



*ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ*  
*ΤΜΗΜΑ: ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ*

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
ΘΕΜΑ:

*Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ*  
*ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ*



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ: **ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**  
ΕΞΑΜΗΝΟ: **9<sup>ο</sup>**  
ΑΡΙΘΜΟ ΜΗΤΡΩΟΥ: **31622**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Κα **ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΖΕΡΙΔΟΥ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με την ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων. Τα κτίρια από την κατασκευή, την χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση, έως και την κατεδάφιση τους έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της ζωής και την υγεία τόσο αυτών που τα κατοικούν όσο και των περιοίκων. Αναλύονται οι παράγοντες από τους οποίους προκαλείται η ρύπανση του εσωτερικού αέρα οι δραστηριότητες και οι διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα του και γίνεται αναφορά στους λόγους για τους οποίους η ποιότητά του πρέπει να βελτιωθεί.

Η υγεία είναι άμεσα συσχετισμένη με την ρύπανση του εσωτερικού αέρα των κτιρίων γι' αυτό και γίνεται μια ανάλυση στις περιβαλλοντικές νόσους, καθώς και μια νομοθετική προσέγγιση όσον αφορά τα Ευρωπαϊκά κράτη κυρίως.

Οι ρύποι ταξινομούνται σε κατηγορίες ανάλογα με την πηγή τους, αναλύονται οι επιπτώσεις που προκαλούνται στην ανθρώπινη υγεία καθώς και προτείνονται μέτρα προστασίας και εναλλακτικές λύσεις.

Όσον αφορά τον τομέα της κατασκευής παρουσιάζονται τα ευρέως χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά αναφέρονται οι ρύποι που προκαλούνται στον εσωτερικό αέρα των κτιρίων και προτείνονται λύσεις φιλικές για το περιβάλλον. Τα υλικά αυτά αφορούν μονώσεις, υλικά επίστρωσης δαπέδων, καλύψεις τοίχων, υλικά που τοποθετούνται σε οροφές, οικοδομική ξυλεία, οικοδομικά υλικά από ορυκτά, συνθετικά υλικά, μέταλλα, υφάσματα, έπιπλα και χρώματα.

Στην εργασία γίνεται λόγος για τη θερμική και οπτική άνεση των κτιρίων και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται, για την θερμομόνωση του κελύφους των κτιρίων και για τον φυσικό φωτισμό και αερισμό. Αναλύεται ο σκοπός των συστημάτων θέρμανσης, πάντα με την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και γίνεται αναφορά στα μηχανικά μέσα καθαρισμού του.

Τα δομικά υλικά διαχωρίζονται επίσης σε παραδοσιακά, εναλλακτικά και ανακυκλωμένα ή δευτερογενή.

Επίσης παρουσιάζονται τα ενεργειακά συστήματα ενός κτιρίου, όπως τα φωτοβολταϊκά και τα ηλιακά συστήματα αέρος και υγρού των οποίων η τεχνολογία αξιοποιεί την ηλιακή ενέργεια και την μετατρέπει σε ηλεκτρική και σε θερμότητα αντίστοιχα με σχεδόν μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Όλα τα παραπάνω μπορούν να βρουν εφαρμογή στον σχεδιασμό και την κατασκευή οικολογικών κτιρίων όπως ο φυσικός αερισμός και φωτισμός, το άμεσο ηλιακό κέρδος, η χρήση δομικών υλικών φιλικών προς το περιβάλλον

και τα παθητικά συστήματα για την θέρμανση τα οποία και παρουσιάζονται σε μερικά παραδείγματα.

Τέλος, τα κατασκευαστικά απόβλητα αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά θέματα στις μέρες μας. Γι' αυτό και δίνονται οι βασικές αρχές της οικολογικής δόμησης γίνεται μια ταξινόμηση των κατασκευαστικών αποβλήτων και αναλύονται οι μέθοδοι διάθεσης τους τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό. Προτείνονται κάποιες εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης κάποιες πρακτικές συμβουλές ώστε να έχουμε καλύτερα αποτελέσματα.

Ωστόσο οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων οι τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας και τα κατασκευαστικά απόβλητα είναι ένα τεράστιο θέμα το οποίο πρέπει να μας απασχολήσει όλους τόσο σαν μονάδες, όσο και σαν σύνολο.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1°

#### ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ

- 1.1 Γενικά περί επιπτώσεων των κτιρίων στο περιβάλλον
- 1.2 Γενική θεώρηση της κακής ποιότητας αέρα σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων.
- 1.3 Ρύπανση και υγεία
  - 1.3.1 Οι νόσος των Λεγεωνάριων
  - 1.3.2 Το σύνδρομο του « Άρρωστου κτιρίου » (SBS)
  - 1.3.3 Ο πυρετός των υγραντών
  - 1.3.4 Χημική Πολυευαισθησία
  - 1.3.5 Πνευμονίτιδα υπερευαισθησίας
  - 1.3.6 Άσθμα
- 1.4 Η νομοθετική προσέγγιση
  - 1.4.1 Τα οικολογικά σήματα
  - 1.4.2 Η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2°

#### ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

- 2.1 Ταξινόμηση ρύπων
- 2.2 Καπνός
  - 2.2.1 Παθητικό κάπνισμα
- 2.3 Ρυπαντές καύσεων
  - 2.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα
  - 2.3.2 Διοξείδιο του άνθρακα
  - 2.3.3 Διοξείδιο του θείου
  - 2.3.4 Διοξείδιο του αζώτου
- 2.4 Πτητικές οργανικές ενώσεις (VOC)
  - 2.4.1 Χλωροφόρμιο
  - 2.4.2 Τετραχλωράνθρακας
  - 2.4.3 Τριχλωροαιθάνιο
  - 2.4.4 Διχλωρομεθάνιο
  - 2.4.5 Τετραχλωροαιθυλένιο
  - 2.4.6 Τολουόλιο
  - 2.4.7 Βενζόλιο
  - 2.4.8 Βινυλοχλωρίδιο

- 2.4.9 Χλωροφθοράνθρακες
- 2.4.10 Παραδιχλωροβενζόλιο
- 2.4.11 Total VOC
- 2.5 Φορμαλδεΐδη
- 2.6 Ρύπανση βαρέων μετάλλων
- 2.6.1 Αμίαντος
- 2.6.2 Μόλυβδος
- 2.6.3 Μεταλλικές ίνες
- 2.7 Ραδόνιο
- 2.8 Βιολογικοί Ρυπαντές
- 2.8.1 Βακτήρια
- 2.8.2 Γύρη
- 2.9 Μούχλα και μύκητες
- 2.9.1 Μυκητοξίνες
- 2.10 Παρασιτοκτόνα, μικροβιοκτόνα, εντομοκτόνα, μυκητοκτόνα.
- 2.11 Σκόνη – σωματίδια και ίνες
- 2.12 Πλαστικά
- 2.12.1 Πλαστικοποιητές

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ – ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ**

- 3.1 Μονώσεις
- 3.2 Υλικά επίστρωσης δαπέδων
- 3.3 Υλικά που τοποθετούνται στις οροφές
- 3.4 Οικοδομική Ξυλεία
- 3.5 Οικοδομικά υλικά από ορυκτά
- 3.6 Συνθετικά υλικά
- 3.7 Μέταλλα
- 3.8 Υφάσματα και ταπετσαρίες
- 3.9 Έπιπλα
- 3.10 Βαφές - χρώματα
- 3.11 Θερμική και οπτική άνεση των κτιρίων
- 3.11.1 Θερμομόνωση του κελύφους
- 3.12 Ο φυσικός φωτισμός ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού
- 3.13 Φυσικός αερισμός
- 3.14 Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC)
- 3.14.1 Προβλήματα που εμφανίζονται στα συστήματα εξαερισμού
- 3.15 Μηχανικά μέσα καθαρισμού του εσωτερικού αέρα

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4°**

### **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ**

- 4.1 Παραδοσιακά, εναλλακτικά, ανακυκλωμένα υλικά
- 4.1.1 Παραδοσιακά υλικά
- 4.1.2 Εναλλακτικά δομικά προϊόντα
- 4.1.3 Δομικά υλικά από ανακυκλωμένα και δευτερογενή υλικά
- 4.2 Ενεργειακά συστήματα στο κτίριο
- 4.2.1 Φωτοβολταϊκά συστήματα
- 4.2.2 Ηλιακά συστήματα αέρος
- 4.2.3 Ηλιακά συστήματα υγρού
- 4.3 Παραδείγματα εφαρμογών οικολογικών κτιρίων
- 4.4 Οικολογία των αποβλήτων
- 4.5 Κατασκευαστικά απόβλητα
- 4.5.1 Ορισμός και ταξινόμηση
- 4.5.2 Μέθοδοι διάθεσης και ποσότητες των κατασκευαστικών αποβλήτων
- 4.5.3 Εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης, μείωση – επαναχρησιμοποίηση – ανακύκλωση
- 4.5.4 Πρακτικές οδηγίες για τα οικοδομικά απόβλητα

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°**

### **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

<p style="text-align: center;"><b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup></b> <b>ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΕΡΑ ΣΕ</b> <b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ</b> <b>ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ</b></p>
--

## **1.1 Γενικά περί των επιπτώσεων των κτιρίων στο περιβάλλον**

Καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής των κτιρίων από την κατασκευή, την χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση ως την κατεδάφιση τους έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της ζωής και την υγεία αυτών που τα κατοικούν όσο και των περιοίκων.

Ο κλάδος των κατασκευών καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλα και νερό) καθώς και ενέργειας. Το τσιμέντο, ο χάλυβας, το αλουμίνιο, το ξύλο, τα κεραμικά, τα συνθετικά, τα χρώματα, τα βερνίκια, οι οργανικοί διαλύτες και τα άλλα δομικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές χρειάζονται μεγάλες ποσότητες φυσικών πρώτων υλών και ενέργειας για την παραγωγή τους, τη μεταφορά και την ενσωμάτωσή τους στο κτίριο.

Η θέρμανση, ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού, ο τεχνητός φωτισμός, απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και συνεπάγονται άμεσες ή έμμεσες εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα.

Η ρύπανση του αέρα από τις ενεργειακές εκπομπές ενός κτιρίου έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή την συντήρηση και την ανακαίνιση των κτιρίων περιέχουν τοξικές ουσίες που ρυπαίνουν τον αέρα και τα νερά και προκαλούν βλάβες στην υγεία των ανθρώπων και στα φυσικά οικοσυστήματα.

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την κατασκευή ενός κτιρίου και η συνεπαγόμενη επέκταση του δομημένου έναντι του φυσικού περιβάλλοντος δεν είναι δυνατό να εξαιρεθούν πλήρως. Είναι όμως δυνατόν να περιορισθούν δραστικά με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την κατάλληλη επιλογή δομικών υλικών και ