημένες εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης και τις συσκευές που έχουν ανοιχτές εστίες φωτιάς (τζάκια, σόμπες ξύλου ή κάρβουνου). Το μέγεθος των σωματιδίων είναι σημαντικό, διότι η ανθρώπινη υγεία συνδέεται με την απόθεση των σωματιδίων στην περιοχή της αναπνευστικής οδού. Συγκεκριμένα, τα

αιωρούμενα σωματίδια με διάμετρο 2,5 έως 10 mm, τείνουν να εγκαθίστανται στη ρινική, φαρυγγική και λαρυγγική κοιλότητα του αναπνευστικού συστήματος, ενώ τα σωματίδια με διάμετρο 0,1 έως 2,5mm, εγκαθίστανται στην τραχειοβρογχική κοιλότητα και τις κυψελίδες. Η εισπνοή των συγκεκριμένων αιωρούμενων σωματιδίων συνδέεται άμεσα με τις παρακάτω προβλήματα (Σαραγά, 2010).

Επιπτώσεις: Προκαλούν πονοκέφαλο ή ζάλη, άσθμα, βήχας και δυσκολία στην αναπνοή, χρόνια βρογχίτιδα, κόπωση, ερεθισμός οφθαλμών, μειωμένη λειτουργία πνευμόνων και μακροχρόνια έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί θάνατο

Δομικά υλικά:

Τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτιρίου, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην δημιουργία ενός άνετου και ευχάριστου περιβάλλοντος. Συγκεκριμένα, επηρεάζουν την οπτική, την θερμική συμπεριφορά του κτιρίου και του εξωτερικού χώρου. Ορισμένα από αυτά τα υλικά περιέχουν τοξικές ουσίες που όταν απελευθερώνονται υποβαθμίζουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα του κτιρίου και κατ' επέκτασιν την υγεία των χρηστών του.

Τα πιο συνηθισμένα υλικά που χρησιμοποιούνται στον κατασκευαστικό τομέα είναι οι κόλλες, οι συγκολλητικές ουσίες, οι βαφές, οι συνθετικές ρητίνες και η φορμαλδεΰδη. Οι αναθυμιάσεις που εκλύονται από αυτά τα υλικά είναι επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία, διότι θεωρούνται πολύ τοξικές και καρκινογόνες. Είναι επομένως αναγκαία τα μέτρα πρόληψης τα οποία συνίστανται στην επιλογή των δομικών υλικών βάσει περιβαλλοντικών κριτηρίων, ώστε να διαφυλάσσεται η ακεραιότητα της ανθρώπινης υγείας. Τα επίπεδα ρύπανσης στους εσωτερικούς χώρους είναι σημαντικά, διότι οι άνθρωποι περνούν το 90% του χρόνου τους μέσα σε αυτούς (Κοσμόπουλος, 2001).

Οι κυριότερες επιπτώσεις στην υγεία από την τοξικότητα των υλικών είναι οι εξής: 1) τοξική δράση στο νευρικό και το ανοσοποιητικό σύστημα. 2) ερεθισμοί και αλλεργικές αντιδράσεις. 3) καρκινογόνος και μεταλλαξιογόνος δράση.

Η πλειοψηφία των δομικών υλικών περιέχει πολλά τοξικά συστατικά που μεταξύ τους αλληλεπιδρούν και λειτουργούν συσσωρευτικά στον ανθρώπινο οργανισμό, επηρεάζοντας την ομαλή λειτουργία του ορμονικού συστήματος. Το ίδιο συμβαίνει και για τα προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές. Ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν σε κάθε χώρο (σχετική υγρασία, αερισμός, θερμοκρασία), οι ανωτέρω πηγές ρύπανσης απελευθερώνουν αέρια ή μόρια, τα οποία επιβαρύνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, αυξάνοντας με αυτό τον τρόπο την συγκέντρωσή τους.

Οι ενοχλήσεις εκδηλώνονται είτε άμεσα ή έμμεσα και επιβαρύνουν αθροιστικά τον ανθρώπινο οργανισμό. Βέβαια, ο κάθε άνθρωπος αντιδρά διαφορετικά στην έκθεση σε εσωτερικούς ρύπους, λόγω της ηλικίας, του φύλου και της κατάστασης της υγείας του. Σε αυτό μέρος, θα αναφερθούν οι πηγές ρύπανσης του αέρα στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών από τα παρακάτω δομικά υλικά..

Χρώματα και βαφές

Τα χρώματα και οι βαφές αποτελούν μία από τις πηγές ρύπανσης του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτηρίων, εξαιτίας της υψηλής περιεκτικότητάς τους σε πτητικές οργανικές ενώσεις. Αυτές εκλύονται κατά την διάρκεια της βαφής, αλλά και σε όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής τους. Περιέχουν χημικές ενώσεις, κυρίως μολύβδου όπως: θειούχος ψευδάργυρος, γραφίτης, ανθρακικός και θειϊκός μολύβδος, οι οποίες είναι και οι πιο βλαβερές. Όταν η περιεκτικότητα μολύβδου ξεπερνά το 0,15% του βάρους του, πρέπει να αναγράφεται υποχρεωτικά στην συσκευασία (Ευθυμίουπουλος, 2000). Η ρευστότητα στα χρώματα είναι ιδιότητα η οποία προσδίδεται από διάφορους διαλύτες, οι οποίοι είναι εξίσου επικύνδινοι για την υγεία των ενοίκων. Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι χρωμάτων είναι οι εξής: Αλκυδικές, ακρυλικές βαφές, φυσικά, οικολογικά χρώματα και βραστές βαφές.

Συνθετικά υλικά

Κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο, τα γνωστά σε όλους μας ως πλαστικά, τα οποία κατά την παρασκευή τους εκλύουν πτητικές οργανικές ενώσεις. Τα προβλήματα εντοπίζονται στην δυσκολία αποικοδόμηση και αφομοίωση τους, διότι δεν διασπώνται και προκαλούν ρύπανση μεγάλων διαστάσεων. Το θετικό της υπόθεσης είναι ότι έχουν φτιαχτεί και τα θερμοπλαστικά. Τα κυριότερα συνθετικά υλικά που χρησιμοποιούνται ως δομικά υλικά είναι τα παρακάτω:

- **Πολυουρεθάνη** :Τα προϊόντα της χρησιμοποιούνται ως μονωτικά, κόλλες, βερνίκια, στεγανοποιητικά. Περιέχει ενώσεις επιβαρυντικές για την ανθρώπινη υγεία, το έδαφος και το νερό.
- **Πολυαιθυλένιο και Πολυπροπυλένιο**: Χρησιμοποιείται στην κατασκευή πλαστικών δαπέδων και σωληνώσεων
- **Πολυβινοχλωρίδιο (PVC)**: Παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο, είναι θερμοπλαστικό. Κατά την διάρκεια της καύσης του, παράγονται διοξίνες ενώ κατά την διάρκεια της χρήσης του εκπέμπονται επιβλαβή συστατικά όπως: αρωματικοί εστέρες του ανθρακικού οξέος, αρωματικοί υδρογονάνθρακες καθώς και κάδμιο, το οποίο είναι πολύ επικύνδυνο για την υγεία. Το μόνο θετικό είναι ότι σαν υλικό είναι ανακυκλώσιμο και μπορεί να αντικατασταθεί (Ευθυμίουπουλος, 2000)

Το ξύλο και τα προϊόντα του :

Το ξύλο είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα δομικά υλικά με κύρια χρήση σε στέγες, πόρτες, παράθυρα, δοκούς, επικαλύψεις δαπέδων και τοίχων. Είναι μία από τις βασικότερες πηγές έκλυσης φορμαλδεΐδης, η οποία είναι χημική ένωση με υψηλή δραστηριότητα. Χρησιμοποιείται ευρέως από τις βιομηχανίες ξύλου και ανιχνεύεται τόσο στο εξωτερικό όσο και στο εσωτερικό περιβάλλον. Η φορμαλδεΐδη θεωρείται βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή συγκολλητικών ουσιών όπως είναι η μελαμίνη, φαινόλη και ουρία φορμαλδεΐδη. Βρίσκει εφαρμογή στην παραγωγή μοριοσανίδων, κόντρα πλακέ και σε άλλα συγκολλημένα προϊόντα

ξύλου.Μεγαλύτερη χρήση στους εσωτερικούς χώρους έχουν οι μοριοσανίδες και οι ινόπλακες, στίς οποίες χρησιμοποιείται η ουρία φορμαλδεΰδη ως συγκολλητική ουσία (Αποστολάτου, 2010).

Η ποιότητα του αέρα που εισπνέουν οι ένοικοι των κτιρίων, καθορίζεται απο το χρονικό διάστημα που διατηρούν υλικά, τα οποία περιέχουν φορμαλδεΰδη.Απο τα ανωτέρω υλικά, ορισμένα εκλύουν μεγαλύτερη και άλλα λιγότερη ποσότητα φορμαλδεΰδης, όμως εξίσου όλα προκαλούν δυσμενείς συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, με βασικότερη την υποβάθμιση του εισπνεόμενου εσωτερικού αέρα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τα ποσοστά έκλυσης της φορμαλδεΰδης κατατάσσονται σε ενδογενείς και εξωγενείς:

Εξωγενείς παράγοντες αφορούν: τις συνθήκες των εσωτερικών χώρων, όπως είναι το επίπεδο υγρασίας, της θερμοκρασίας, η συχνότητα ανανέωσης αέρα του χώρου που υπάρχουν τα συγκολλημένα προϊόντα, αλλά και η ποσότητα των προϊόντων που βρίσκονται εκεί. Έχει παρατηρηθεί ότι το είδος της ξυλείας είναι σημαντικός παράγοντας σχετικά με τη έκλυση φορμαλδεΰδης. Στην ελληνική αγορά αποτελεί πρόβλημα, η εκτεταμένη χρήση μοριοσανίδας στην κατασκευή των κτηρίων, λόγω της έκλυσης φορμαλδεΰδης.

Ενδογενείς παράγοντες: αφορούν το είδος της ξυλείας, την μοριακή αναλογία μεταξύ της ουρίας και φορμαλδεΰδης, την ποσότητα της προστιθέμενης συγκολλητικής ουσίας, καθώς και την διάρκεια και τις συνθήκες παραγωγής και αποθήκευσης που επικρατούν απο την παραγωγή του προϊόντος έως την τελική χρήση

Οι κατοικίες στις οποίες υπάρχουν προϊόντα ξυλείας τα οποία εκλύουν φορμαλδεΰδη, θα πρέπει να ακολουθούν τα παρακάτω μέτρα οι κάτοικοι τους, και είναι τα εξής:

1. Επικάλυψη των επιφανειών με βερνίκια που δεν εκλύουν ρύπους και
2. Σε ακραίες περιπτώσεις, να γίνεται ψεκασμός με αέριο αμμώνιο το οποίο δεσμεύει την φορμαλδεΰδη στους εσωτερικούς χώρους.

Το ξύλο είναι ζωντανό δομικό υλικό και παραμένει έτσι και αφού ενσωματωθεί σε μία κατασκευή. Κατά συνέπεια γίνεται χρήση παρασκευασμάτων προστασίας του, εκ των οποίων τα περισσότερα περιέχουν τοξικές ουσίες ιδιαίτερα επικύνδινες για την υγεία . Η επιλογή κατάλληλων προϊόντων είναι αναγκαία, αλλά συγχρόνως δύσκολη λόγω έλλειψης γνώσεων. Για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να αποφεύγονται να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξυλείας που δεν έχουν υποστεί ξήρανση πριν την ενσωμάτωσή τους στην κατασκευή σε εσωτερικούς χώρους (Κοσμούπουλος, 2000).

Μέταλλα

Κατά την κατασκευή κτηρίων η χρήση μετάλλων είναι περιορισμένη, εξαιτίας του γεγονότος ότι η εξόρυξη και η επεξεργασία τους απαιτεί υψηλά ποσά ενέργειας. Το πλεονέκτημά τους είναι ότι ανακυκλώνονται (Τσίππρας, 2005 και Ευθυμίουπουλος, 2000). Αναλυτικά :

Μόλυβδος: έχει τοξική επίδραση σε βιολογικούς οργανισμούς, απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό, προκαλεί αναιμία, προβλήματα στα οστά και το Κεντρικό Νευρικό Σύστημα. Προτείνεται η αποφυγή χρήσης χρωμάτων και σωληνώσεων που περιέχουν μόλυβδο.

Χαλκός: Μέσω του δικτύου ύδρευσης, τα άλατα του χαλκού εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό και επικάθονται στο πεπτικό σύστημα., προκαλώντας δυσφορία, φλεγμονή και άλλες ανωμαλίες.

Χάλυβας: Χρησιμοποιείται για το οπλισμένο σκυρόδεμα, το γνωστό μπετόν. Θεωρείται υπεύθυνος για έκλυση ραδιενέργειας, όταν προέρχεται ιδιαίτερα από ανακύκλωση παλαιού σιδήρου. Από το 1983 έως σήμερα, έχουν καταγραφεί πολλές περιπτώσεις επιβάρυνσης του χάλυβα με ραδιενέργεια. Τα έξοδα καθαρισμού των εγκαταστάσεων ήταν πολύ υψηλά. Στην χώρα μας το θέμα της ραδιενέργειας στον παλαιοσίδηρο και στο χάλυβα, αποτέλεσε αντικείμενο έρευνας από όταν εντοπίστηκε ραδιενεργό υλικό, το 1997, από την Βιομηχανία Σ.Ι.Δ.Ε.Ν.Ο.Ρ.

Στον παρακάτω πίνακα γίνεται μία συνοπτική αναφορά των ρυπαντών και των πηγών τους:

Ρυπαντής	Πηγή
Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)	Σόμπες πετρελαίου, ξυλόσομπες- τζάκια, λέβητες φυσικού αερίου, καύση άνθρακα, κάπνισμα, οχήματα στο γκαράζ, βιομηχανίες.
Διοξείδιο του Θείου (SO ₂)	Σόμπες πετρελαίου, ξυλόσομπες- τζάκια, λέβητες φυσικού αερίου, θερμάστρες κηροζίνης, διυλιστήρια, βιομηχανίες, μέσα μεταφοράς.
Καπνός Τσιγάρου	Μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδια του αζώτου, φορμαλδεΐδη.
Βιολογικοί Ρύποι	Μούχλα, μύκητες, υγρασία, σκόνη.
Διοξείδιο του Αζώτου (NO ₂)	Σόμπες πετρελαίου, ξυλόσομπες- τζάκια, λέβητες φυσικού αερίου, αέρια σόμπας, θερμάστρες κηροζίνης, μαγείρεμα με φυσικό αέριο, μέσα μεταφοράς, καυστήρες βιομηχανιών.
Φορμαλδεΐδη	Προϊόντα ξύλου, αφρός μονωτικού υλικού, κόλες, συνθετικά υφάσματα, χαλιά, καθαριστικά, κάπνισμα.
Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOCs)	Καταναλωτικά προϊόντα, αποσμητικά χώρου, σπρέι καθαρισμού, χρώματα, βερνίκια, διαλύτες, χαλιά, έπιπλα, μονωτικά υλικά, δομικά υλικά, κόλες.
Αιωρούμενα Σωματίδια (PM)	Καταναλωτικά προϊόντα, κατασκευαστικά υλικά, μονωτικά

	υλικά, ρητίνες, σκόνη, ανθρώπινες δραστηριότητες (π.χ. ηλεκτρική σκούπα).
Ραδόνιο	Πετρώματα, έδαφος, οικοδομικά υλικά.

Το πρόβλημα των χημικών παραγόντων είναι πολύ μεγάλο και έχει βασικό ρόλο στην υποβάθμιση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Στον παραπάνω πίνακα, φαίνονται συνοπτικά οι ρυπαντές και οι πηγές προέλευσης τους. Ορισμένες βασικές τεχνικές επίλυσης του προβλήματος είναι οι εξής:

- Εναλλαγή του εσωτερικού αέρα
- Συντήρηση και καλός καθαρισμός των κεντρικών κλιματιστικών συστημάτων
- Αποφυγή χημικών καθαριστικών
- Αποφυγή χρήσης συνθετικών προϊόντων στην επίπλωση
- Απαγόρευση καπνίσματος στους κλειστούς εσωτερικούς χώρους

2.4 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Οι ακτινοβολίες θεωρούνται από τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες που επιδρούν στην ανθρώπινη υγεία, δεδομένου το ότι η πληθώρα ηλεκτρικών συσκευών, κεραιών και ασύρματων δικτύων (κινητά τηλέφωνα, wifi, internet). Όλοι δεχόμαστε ακτινοβολία από ένα μεγάλο σύνολο φυσικών και τεχνητών πηγών ακτινοβολίας, που βρίσκονται παντού γύρω μας. Στον οργανισμό μας επιδρούν με πολύπλοκο τρόπο, άλλοτε με θετικά αποτελέσματα και άλλοτε με βλαβερές συνέπειες, διότι εξαρτάται από το είδος, την ένταση και την ενέργεια που μεταφέρει η κάθε ακτινοβολία.

Η προέλευση των ακτινοβολιών χωρίζεται σε φυσικές και ανθρωπογενείς πηγές.

1. Οι **φυσικές πηγές ακτινοβολίας** περιλαμβάνουν το διάστημα και το έδαφος. Στο έδαφος υπάρχουν πολλά ραδιενεργά στοιχεία, όπως είναι το ουράνιο και το ραδόνιο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το ραδόνιο το οποίο εισέρχεται στο εσωτερικό των σπιτιών από το έδαφος αλλά και από τα οικοδομικά υλικά, με συνέπεια η έκθεση να είναι συνεχής.
Εξίσου σημαντική πηγή προέλευσης της ακτινοβολίας είναι το διάστημα, αλλά και το νερό. Ο άνθρωπος, ανάλογα με το ύψος στο οποίο βρίσκεται και την διάρκεια έκθεσης του δέχεται ανάλογο ποσοστό ακτινοβολίας (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Μεταβολή του ρυθμού της απορροφούμενης δόσης της οφειλόμενης στην κοσμική ακτινοβολία με το υψόμετρο (Πηγή: Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας)

http://www.eeae.gr/gr/index.php?fvar=html/president/info_natural_outside

2. Οι **ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας** προέρχονται από τις ηλεκτρικές συσκευές, κεραίες, τα κινητά τηλέφωνα, την τηλεόραση, υπολογιστές. Οι ακτινοβολίες αυτής της κατηγορίας ανάλογα με την επίδραση τους, διακρίνονται ως εξής (Τσιτομενέας, 2011):

- **Ιονίζουσες :** Είναι οι ακτινοβολίες υψηλής ενέργειας ($W > 12 \text{ eV}$), οι οποίες προκαλούν **ιονισμό**. Αποτελείται από υποατομικά σωματίδια υψηλών ταχυτήτων (σωματίδια α και β , νετρόνια), ακτίνες X και γ , ενώ περιλαμβάνουν και μέρος του υπεριώδους (UV) φάσματος. Διαθέτουν μικρό μήκος κύματος ($\lambda < 100 \text{ nm}$)
- **Μη ιονίζουσες:** διαθέτουν μικρή στοιχειώδη ενέργεια ($W < 12 \text{ eV}$), δεν προκαλούν ιονισμό, ενώ έχουν μικρή συχνότητα και υψηλό μήκος κύματος. Στις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες εντάσσονται ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (ELF), το ορατό, καθώς και το υπέρυθρο φως.

Σημ: Ιονισμός: ορίζεται η αποβολή ηλεκτρονίων από τις εξωτερικές στοιβάδες ενός ουδετέρου ατόμου, με συνέπεια την μετατροπή του σε θετικό και του ηλεκτρονίου σε αρνητικό.

1. Φυσικές πηγές ακτινοβολίας:

α) Ραδόνιο

Πρόκειται για φυσικής προέλευσης αέριο με βλαβερή και ραδιενεργό δράση, άοσμο και μη ανιχνεύσιμο από τις ανθρώπινες αισθήσεις. Προέρχεται από το ουράνιο -238 (U238) και υπάρχει στην ατμόσφαιρα, στο έδαφος, στα γήινα πετρώματα, στα δομικά υλικά και στα υπόγεια νερά.

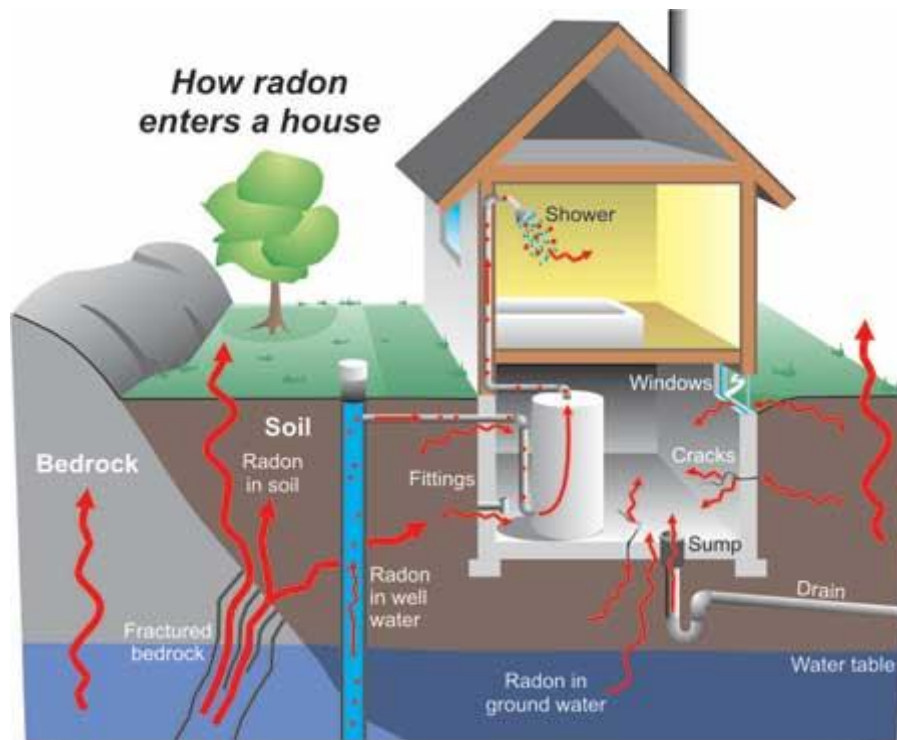
Σε όλη την διάρκεια της ζωής του ο άνθρωπος δέχεται το 50% της ραδιενέργειας του από το φυσικό περιβάλλον. Το συναντάμε κυρίως στο έδαφος κυρίως υπόγειων - ισόγειων κτιρίων τα οποία είναι κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Δεν παρουσιάζουν πρόβλημα, διαμερίσματα που έχουν πυλωτές και όσα βρίσκονται σε ψηλότερους ορόφους. Στον αέρα των εξωτερικών χώρων αραιώνεται η πυκνότητά του, αλλά ο κίνδυνος υπάρχει στους εσωτερικούς χώρους. Η συγκέντρωση του στον εσωτερικό χώρο μίας οικίας είναι αποτέλεσμα του σχεδιασμού, της κατασκευής του σπιτιού, των υλικών δόμησης, του εξαερισμού και της σύνθεσης του εδάφους γύρω από την οικία. Υψηλότερες είναι οι τιμές του ραδονίου στους ισόγειους και υπόγειους χώρους, σε περίπτωση ανεπαρκούς αερισμού, γεγονός που συντελεί στο να έχει στατιστικά την μεγαλύτερη συμμετοχή (>50%) στην ακτινοβολήση του πληθυσμού (Papaefthymiou et. al. 2003).

Πηγές ραδονίου στα κτίρια

Εάν δεν διαθέτουν επαρκή αερισμό κτίρια, το ραδόνιο διεισδύει και σε άλλους ορόφους. Το ραδόνιο που εκλύεται από το έδαφος και τα οικοδομικά υλικά εισέρχεται στο εσωτερικό των κτιρίων μέσω:

- μικρορωγμών στα τσιμεντένια δάπεδα
- κενών ή ρωγμών στους τοίχους
- κενών στα σημεία ένωσης του τοίχου και με του δαπέδου
- διάκενων στα ξύλινα πατώματα
- κενών στα σημεία εισόδου σωλήνων ύδρευσης και αποχέτευσης
- διάκενων στις πόρτες και στα παράθυρα
- αντλιών φρεατίων αποστράγγισης και διαφόρων ανοιγμάτων στα διαπερατά εδάφη.

Από την είσοδο του στο κτίριο και μετά, το ραδόνιο διασπάται ραδιενεργώς και τα και τα προϊόντα του εκλύουν ραδιενέργεια. Αυτά ενώνονται με μόρια σκόνης και καπνούς, υδρατμούς από το μαγείρεμα και στέκονται στα χαμηλότερα επίπεδα των κτιρίων (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: τρόποι εισόδου ραδονίου στην κατοικία, Πηγή: capitalregionradon.com

Ενδιαφέρον έχει και το ζήτημα της έκθεσης των χρηστών του κτιρίου σε ραδόνιο από το πόσιμο νερό. Το ραδόνιο συσσωρεύεται σε υπόγειες πηγές, όπως τα πηγάδια και μπορεί να διαλυθεί σε αυτό. Η χρήση του νερού σε διάφορες δραστηριότητες όπως το μαγείρεμα, το πλύσιμο των πιάτων και το ντους συμβάλλει στη διαφυγή του από το νερό και στην έκλυσή του στον αέρα. Δεν προκαλεί ανησυχία όταν το ραδόνιο είναι σε επιφανειακά νερά διότι μέχρι να φτάσει στην βρύση της οικίας, έχει απελευθερωθεί στον αέρα. Η ύπαρξη ραδονίου στο πόσιμο νερό αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου των εσωτερικών οργάνων, ιδίως καρκίνο του πεπτικού συστήματος. Στο μεταξύ, ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου του πνεύμονα από το ραδόνιο είναι μικρότερος, όταν το ραδόνιο που έχει εξατμιστεί προέρχεται από το νερό.

Η συγκέντρωση του ραδονίου στο εσωτερικό των κτιρίων επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, 2005):

- Ο ρυθμός εκροής ραδονίου από το έδαφος.
- Το είδος θεμελίωσης της οικοδομής.
- Το ύψος της κατοικίας.
- Η εκροή ραδονίου από τα οικοδομικά υλικά.
- Ο εξαερισμός του σπιτιού.
- Η διαφορά πίεσης στο εσωτερικό του κτιρίου και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Το πρόβλημα επιτείνεται όταν ο μολυσμένος απο ραδόνιο αέρας μπαίνει μέσα στον οργανισμό και φτάνει στους πνεύμονες. Απο την διάσπαση του ραδονίου , εκλύονται σωματίδια άλφα, άκρως επικύνδινα για τους βιολογικούς ιστούς.Αυτά, εγκλωβίζονται απο τους πνεύμονες, με συνέπεια την καταστροφή της περιοχής.Θεωρείται η αιτία των περισσότερων θανάτων απο καρκίνο του πνεύμονα, με εξαίρεση το κάπνισμα. Μεγάλη προσοχή χρήζουν οι ευάλωτες ομάδες ανθρώπων (ηλικιωμένοι, μικρά παιδιά, πνευμονοπαθείς). Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) αναφέρει ότι το ραδόνιο προκαλεί μέχρι και 15% των καρκίνων του πνεύμονα σε όλο τον κόσμο.

Ο κίνδυνος για τα παιδιά, εμφανίζεται όταν βρίσκονται σε μή καλά αεριζόμενους χώρους (σχολείο, νοσοκομείο), λόγω της ευαισθησίας του επιθηλίου του πνεύμονα τους.

Στα εδάφη μας , κυρίως στην Βόρεια Ελλάδα εμφανίζει αυξημένη συσσώρευση.Για να περιοριστεί ο κίνδυνος απο το ραδόνιο στον εσωτερικό αέρα των σπιτιών θα πρέπει να ακολουθηθούν οι παρακάτω μέθοδοι :

- Εντοπισμός σημείων εισόδου του ραδονίου και άμεση διόρθωση τους (μόνωση).
- Βελτίωση του αερισμού της οικίας με χρήση περισσότερων θυρών ή χρήση ανεμιστήρων.
- Εγκατάσταση συστήματος αερισμού, προβλεπόμενη απο κατασκευαστή.
- Επιλογή μή ραδιενεργών δομικών υλικών και υλικών απο περιοχές με αυξημένο ουράνιο στο υπέδαφος,

Το ραδόνιο συσσωρεύεται λιγότερο το καλοκαίρι και περισσότερο τον χειμώνα στο εσωτερικό των κτιρίων.Επίσης, είναι σε υψηλό επίπεδο την νύχτα παρά την ημέρα.Η πιο οικονομική και άμεση λύση, είναι ένας καλός και σωστός φυσικός εξαερισμός των χώρων που αντιμετωπίζουν πρόβλημα, αλλά και καλός καθαρισμός των εσωτερικών χώρων. Με αυτή την μέθοδο μπορούμε να πετύχουμε μείωση του αερίου, έως 10 φορές (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, 2005).

β) Κοσμική Ακτινοβολία: Πρόκειται για την ακτινοβολία που προέρχεται από το διάστημα, αλλά και το νερό. Ο άνθρωπος ανάλογα με το ύψος όπου βρίσκεται και την διάρκεια έκθεσης του, δέχεται και το ανάλογο ποσοστό ακτινοβολίας. Η δόση της κοσμικής ακτινοβολίας είναι συνάρτηση επίσης του γεωγραφικό πλάτους και με του υψομέτρου.

Ο Ήλιος αποτελεί την κυριότερη πηγή της υπεριώδους ακτινοβολίας (UVA και UVB) που δέχεται ο πλανήτης μας. Εκπέμπει ακτινοβολίες α , γ , καθώς και σωματίδια υψηλής στοιχειώδους ενέργειας, και επηρεάζει σημαντικά ακόμη και τις ανθρώπινες τεχνολογικές διατάξεις.

Το μεγαλύτερο ποσοστό σωματιδίων που ανιχνεύεται στη γή είναι γαλαξιακής προέλευσης, διότι τα μικρής ενέργειας σωματίδια όπως αυτά προέρχονται απο τον ήλιο, απορροφώνται από την ατμόσφαιρα. Τα υψηλής ενέργειας σωματίδια αλληλεπιδρούν με τα χρωμοσώματα, προκαλώντας μεταλλάξεις.

Η υπεριώδης ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά την ατμόσφαιρα και φτάνει στην επιδερμίδα διεισδύοντας βαθιά στους ιστούς, προκαλώντας εγκαύματα, ενώ συμβάλλει και στην παραγωγή ελευθέρων ριζών, προκαλώντας δερματικές βλάβες. Ιδιαίτερα μάλιστα η UVA -λόγω μεγαλύτερου μήκους κύματος- διαπερνά το δέρμα πιο βαθιά, φθάνοντας μέχρι το υποδόριο λίπος. Η UVB από την πλευρά της, προκαλεί μελάγχρωση χωρίς ερύθημα και είναι υπεύθυνη για καταστροφικές επιδράσεις στο δέρμα (Τσιτομενέας, 2011).

2. Ανθρωπογενείς πηγές ακτινοβολίας:

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι ανθρωπογενείς ακτινοβολίες προέρχονται από τις ηλεκτρικές συσκευές, κεραίες, τα κινητά τηλέφωνα, την τηλεόραση, υπολογιστές. Οι ακτινοβολίες αυτής της κατηγορίας ανάλογα με την επίδραση τους, διακρίνονται ως εξής:

α) Ιονίζουσα ακτινοβολία: Είναι ακτινοβολίες υψηλής ενέργειας και είναι αποδεδειγμένα επιβλαβείς, με πρόσφατο παράδειγμα το ατύχημα στη Φουκουσίμα το 2011. Ο κίνδυνος που υφίσταται η ανθρώπινη υγεία από τις ιονίζουσες ακτινοβολίες και την ραδιενέργεια είναι μεγάλος, καθώς παρατηρείται ακόμη και νέκρωση στους ιστούς, γενετικές βλάβες και καρκινογένεση. Χρησιμοποιείται κυρίως σε ιατρικές εφαρμογές, στην φαρμακευτική, ενώ ποσοστά της ιονίζουσας ακτινοβολίας (ποσά ραδιενέργειας), έχουν παρουσιαστεί από το ραδόνιο, το οποίο υπάρχει στο έδαφος. Το μεγαλύτερο ποσοστό έκθεσης στον άνθρωπο οφείλεται στο ραδόνιο (Robbins et al. 2003).

β) Μη –Ιονίζουσα ακτινοβολία: : Στις μη ιονίζουσες ακτινοβολίες εντάσσονται ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας (ELF), το ορατό, καθώς και το υπέρυθρο φως.

Η ταχύρυθμη ανάπτυξη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων και η διαδεδομένη εφαρμογή τους, ενθουσίασε πολλούς αλλά και έπληξε πολλούς με αρνητικές εκβάσεις στην υγεία τους. Έτσι, ο ανθρώπινος οργανισμός βρέθηκε εκτεθειμένος σε ένα νέο αόρατο εχθρό. Η συχνότητα, η ένταση και η συνολική έκθεση ενός οργανισμού σε αυτά τα πεδία, είναι αιτία επιδείνωσης της ανθρώπινης υγείας και πρόκληση βαρέων ασθενειών όπως : παιδική λευχαιμία, παιδικός αυτισμός και καρκίνος. Στην ουσία, τα χαμηλόσυχνα ηλεκτρικά και μαγνητικά πεδία επιδρούν στο ανθρώπινο σώμα, επάγοντας πεδία και ρεύματα στο εσωτερικό του, ενώ τα ραδιοκύματα και τα μικροκύματα θερμαίνουν τα κύτταρα και τους ιστούς.

Οι διάφορες χώρες έχουν θεσπίσει όρια έκθεσης του πληθυσμού σε αυτά τα πεδία, και η τήρηση τους προστατεύει από αποδεδειγμένες βλάβες στην υγεία. Οι περιορισμοί έχουν προκύψει λαμβάνοντας υπόψη την περιβαλλοντικές συνθήκες και την διαφορετικότητα του γενικού πληθυσμού ως προς την κατάσταση της υγείας τους και την ηλικία τους. Τα όρια ποικίλουν από χώρα σε χώρα.

Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα, εκπέμπονται απο τις παρακάτω πηγές:

- Κεραίες κινητής τηλεφωνίας – Συσκευές κινητής τηλεφωνίας
- Κεραίες αναμετάδοσης τηλεόρασης και ραδιοφώνου
- Δίκτυα ασύρματης επικοινωνίας H/Y, WiFi
- Γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- Υποσταθμοί διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οικιακές συσκευές (τηλεόραση, στεγνωτήρας μαλλιών, λαμπτήρες φθορισμού, H/Y, φούρνος μικροκυμάτων)

Η άγνωστη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σε συνδιασμό με τον θόρυβο, δημιουργεί προβλήματα υγείας στους κατοίκους (ναυτίες, ψυχολογικά προβλήματα, στρές, αλλεργίες, καρδιαγγειακά, λευχαιμίες) των οποίων τα σπίτια τους γειτονεύουν με πυλώνες της ΔΕΗ. Όσο τα χρόνια περνούσαν, τα προβλήματα αυξάνονταν γύρω απο την συγκεκριμένη περιοχή, προβλήματα για τα οποία ευθύνεται η διανομή της ενέργειας.

Επίσης πρέπει να χρησιμοποιούμε με σύνεση τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, διότι οι περισσότερες από αυτές εκτός του ότι μας διευκολύνουν την ζωή, ενδέχεται να συμβάλλουν και στην πρόκληση προβλημάτων υγείας. Πάντως, σαφή όρια αποδεκτής έκθεσης δεν έχουν θεσπιστεί ακόμα, διότι είναι δύσκολος ο προσδιορισμός για κάθε συσκευή που είναι σε χρήση. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει το όριο των 210mG (3-30KHz).

Μέσω της νομοθεσίας στην χώρα μας, θα πρέπει να προωθήσουν μέτρα περιορισμού της έκθεσης στις ακτινοβολίες αυτές στους χώρους κατοικίας και εργασίας. Κάποια προληπτικά μέτρα είναι τα παρακάτω (Τσιτομενέας, 2011) :

- Σωστή τοποθέτηση και χρήση οικιακών συσκευών.
- Σωστή ηλεκτρική καλωδίωση μέσα στην οικία για την αποφυγή σχηματισμού βρόγχων καλωδίων και δημιουργίας μαγνητικών πεδίων.
- Να τηρούνται οι αποστάσεις ασφαλείας απο πηγές ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας.
- Εναλλακτικούς τρόπους αποφυγής ή θωράκισης απο τις ακτινοβολίες αυτές.

2.5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΥΔΡΕΥΣΗΣ

1. Χρήση μετάλλων στα συστήματα ύδρευσης

Ο ρόλος του νερού είναι σπουδαίος για την ανάπτυξη και την διατήρηση της ζωής στον πλανήτη. Χωρίς το νερό, η διατροφή των ζώων, των ανθρώπων και των φυτών είναι ελλιπής. Οι περισσότερες ανθρώπινες δραστηριότητες, καθορίζονται απο την ύπαρξη του νερού και αυτό φαίνεται απο τις τοποθεσίες που αναπτύχθηκαν οι πρώτοι οικισμοί και στην συνέχεια οι βιομηχανικές μονάδες.

Χιλιάδες χρόνια απασχολεί τους ανθρώπους το πρόβλημα άρδευσης, ύδρευσης και αποχέτευσης. Τα έργα ύδρευσης ξεκίνησαν να κατασκευάζονται από τη στιγμή που οι άνθρωποι άρχισαν να ζούν σε κοινότητες και στόχευαν στην υδροληψία και στην αποθήκευση, ενώ στην πορεία εξελίχθηκε η κατασκευή τους. Σημαντική ανάπτυξη των υδρευτικών έργων παρατηρήθηκε στους Ρωμαϊκούς χρόνους. Στην κατηγορία αυτών των έργων ανήκει το Αδριάνειο Υδραγωγείο που εξυπηρετούσε τις ανάγκες της Αθήνας μέχρι το 1928. Οι πρώτοι σωλήνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι πηλοσωλήνες, των οποίων την θέση πήραν οι τσιμεντοσωλήνες σε μεγάλες εγκαταστάσεις αποχέτευσης, σε μικρότερες χρησιμοποιήθηκαν οι αμιαντοτσιμεντοσωλήνες και στην πορεία οι πλαστικοί σωλήνες.

Οι χρήση σωληνώσεων αμιάντου, ήταν διαδεδομένη στην ύδρευση και στην αποχέτευση, καθώς Το 65% του συνολικού μήκους των αγωγών της Ε.Υ.Δ.Α.Π αποτελείτο από σωλήνες αμιαντοτσιμέντου, στην πλειονότητα τους ηλικίας 80 ετών. Οι σωλήνες αμιάντου των δικτύων ύδρευσης, από μόνοι τους δεν δημιουργούν κινδύνους για την δημόσια υγεία. Το πρόβλημα εμφανίζεται στην περίπτωση διάβρωσης των σωληνώσεων, αφού με το πέρασμα των χρόνων το νερό με περιεκτικότητα σε άλατα, σιγά σιγά διαλύει το τσιμέντο και απελευθερώνει τις ίνες αμιάντου. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας σε οδηγία του για την ποιότητα του πόσιμου νερού το 2004 αναφέρει ότι, δεν υπάρχουν πειστικές αποδείξεις ότι ο καταπνόμενος αμιάντος από το πόσιμο νερό αποτελεί κίνδυνο για την υγεία (καρκίνο του πεπτικού συστήματος), άρα δεν χρειάζεται θεσμοθέτηση ανώτατης επιτρεπόμενης τιμής για τον αμιάντο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με νομοθεσία της απαγορεύει την χρήση όλων των ειδών αμιάντου από 01/01/2005 και συνιστά την σταδιακή απομάκρυνση του ήδη εγκατεστημένου αμιάντου (Θεοδωράτος και Καρακασίδης, 2004).

Η ενοχοποίηση του αμιάντου για καρκινογενέσεις, οδήγησε στην πλήρη απαγόρευση της χρήσης του, προκειμένου να αποφευχθούν οι κίνδυνοι για τους εργαζομένους που τους τοποθετούν, καθώς και για τους καταναλωτές. Τα υπάρχοντα υδρευτικά δίκτυα από αμιαντοσωλήνες δεν θα πρέπει να ξηλωθούν, γιατί η θραύση τους θα προκαλέσει διαφυγή αμιάντου στο περιβάλλον. Κατόπιν τούτου τα νέα δίκτυα θα πρέπει να τοποθετούνται παράλληλα προς τα παλιά και με προσοχή, ώστε να μη σπάζουν οι αμιαντοσωλήνες.

Υπάρχουν βέβαια λύσεις που περιλαμβάνουν τη χρήση κεραμικών ινών και όχι ινών αμιάντου, οι λεγόμενοι οικολογικοί αμιαντοτσιμεντοσωλήνες ή πιο σωστά οι ινοτσιμεντοσωλήνες. Λόγω κόστους όμως η ανθρωπότητα στράφηκε στη χρήση μετάλλων και μεταλλικών σωληνών. Η πιο σημαντική εξέλιξη για τα έργα της ύδρευσης ξεκινάει από τον 17 αιώνα με την κατασκευή σωληνώσεων από υλικό που αντέχει στις εσωτερικές πιέσεις που προκαλούν τα υδροστατικά φορτία, όπως ο χυτοσίδηρος και ο χάλυβας. Τα μέταλλα όμως παρουσίαζαν ανέκαθεν ένα βασικό πρόβλημα, το πρόβλημα της οξειδωσης.

Ο χαλκός από πλευράς του, παρά την μεγάλη αντοχή, είχε μεγάλο κόστος, ενώ δεν υπήρχαν τα μέσα για την παραγωγή σωληνών σε πολύ μικρά πάχη όπως σήμερα. Το μέταλλο όμως που υπήρχε σε αφθονία και λόγω της εύπλαστότητας του ήταν βολικό στην κατασκευή σωληνών, ήταν ο μόλυβδος, υλικό το οποίο χρησιμοποιήθηκε ευρέως μέχρι τις αρχές του 20ού αιώνα. Οι επιπτώσεις στην υγεία από τον μόλυβδο

ήταν ακόμη άγνωστες. Ο μόλυβδος προκαλεί εγκεφαλοπάθεια, βλάβες στο κεντρικό νευρικό σύστημα κυρίως στα παιδιά, διότι μειώνει το δείκτη νοημοσύνης και την ικανότητα εκμάθησης. Προκαλεί παθήσεις στα νεφρά, αναιμία και ηπατικές βλάβες. Προέρχεται απο μολυβδοσωλήνες όταν το νερό είναι μαλακό και όξινο, από υλικά συγκόλλησης που περιέχουν μόλυβδο, καθώς και από στεγανωτικές αλοιφές. Όταν αποδείχθηκε η ενοχή του μολύβδου, η χρήση του για ύδρευση σταμάτησε, όμως εξακολούθησε να χρησιμοποιείται στην αποχέτευση μέχρι και τη δεκαετία του '70. Μικρού μήκους μολυβδοσωλήνες εξακολουθούσαν να χρησιμοποιούνται στους μετρητές των εταιριών ύδρευσης μέχρι και τη δεκαετία του '80. Σήμερα η χρήση μολύβδου είναι πλέον παρελθόν για κάθε χρήση (Βάκα, 2005).

Όσο αφορά τους σιδηροσωλήνες, η χρήση τους δεν συνίσταται σε σωληνώσεις ύδρευσης, διότι στο νερό προσδίδεται χαρακτηριστική γεύση και οσμή. Παλαιότερα χρησιμοποιήθηκε η λύση του γαλβανισμένου σιδήρου για τις σωληνώσεις ύδρευσης, καθώς ο γαλβανισμός προστατεύει το σίδηρο από την οξείδωση. Στο νερό που οι συγκεντρώσεις σιδήρου είναι υψηλές στα ρούχα εμφανίζονται κηλίδες, ενώ η πρόσληψη υψηλών δόσεων σιδήρου απο το νερό προκαλεί βλάβες στους ιστούς.

Το μέταλλο πάντως που πρωταγωνίστησε σε όλο τον 20ό αιώνα για σωλήνες ύδρευσης ήταν ο χαλκός. Υλικό με μεγάλη αντοχή σε πιέσεις, υψηλές και χαμηλές θερμοκρασίες, εύκαμπτο και ιδανικό για εύκολη συγκόλληση. Με τον χαλκό έχουμε ανθεκτικότητα στις φθορές και ελάχιστη αντίσταση του τοιχώματος στην ροή του νερού. Μέχρι τα μέσα του 20ού αιώνα όπου οι συγκολλήσεις δεν είχαν τεχνολογικά προοδεύσει, η ραφή των σωλήνων άφηνε μεγάλο γρέζι εσωτερικά και ήταν ένα σημείο ευπαθές απ' όπου ξεκινούσε κάθε διάβρωση.

Η μακρά έκθεση σε χαλκό προκαλεί ηπατικές και νεφρικές διαταραχές. Άτομα με πάθηση Wilson (ηπατοφακοειδής εκφύλιση) κατόπιν συνεννόησης με τον ιατρό τους, θα πρέπει το νερό που πίνουν να μην έχει συγκεντρώσεις χαλκού πάνω από το όριο 1,3mg/l. Οι σωλήνες χαλκού χρησιμοποιούνται ευρύτατα στο πόσιμο νερό, στην θέρμανση, σε συστήματα κλιματισμού και στο φυσικό αέριο, διότι καλύπτουν τις απαιτήσεις ως προς τις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Η σκληρή κόλληση αντέχει σε πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες και θέλει αυξημένη εμπειρία του συγκολλητή και χρήση οξυγόνου. Σε συνήθεις κατασκευές είναι ένα υλικό που δίνει πολλές εύκολες λύσεις. Με βάση τα σημερινά δεδομένα, όσο αφορά στην δημόσια υγεία, ο χαλκός θεωρείται υλικό που δεν επηρεάζει την οσμή, την γεύση και την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Ο χαλκοσωλήνας είναι ιδανικός γιατί δεν επιτρέπει την δημιουργία εστιών πολλαπλασιασμού παθογόνων οργανισμών στο νερό, ενώ έχει και βακτηριοστατική δράση (καταπολεμά και βακτήρια όπως η Legionella). Η σύνθεσή του δεν αλλάζει με το πέρασμα των χρόνων και κυρίως δεν περιέχει πτητικές οργανικές ενώσεις ή συνθετικές ενώσεις και χρωστικές ουσίες που να επηρεάζουν την ποιότητα του νερού. Οι σωληνώσεις χαλκού είναι διαχρονικοί, χρησιμοποιούνται από την εποχή του Φαραώ και έχουν διάρκεια ζωής μεγαλύτερη από αυτήν του κτιρίου στο οποίο εγκαθίστανται (Βάκα, 2005).

Η τεχνολογία όμως προχώρησε και κατασκεύασε πλαστικούς σωλήνες, οι οποίοι είναι πιο εύχρηστοι και πιο οικονομικοί. Τα πρώτα πλαστικά υλικά που

χρησιμοποιήθηκαν ήταν το PVC και το πολυαιθυλένιο. Το πρώτο ανήκει σε κατηγορία που επιτρέπει τη συγκόλλησή του με διάφορες κόλλες, ενώ πρόσφατα κατασκευάστηκαν σωλήνες PVC κατάλληλες και για πόσιμο νερό. Το πολυαιθυλένιο αντίθετα δεν συγκολλείται με κόλλες.

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των πλαστικών προχώρησε με γρήγορους ρυθμούς και πολύ σύντομα είδαμε σωλήνες πολυπροπυλενίου, πολυβουτυλενίου ή δικτυωμένου πολυαιθυλενίου. Οι πλαστικοί σωλήνες έχουν τα εξής πλεονεκτήματα :

- φθηνό προϊόν,
- απεριόριστη αντοχή στη διάβρωση,
- ιδανικό για θαμμένες εγκαταστάσεις.

Έχει όμως και ορισμένα μειονεκτήματα, τα οποία είναι :

- περιορισμένη αντοχή στη θερμοκρασία
- καταστρέφεται από την υπεριώδη ακτινοβολία, διότι είναι υλικό «ζωντανό» το οποίο γηράσκει ,και έχει πολύ μεγάλο συντελεστή διαστολής.
- Ορισμένα κατάλοιπα της κατεργασίας των πλαστικών, λόγω του άνθρακα και του αζώτου που περιέχουν, το καθιστούν πορώδες
- Διευκόλυνση των μικροβιακών διαβρώσεων,
- την δημιουργία αποικιών μικροοργανισμών και την
- διάλυση επικίνδυνων ουσιών στο νερό, οι οποίες είναι επιβλαβείς για την υγεία.

Μελέτες έχουν δείξει ότι οι πλαστικές σωληνώσεις μεταφέρουν πτητικές οργανικές ενώσεις, ορισμένες εκ των οποίων είναι υπεύθυνες για την δυσάρεστη οσμή και γεύση του νερού. Ωστόσο η συσσώρευση αυτών των ουσιών στον ανθρώπινο οργανισμό ενδέχεται να προκαλέσει ακόμη και ορμονικές διαταραχές. Για τους παραπάνω λόγους οι αρχές πρέπει να εξετάζουν λεπτομερώς τους σωλήνες και να εκδίδουν ειδικά πιστοποιητικά για την καταλληλότητα σε πόσιμο νερό και τις αντοχές σε θερμοκρασίες. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να ζητάμε και τα πιστοποιητικά του ΕΛΟΤ ή άλλων αντίστοιχων οργανισμών για την καταλληλότητα των υλικών που επιλέξαμε, για τη χρήση που θέλουμε. Σήμερα χρησιμοποιούνται πολυστρωματικοί σωλήνες οι οποίοι εξασφαλίζουν μειωμένη διαστολή και φράγμα οξυγόνου, οι οποίοι δεν επιτρέπουν την μεταφορά ουσιών από την διάβρωση των σωληνώσεων και αποτρέπουν τις αλλοιώσεις της ποιότητας του νερού (Θεοδωράτος και Καρακασίδης, 2004).

Η αιτία είναι ότι, με το πέρασμα του χρόνου, τα δομικά υλικά αντιδρούν μεταξύ τους, όπως συμβαίνει και με τα υλικά των σωληνώσεων, με συνέπεια την πρόκληση αλλοιώσεων. Οι αντιδράσεις επιταχύνονται, στην περίπτωση που μεταφέρει ζεστό

νερό. Εάν, το νερό που θα περνάει από την εγκατάσταση είναι σκληρό ή μαλακό, τότε χρειάζεται μεγαλύτερη προσοχή. Συγκεκριμένα, τα σκληρά νερά έχουν την ικανότητα να διαλύουν τον ψευδάργυρο, γαλβανισμένων σωληνώσεων και τις συγκολλητικές ουσίες και να απελευθερώσουν νικέλιο, ψευδάργυρο, μόλυβδο και μαγγάνιο στο πόσιμο νερό.

Εκτός από τις επιβαρύνσεις που μπορεί να υποστεί ο ανθρώπινος οργανισμός από τις υδραυλικές εγκαταστάσεις, η ποιότητα του νερού μπορεί να αλλοιωθεί και μέσω των τεχνικών καθαρισμού του. Οποιαδήποτε παρουσία φυσικής ή χημικής ουσίας, όπως και κάθε μικροβιακής συγκέντρωσης στο νερό θεωρείται ανεπιθύμητη και συνήθως προέρχεται από πηγές αλλά και από τις υδραυλικές εγκαταστάσεις. Για την προστασία των καταναλωτών έχουν θεσπιστεί κριτήρια ποιότητας για το νερό. Ανάλογα με την χρήση του νερού, τα κριτήρια διαφέρουν. Ως πόσιμο νερό ορίζεται το νερό που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί στα κτίρια για ανθρώπινη κατανάλωση, οπότε για τον καθαρισμό του εφαρμόζονται μέθοδοι όπως το φιλτράρισμα, ο αποϊοντισμός, τα φίλτρα οξείδωσης, η απόσταξη, η μέθοδος ανταλλαγής ιόντων και η απολύμανση.

Συμπεραίνεται από τα παραπάνω, ότι η σημασία του νερού για την κατασκευή της οικίας και της διατήρησης της υγείας, αποτελεί προτεραιότητα. Η ποιότητα και η ποσότητα του νερού που καταναλώνει ο ανθρώπινος οργανισμός, κρίνεται από την ποιότητα των εγκαταστάσεων υδροδότησης που του παρέχονται. Επομένως, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τις σωληνώσεις ύδρευσης είναι καθοριστικά, ενώ παράλληλα και η συντήρησή τους θα πρέπει να είναι επαρκής.

2. Απολύμανση νερού

Η απολύμανση του νερού είναι αποτελεί μέτρο προφύλαξης της υγείας από παθογόνους μικροοργανισμούς. Για την χημική απολύμανση του νερού, χρησιμοποιούνται κυρίως ενώσεις χλωρίου, οι οποίες αντιδρούν με την αμμωνία και τις οργανικές ενώσεις που υπάρχουν στο νερό. Από την αντίδραση του χλωρίου και της αμμωνίας, προκύπτουν οι χλωραμίνες, με ασθενή μικροβιοκτόνο δράση. Η ποσότητα του χλωρίου που απομένει ονομάζεται ελεύθερο υπολειμματικό χλώριο και προστατεύει το νερό από πιθανές επιμολύνσεις, σε περίπτωση που εισχωρήσουν μολυσματικοί παράγοντες σε σημείο του δικτύου ύδρευσης, μετά το σημείο εφαρμογής της απολύμανσης.

Το απαιτούμενο υπολειμματικό χλώριο πρέπει να είναι της τάξεως των 0,5mg/l, και ο χρόνος επαφής του χλωρίου με το νερό διάρκειας 30λεπτών. Η χορήγηση μεγαλύτερης ποσότητας χλωρίου δίνει δυσάρεστη οσμή και γεύση στο πόσιμο νερό, αλλά κυρίως προκαλεί επικίνδυνες επιπτώσεις στο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία. Επιδημιολογική έρευνα μάλιστα, έχει συνδέσει το χλωριωμένο νερό με καρκίνο, αποβολές, νεφρικές παθήσεις και εκφυλιστικές ασθένειες. Το πιο χαρακτηριστικό οργανοχλωροπαράγωγο που βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι το χλωροφόρμιο, το οποίο είναι ένωση χλωρίου και μεθανίου, κύριου συστατικού των οργανικών ουσιών. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η νομοθεσία επιτάσσει τον συνεχή ποιοτικό έλεγχο του πόσιμου νερού (ΠΔ 51/2007).

Η έκθεση στα παραπροϊόντα του χλωρίου γίνεται και μέσω της λήψης καυτών ντους, τα οποία οδηγούν σε μεγαλύτερη έκθεση στις τοξικές ουσίες που περιλαμβάνονται στις παροχές του νερού σε σχέση με την προερχόμενη από την κατάποσή του. Οι χημικές ουσίες εξατμίζονται από το νερό και εισέρχονται μέσα από το σώμα και το δέρμα, ενώ μέσω της αναπνοής μπορούν να προσληφθούν 6 έως 100 φορές περισσότερες ποσότητες της χημικής ουσίας. Επομένως είναι εύκολη η διασπορά τους στο σπίτι και η έκθεση ακόμη και μικρών παιδιών.

Η σημερινή κατάσταση στα δίκτυα ύδρευσης της χώρας μας δεν είναι ιδανική, καθώς το νερό των μεγάλων αστικών κέντρων υπερχλωριώνεται και ενίοτε ανιχνεύονται πολύ υψηλές συγκεντρώσεις παραπροϊόντων του χλωρίου. Αντιθέτως, στην επαρχία η χλωρίωση γίνεται περιστασιακά, με αποτέλεσμα να καταγράφονται υπερβάσεις συγκεντρώσεων των μικροβίων στο νερό, καθιστώντας το επικίνδυνο προς χρήση εξαιτίας των μολυσματικών και νοσογόνων παραγόντων που το επιβαρύνουν.

Επομένως, η υγειονομική προστασία των εγκαταστάσεων ύδρευσης είναι απαραίτητη, για την διάθεση υψηλής ποιότητας νερού. Το χλώριο σαν απολυμαντικό, πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο υπό αυστηρά ελεγχόμενες συνθήκες και όχι σε όλη την διαδικασία της απολύμανσης του νερού. Άρα, για να περιοριστούν στο μέλλον οι αλλοιώσεις της υδραυλικής εγκατάστασης στην οικία μας, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι (βλ. αναλυτικά Θεοδωράτος και Καρακασίδης, 2004)

Απαιτήσεις ποιοτικής υδραυλικής εγκατάστασης:

- Καλό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό
- Χαμηλό επίπεδο θορύβων (αντιπληγματική προστασία)
- Να μην έχει διαρροές, να είναι άμεσα ή τουλάχιστον εύκολα προσβάσιμες
- Πρόσβαση στην συντήρηση, σωλήνες που μεταφέρουν το νερό να είναι μονωμένοι
- Πρέπει να έχει εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες
- Να έχει αντοχή στην φωτιά και στις μεταβολές της πίεσης και θερμοκρασίας.
- Πρέπει να είναι αδιαπέραστη και ανθεκτική στην επίδραση των εξωτερικών παραγόντων
- Πρέπει να έχει αντοχή στη γήρανση και στις αλλαγές καταπονήσεων
- Πρέπει να συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος και να κατασκευάζεται από ανακυκλώσιμα υλικά
- Πρέπει να είναι θετική σε θέματα προστασίας της υγείας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ

1. Η σημασία της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής

Στα προηγούμενα κεφάλαια αναφέρθηκαν πληροφορίες σχετικά με τους τρόπους δόμησης μιάς οικίας στην αρχαιότητα αλλά και στην σύγχρονη εποχή. Ο σχεδιασμός των σπιτιών της αρχαιότητας στόχευε να καλύψει τις βασικές ανάγκες επιβίωσης των ανθρώπων, οι οποίες ήταν παρόμοιες με τις σημερινές. Αυτές δεν ήταν άλλες από την διατήρηση της σωματικής, ψυχικής και πνευματικής υγείας του ανθρώπου και φυσικά της αρμονικής συμβίωσης του με την φύση.

Σε αντίθεση με τα σημερινά δεδομένα, για τους περισσότερους ανθρώπους η κατοικία έχει μετατραπεί σε καταναλωτικό προϊόν και μοιάζει περισσότερο με κλουβί, παρά με σπίτι. Οι περισσότεροι ένοικοι των κτιρίων ενδιαφέρονται για την αισθητική του χώρου τους, επιλέγοντας οικονομικά υλικά αμφιβόλου προελεύσεως. Αυτό συχνά οδηγεί στην ανεξέλεγκτη κατανάλωση φυσικών πόρων και ενέργειας, για την κάλυψη των αναγκών τους σε θέρμανση και φωτισμό. Όπως αναφέρθηκε στο δεύτερο κεφάλαιο, τα δομικά υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως για την κατασκευή νέων οικιών, περιέχουν τοξικές ουσίες, ιδιαίτερα βλαβερές για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Η άγνοια ή καλύτερα η αδιαφορία των χρηστών, οδήγησε στην δημιουργία οικιών συχνά ακατάλληλων.

Δεδομένων όλων των προβλημάτων που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι κατασκευαστές αλλά και οι χρήστες των κτιρίων, άλλαξαν αντιλήψη για τον σχεδιασμό των κτιρίων. Πλέον, εκδηλώνουν περισσότερο ενδιαφέρον για την κάλυψη των αναγκών τους με τρόπους που προάγουν την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του οικοσυστήματος. Η χρήση φιλικών προς το περιβάλλον και την υγεία δομικών υλικών, αποτελεί μία σημαντική μέθοδο.

Στόχοι επομένως του σχεδιασμού των κτιρίων, είναι οι ακόλουθοι (Βάκα, 2005):

- Εξασφάλιση της ποιότητας του αέρα
- Ελαχιστοποίηση σε φορτία θέρμανσης, ψύξης και στις καταναλώσεις των συσκευών
- Επαρκής διερεύνηση στη φάση του σχεδιασμού
- Χρήση υλικών και δομικών στοιχείων που να έχουν αποδεκτή περιβαλλοντική συμπεριφορά

Η επιλογή της τοποθεσίας για την κατασκευή ενός κτιρίου, έχει σπουδαίο ρόλο, καθώς επιδρά στην λειτουργικότητά του. Πριν τον σχεδιασμό της οικίας, θα πρέπει να εξετάζεται η γεωγραφική θέση και το κλίμα της περιοχής που πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο. Τα κριτήρια αυτά εκφράζουν τις αρχές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, η οποία ασχολείται με την κατασκευή κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα (μικροκλίμα), με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης,

αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες ανανεώσιμες πηγές, καθώς και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική ήταν γνωστή από την αρχαιότητα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα το Ηλιακό σπίτι του Σωκράτη, το οποίο παρείχε ζέστη το χειμώνα και δροσιά το καλοκαίρι, καθώς ήταν προσαρμοσμένο σε όλες τις εποχές του έτους και τις κλιματολογικές αλλαγές. Ανάλογες τεχνικές χρησιμοποιούνται και σήμερα για την εξοικονόμηση ενέργειας φυσικών πόρων (φωτισμός, δροσισμό και θέρμανση), καθώς και την μείωση επιβάρυνσης του περιβάλλοντος.

Εάν ένα κτίριο σχεδιαστεί με βάση τις αρχές της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, είναι ικανό να καλύψει μέχρι και 60-70% των αναγκών για θέρμανση και δροσισμό, χωρίς αύξηση του κόστους κατασκευής. Η οικονομία που προκύπτει είναι της τάξεως του 40% στη θέρμανση και 60% στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Τα οφέλη που προκύπτουν από την χαμηλή απαίτηση ενέργειας για τη θέρμανση, το δροσισμό και το φωτισμό των κτιρίων που προκύπτει από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι τα εξής (Νιότης, 2011):

- 1.Ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας, θερμική και οπτική άνεση)
- 2.οικονομικά(μείωση του κόστους των εγκαταστάσεων)
- 3.κοινωνικά (καλύτερη ποιότητα ζωής)
4. περιβαλλοντικά(μείωση των ρύπων πχ διοξείδιο του άνθρακα)

Η γνώση της επίδρασης των κλιματικών συνθηκών (ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασίες, ποιότητα ατμοσφαιρικού αέρα) στο κτίριο και η παρατήρηση των φυσικών φαινομένων (κίνηση του ήλιου κατά τη διάρκεια του χρόνου) μπορούν να οδηγήσουν στη βέλτιστη επιλογή κτιριακού όγκου, του σχήματος, του μεγέθους και κυρίως του κατάλληλου προσανατολισμού, ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων, διατηρώντας παράλληλα βέλτιστες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης.

2. Οι βασικές αρχές του Βιοκλιματικού κτιρίου

- 1. Προσανατολισμός:** αξιοποίηση όλων των πλευρών του οικοπέδου. Το σπίτι πρέπει να είναι στραμμένο προς το Νότο, ώστε να υπάρχει αρκετή ωφέλιμη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, και επαρκής φυσικός φωτισμός όλο το χρόνο. Απαιτούνται συστήματα εκτροπής του φυσικού φωτός προς την οροφή, ώστε να αποφεύγεται η θάμβωση στο οπτικό πεδίο και η σκίαση το καλοκαίρι, για πλήρη εκτροπή της ηλιακής ακτινοβολίας από την όψη του κτιρίου. Ο Βορράς είναι πολύτιμος για τους θερινούς μήνες. Δεν παρουσιάζει προβλήματα θάμβωσης και δεν απαιτεί σκίαση το καλοκαίρι. Έχει όμως χαμηλά θερμικά κέρδη και υψηλές θερμικές απώλειες το χειμώνα. Στις άλλες δύο κατευθύνσεις, ανατολή και δύση χρειάζεται να μούν πετάσματα ώστε ο ήλιος να φτάνει στο εσωτερικό του σπιτιού το χειμώνα και να μένει εκτός το καλοκαίρι.

2. **Φυσικός Δροσισμός:** εξασφαλίζεται με την κατασκευή ανοιγμάτων σε κατάλληλες θέσεις , σε συνδυασμό με τη χρήση υλικών που μειώνουν τις απώλειες από χαραμάδες και προσφέρουν ελεγχόμενο και όχι ανεξέλεγκτο εξαερισμό του χώρου. Τα κουφώματα στο έδαφος φέρνουν ή διώχνουν τον ψυχρό αέρα στο σπίτι, ενώ τα ψηλά εξασφαλίζουν την ίδια λειτουργία για τις θερμές αέριες μάζες. Το καλοκαίρι ο αερισμός γίνεται το βράδυ, ενώ την ημέρα τα ανοίγματα πρέπει να μένουν κλειστά
3. **Υλικά:** βασικός κανόνας είναι η θωράκιση δύσκολων τμημάτων της οικοδομής, όπως το μπετόν, με σκοπό την αποφυγή βλαβερών ακτινοβολιών όπως το ραδόνιο. Έχει αποδειχθεί ότι το πάχος των εσωτερικών τοίχων και η χρήση σκληρών υλικών βοηθά στην αποθήκευση θερμότητας την ημέρα που αποδίδει τις βραδινές ώρες, αφού λειτουργούν θερμοσυσσωρευτές
4. **Χωροθέτηση κτιρίου στο οικοπέδο:** Ο προσανατολισμός και το σχήμα του υπό κατασκευή κτιρίου καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τους ηλιακούς χάρτες, όπου φαίνεται η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτίνων σε κάθε τόπο, για κάθε εποχή και κάθε ώρα της ημέρας. Έτσι είναι δυνατόν το κτίριο να συλλέγει τη μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία, όταν την χρειάζεται (χειμώνα) και να την αποφεύγει όταν δεν είναι επιθυμητή (καλοκαίρι). Η κίνηση του ήλιου τον χειμώνα είναι χαμηλά στον ορίζοντα και έτσι μπορεί να εισχωρήσει βαθιά στο εσωτερικό των κτιρίων, από τα κατάλληλα ανοίγματα στη νότια πλευρά του. Το καλοκαίρι αντίθετα, κινείται ψηλά πάνω από τις στέγες και έτσι η σκίαση των κτιρίων είναι εύκολη με ανάλογες οριζόντιες προεξοχές.
5. **Χωροθέτηση παραθύρων στα κτίρια:** Στον σχεδιασμό των κτιρίων, θα πρέπει να προβλέπονται μεγάλα παράθυρα και ανοίγματα στον Νότο και μικρότερα ανοίγματα στο Βορρά, ώστε να μην υπάρχει απώλεια ενέργειας, και να μπορεί να ζεσταθεί ή να ψυχθεί ανάλογα με την εποχή. Τα νότια τζάμια παγιδεύουν την ηλιακή ακτινοβολία στο εσωτερικό του κτιρίου και έτσι αυξάνεται η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα από τη μία, ενώ μεγάλο μέρος της απορροφάται από οικοδομικά υλικά που έχουν μεγάλη θερμοχωρητικότητα (πέτρες, τούβλα, πλακάκια). Αυτά τα υλικά αποτελούν την αποθήκη θερμότητας που γεμίζει την ημέρα και αδειάζει τη νύχτα, αποδίδοντας θερμική ενέργεια στον εσωτερικό χώρο, όταν υπάρχει καλή εξωτερική μόνωση.

Σημαντικός παράγοντας για την διατήρηση των θερμικών συνθηκών και της ποιότητας του εσωτερικού αέρα, θεωρείται η αλληλεπίδραση των δομικών υλικών μίας κατοικίας με το περιβάλλον. Η αναζήτηση δομικών υλικών με βελτιωμένες ιδιότητες, έχει ως στόχο την αύξηση της απόδοσης του κτιρίου. Οι ιδιότητες των υλικών αφορούν τις λειτουργίες του υλικού και ιδιαίτερα την θερμοχωρητικότητα και την θερμοαγωγιμότητα, οι οποίες συμβάλλουν στην διατήρηση των θερμικών συνθηκών σε σταθερά επίπεδα, ώστε να μην επηρεάζονται από τις εξωτερικές συνθήκες του περιβάλλοντος. Σε αυτό συμβάλλει η φύση των δομικών υλικών, ιδιαίτερος όταν αυτά είναι φιλικά προς το περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία.

Η επιλογή και η χρήση των δομικών υλικών, είναι σημαντικός παράγοντας στην Βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Αυτά θα πρέπει να καλύπτουν ορισμένες προϋποθέσεις πριν χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των κτιρίων, οι οποίες συνοπτικά αναφέρονται παρακάτω:

- Να μην περιέχουν χημικές ουσίες στην διεργασία τους
- Να μην είναι τοξικά
- Να αντέχουν στην υγρασία, ώστε να μην εμφανίζεται μούχλα στα κτίρια
- Να βρίσκονται σε αφθονία και να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν
- Να είναι τοπικά διαθέσιμα
- Να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Για την δημιουργία μίας σωστής οικίας, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι παραπάνω παράμετροι. Συγκεκριμένα, ο κάθε χρήστης θα πρέπει να προσέχει τα εξής:

- Τα δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, είναι υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα και συνδυάζονται με καλή μόνωση του εξωτερικού κελύφους.
- Το χρώμα παίζει κύριο ρόλο σε ένα κτίριο. Τα ανοιχτά χρώματα, αντανακλούν μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο περιβάλλον, και βοηθούν στην αποφυγή υπερθέρμανσης του κτιρίου. Τα σκούρα χρώματα απορροφούν ενέργεια και τη μεταδίδουν στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Η σωστή μόνωση διασφαλίζει την μείωση θερμικών απωλειών το χειμώνα και αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία τους θερινούς μήνες.
- Τα περισσότερα ανοίγματα πρέπει να είναι στην νότια πλευρά του κτιρίου. Αν η βορινή πλευρά δεν εφαρμόζει με κάποιο άλλο κτίριο, καλό είναι να προστατεύεται από ψηλά δέντρα ή να τοποθετηθούν αποθήκες από αυτή την πλευρά, ώστε να αποφεύγεται η επαφή με τους ψυχρούς ανέμους,.

Με βάση τα ανωτέρω αν εφαρμοστεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, η κατανάλωση ενέργειας και οι ρύποι μπορούν να μειωθούν σημαντικά. Το κλίμα μιας περιοχής, ο σχεδιασμός σωστών ανοιγμάτων, η εφαρμογή απλών παθητικών συστημάτων, ο προσανατολισμός και η χωροθέτηση του κτιρίου συμβάλλουν στην εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης, αλλά και της μείωσης ενεργειακής εξάρτησης από τα συμβατικά καύσιμα. Η προστασία του κελύφους από τα θερμικά κέρδη μέσω του σωστού προσανατολισμού, σε συνδυασμό με την εφαρμογή φυσικού αερισμού και δροσισμού, οδηγούν στην μείωση της χρήσης των κλιματιστικών. Η οπτική άνεση αλλά και η εξοικονόμηση ενέργειας για φωτισμό γίνεται με την σωστή αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού και την επιλογή λαμπτήρων χαμηλής ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να εξασφαλίσουμε την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων και κυρίως την προστασία της ανθρώπινης υγείας και του περιβάλλοντος (Αργυράκη, 2008).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανακεφαλαιώνοντας διαπιστώνουμε ότι η ρύπανση των εσωτερικών χώρων επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό την δημόσια υγεία και κατά συνέπεια το περιβάλλον. Η ιστορική αναδρομή που έγινε στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας, καταδεικνύει την πρωτοπορία των αρχαίων ελλήνων όσο αναφορά τη σωστή δόμηση των οικιών τους, τα συστήματα ύδρευσης και τα υδραγωγεία για την κάλυψη των αναγκών τους. Δεν κατασκεύαζαν σπίτια περίτεχνα, αλλά φρόντιζαν να εξασφαλίζουν την καλή διατήρηση της εσωτερικής ποιότητας του αέρα, καθώς και την προστασία της υγείας τους και του περιβάλλοντος. Γνώριζαν τις βασικές αρχές της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και τις εφαρμόζαν στην κατασκευή των κτιρίων τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ήταν οι οικίες της Ολύνθου, στις οποίες είχαν αξιοποιήσει όλες τις φυσικές παραμέτρους, με τρόπο που απεύφευγαν οποιαδήποτε επιβάρυνση της υγείας τους.

Στην πορεία της εργασίας, κρίθηκε αναγκαίο να αναφερθούν τα προβλήματα που προκύπτουν από τις σύγχρονες τεχνολογίες δόμησης. Για πολλούς ανθρώπους, η κατοικία πέρα από έκφραση πρωταρχικών αναγκών στέγασης και προστασίας της υγείας και του περιβάλλοντος, μετατράπηκε σε καταναλωτικό προϊόν. Η άγνοια σχετικά με τις αλληλεπιδράσεις των κτιρίων με το περιβάλλον, οδήγησε στην κατασκευή σπιτιών συχνά ακατάλληλων για διαβίωση. Τα περισσότερα νεόκτιστα σπίτια χαρακτηρίζονται από το σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου. Βασική αιτία δημιουργίας του συνδρόμου είναι ο λανθασμένος αρχικός σχεδιασμός των κτιρίων, αλλά και η χρήση ακατάλληλων δομικών υλικών.

Δεδομένων των προβλημάτων που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, καταλήγουμε ότι για την επίλυση τους πρέπει οι καταναλωτές να αναθεωρήσουν τις προτεραιότητες τους σχετικά με την κατασκευή της οικίας τους. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι η λύση στο πρόβλημα του άρρωστου κτιρίου. Δυστυχώς, παρά τις επιπτώσεις που δημιουργούνται στην υγεία και το περιβάλλον, οι άνθρωποι δυσκολεύονται να στραφούν στην Βιοκλιματική αρχιτεκτονική λόγω υψηλού κόστους.

Παρατηρούμε επίσης ότι ο μεγάλος αριθμός των χημικών προϊόντων που εισήχθησαν στην ζωή μας, μάς εγκλώβισε στο ίδιο μας το σπίτι και έθεσε την υγεία σε κίνδυνο. Επομένως, η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί επιτακτική ανάγκη για τον άνθρωπο, αφού έτσι θα διασφαλίζεται η ποιότητα ζωής και η υγεία του. Για την αντιμετώπιση της ρύπανσης των εσωτερικών χώρων, χρειάζεται προσπάθεια από όλους μας. Πρώτα πρέπει να αλλάξει η νοοτροπία των ανθρώπων και μετά να γίνουν κατάλληλες ενέργειες, ώστε να απομακρύνονται οι εσωτερικοί ρύποι από τον χώρο των κτιρίων και να ανανεώνονται με καθαρό αέρα. Οι λύσεις στο ζήτημα της εσωτερικής ρύπανσης απαιτούν συνδυασμό μέτρων και καλή ενημέρωση των χρηστών. Αναφορικά οι πιο σημαντικές μέθοδοι είναι οι παρακάτω:

- Σωστή ενημέρωση για τις προδιαγραφές εκπομπών σε έπιπλα, χαλιά και υλικά δόμησης.
- Καλός αερισμός των εσωτερικών χώρων
- Το κάπνισμα να επιτρέπεται μόνο σε πολύ καλά αεριζόμενους χώρους

- Προφύλαξη απο τις εκπομπές ραδονίου με σωστή κάλυψη των ρωγμών και των χαραμιάδων που μπορεί να υπάρχουν
- Κάλυψη των τούβλων και των σωληνώσεων για να εμποδιστεί η απελευθέρωση των μεταλλικών ινών
- Μειωμένη χρήση ρυπαντικών διαλυτών, βερνικιών, βελτιωτικών, καθαριστικών και προϊόντων βαφής.

Από τα ανωτέρω, προκύπτει η διατήρηση των φυσιολογικών συνθηκών στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων και η σύνθεση του αέρα θεωρείται υγειονομικά αποδεκτή. Η αρμονία θα έρθει όταν αρχίσουμε να παρατηρούμε την φύση και ότι άλλο βρίσκεται στο σύνολο της. Αν καταφέρουμε να ερμηνεύσουμε τα σημάδια που μας δίνει ,να μπορούμε ακούμε το σώμα μας και να καταλάβουμε ποιός είναι ο παράγοντας που έχει την ικανότητα να μας επηρεάζει, τότε μόνο θα πετύχουμε την πλήρη σωματική , ψυχική και πνευματική υγεία! Η φύση είναι η λύση ,διότι πάντα είναι εκεί και μας διδάσκει χωρίς να ζητάει ανταλλάγματα

Εν κατακλείδι, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία σε θέματα πρόληψης και προαγωγής της υγείας, με την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών, ώστε οι συνθήκες να είναι υγειονομικά αποδεκτές. Αυτό θα επιτευχθεί με την διαρκή ενημέρωση, την εκπαίδευση, την ευαισθησία, την ατομική και κοινωνική προσπάθεια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνόγλωσση

- Αποστολάτου, Σ. (2000). *Η ρύπανση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους των κατοικιών*, Πτυχιακή Εργασία, Αθήνα, σ. 10.
- Αργυράκη, Μ., (2008). *Βιοκλιματικός σχεδιασμός, ηλιακά παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα*, Πτυχιακή εργασία, Εθνικό Μετσόβειο Πολυτεχνείο, Τμήμα Μηχανολόγων-Μηχανικών, Αθήνα
- Βάκα, Θ., (2005). *Υλικά, Κατοικία και Περιβάλλον*, Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Δελλής Ν. και Τραγουδάρας Δ. (2002), *Ενεργειακοί έλεγχοι, ποιότητα εσωτερικού αέρα και θερμική άνεση σε κτίρια γραφείων*, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΑΠΘ, Οκτώβριος.
- Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, (2005). *Ραδόνιο*, [Εγχειρίδιο] Αθήνα, Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας,
http://www.eeae.gr/gr/docs/president/_radonio.pdf
- Ευθυμιάδης, Η., (2000). *Οικολογική Δόμηση*, Αθήνα, Ελληνικά Γράμματα, σ. 162.
- Θεοδωράτος Π.Χ και Καρακασίδης Ν.Γ., (2004). *Υγιεινή και Ασφάλεια Εργασίας & Προστασία Περιβάλλοντος*, Εκδόσεις ΙΩΝ³.
- Ιπποκράτης, (1849). *Περί φυσών*, ed. E. Littre, Oeuvres completes d' Hippocrate, vol.6, Paris: Bailliere.
- Ιπποκράτης, (1849). *Περί φύσιος ανθρώπου*, ed. E. Littre, Oeuvres completes d'Hippocrate, vol. 6. Paris: Bailliere.
- Ιπποκράτης, (1840). *Περί αέρων, υδάτων, τόπων*, ed. E. Littre, Oeuvres completes d'Hippocrate, vol. 2. Paris: Bailliere.
- Καλαχάνης, Κ., (2011). *Περί της περιβαλλοντικής επίδρασης στην ανθρώπινη υγεία στο έργο του Ιπποκράτη*, Διπλωματική εργασία, Π.Μ.Σ. “Περιβάλλον και Υγεία, διαχείριση περιβαλλοντικών θεμάτων με επιπτώσεις στην υγεία”, Ιατρική Σχολή Πανεπιστημίου Αθηνών
- Κοσμόπουλος, Π., (2000). *Δοκίμιο Εισαγωγής στο περιβαλλοντικό σχεδιασμό*, University Studio Press, Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και Περιοδικών,

Θεσσαλονίκη, σ.217.

Λάμπας Γ. Λεξικό του Αρχαίου Κόσμου, τόμ. Γ', Αθήνα, εκδόσεις Δομή

Μουλλού, Δ., (2010). *Τεχνητός Φωτισμός στην αρχαία Ελλάδα*, Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Ιστορίας - Αρχαιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης, Ρέθυμνο.

Νιότης, Ν., (2011). *Βασικές αρχές και πλεονεκτήματα ενός βιοκλιματικού σπιτιού*, Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Μηχανολογίας, Ηράκλειο.

Ξενοφών, (1921). *Απομνημονεύματα*, ed. E.C. Marchant, Oxford: Clarendon Press.

Όμηρος, (1962). *Οδύσσεια*, ed. P. Von der Muhl, Basel: Helbing and Lichtenhahn

Παπαδόπουλος, Α. (2006). *Η οδηγία 2002/91/FC για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων-Θερμική Άνεση στα Κτίρια. Νέα Πρότυπα και βελτιώσεις Θερμικής Άνεσης στα κτίρια*, Ιωάννινα (αυτοέκδοση).

Παπαμανώλης, Ν. (2002). “Το σύνδρομο του Αρρώστου Κτιρίου”, περιοδικό Κτίριο, τεύχος 141, σς. 34-36.

Παρλαμά, Α. Σταμπολίδης, Ν. Χ (2000). *Η πόλη κάτω από την πόλη. Ευρήματα από τις ανασκαφές για το μητροπολιτικό σιδηρόδρομο της Αθήνας*, Αθήνα, Εκδ. Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης.

Σαραγά, Δ., (2010). *Ανίχνευση πηγών αιωρούμενων σωματιδίων στον αέρα εσωτερικών χώρων*, Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας, Σχολή Πολυτεχνική, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών.

Συγκάς, Γ. (2007) "Η συμβολή της Θήρας στον πολιτισμό", Εφημερίδα “Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ”, 14.01.2007

Τσίππρας, Κ. (1996). *Το οικολογικό σπίτι*, Αθήνα, Εκδ. Νέα Σύνορα-Α.Α Λιβάνη

Τσίππρας, Κ. και Τσίππρας, Θ. (2005). *Οικολογική Αρχιτεκτονική. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική*, Αθήνα, Εκδ. Κέδρος.

Τσέγκα. Α, (1992). *Ο αμίαντος στη ζωή μας*, Έκδοση Ένωσης Καταναλωτών Ποιότητα Ζωής (ΕΚ.ΠΟΙ.ΖΩ), Αθήνα, σς. 14-15.

Τσιτομενέας, Σ., (2011). *Ακτινοβολίες, Επιδράσεις και Μέτρα Ασφαλείας*, Αθήνα Εκδόσεις Ένωσης Ελλήνων Φυσικών, σς. 11-12.

Ξενόγλωσση ή μεταφρασμένη

American Federation of State –Country and Municipal Employees(AFSCME),1993.
Fact sheet :Health and Safety, AFSCME, USA.

Barr-Sharrar B. (1988). “The Hellenistic House”, in *Hellenistic Art in the Walters Art Gallery*, ed. by E. D. Reeder, Baltimore.

Dolynskyj, M., (2009). “The Olynthian House” *Undergraduate Journal of Anthropology*, 1: 116-130.

Environmental Protection Agency of United States, (1991). *Indoor Air Facts No. 4 (revised): Sick Building Syndrome (SBS)*,
http://www.epa.gov/iaq/pdfs/sick_building_factsheet.pdf.

Fang, L., Clausen, G. and Fanger, P.O. (1998). “Impact of Temperature and Humidity on Perception of Indoor Air Quality During Immediate and Longer Whole-Body Exposures”, *Indoor Air*, 8, 80–90 and 276–284.

.

Fang, L. Clausen, G. and Fanger P.O. (1999). “Impact of temperature and humidity on chemical and sensory emissions from building materials”, *Indoor Air*, 9, 193-201.

Fanger P.O., Toftum J. and Jorgensen A.S. (1998). “Upper limits of indoor air humidity for preventing warm respiratory discomfort”, *Energy and Buildings*, 28, 1, 15-23.

Haghighat F. and De Bellis L. (1998). “Material emission rates: literature review, and the impact of indoor air temperature and relative humidity”, *Building and Environment*, 33, 5, 261-277.

Haverfield, F., (1913). *Ancient Town Planning*, Clarendon Press, Oxford.

Health Canada (2006). *Residential Indoor Air Quality Guideline, Formaldehyde* April 15, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/air/formaldehyde-eng.pdf

Höppe P., (1988). “Comfort Requirements in Indoor Climate”, *Energy and Buildings*, 11, 1-3, 249-257.

Kreis, K. (1990). “The sick building syndrome: where is the epidemiologic basis?” *Am J Public Health*, October; 80(10): 1172–1173.

- Liddament M.W. (1996). "A guide to energy efficient ventilation", AIVC, Great Britain.
- Maromi, M., Seifert, B. and Lindvall, T. Indoor Air Quality. A Comprehensive Reference Book. Elsevier, Amsterdam. 1995.
- Middleton H. (2002). "Ancient Greek Homes" Heineman Publishing.
- Moffat, W.D. Handbook of Indoor Air Quality Management. Prentice Hall, N.J. 1997
- Mundt E., Mathisen H. M., Nielsen P. V. and Moser A. (2004). *Ventilation Effectiveness REHVA Guidebook*, Federation for European Heating and Air Conditioning Associations.
- National Institute for Occupational Safety and Health(NIOSH),1997. NIOSHPocket Guide to Chemical Hazard s.Natiomal Institute for Occupational Safety and Health,U.S.Department of Health and Human Services, U.S.A
- 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.Med52:388-395
- Papaefthymiou H., Mavroudis A., Kritidis P., (2003). "Indoor radon levels and influencing factors in houses of Patras, Greece". *J Environ radioact.*; 66(3):247-60.
- Reid R. Roberts F. (2005). *Pathology Illustrated*, London, Edinburgh, Elsevier Publications⁶.
- Robinson , D. M., & Graham, W. J. (1938). *Excavations at Olynthus: Part VIII The Hellenic House*. Baltimore: The Johns Hopkins Press.
- Robbins S. Cortran R., Kumar V. , Collins T., (2003). *Εγχειρίδιο Robbins, η παθολογοανατομική βάση της νόσου*, (μετάφραση και επιμέλεια στα ελληνικά, Δ. Μπονίκος) Επιστημονικές εκδόσεις Παρισιάνου, Αθήνα, τίτλος πρωτοτύπου: Pocket Companion to Pathologic Basic of Disease.
- Santamouris, M. (ed) (2006). *Environmental Design of Urban Buildings: An Integrated Approach*, London: Earthscan.
- Seppanen O., Fisk J.W. and Mendell J. M. (2002). "Ventilation rates and health", *ASHRAE Journal*, 56-58.
- Seppanen O. and Fisk W. J. (2002). "Association of ventilation system type with SBS symptoms in office workers", *Indoor Air*, 12, 98–112.

- Spengler, J.D. Samet J. M. and McCarthy. J. F. (eds)(2000). *Indoor Air Quality Handbook*, New York: McGraw-Hill.
- Souris G., Santamouris, M. (1999), ‘The problematics of ventilation in buildings: IAQ and Energy’, *Proceeding of the Workshop on ‘Efficient ventilation systems in buildings*, CIENE , 10 December 1999, Athens, Greece.
- U. S. Consumer Safety Commission, (1997). *An Update on formaldehyde Revision*, Washington DC 20207.
- U. S. Environment Protection Agency, (2013). *Moisture Control Guidance for Buliding Design, Costruction and Maintenance*.
<http://www.epa.gov/iaq/pdfs/moisture-control.pdf>
- Zarkadoulas, N., D. Koutsoyiannis, N. Mamassis, and S.M. Papalexiou, 2008. “Climate, water and health in ancient Greece” *European Geosciences Union General Assembly 2008, Geophysical Research Abstracts*, Vol. 10, Vienna, 12006.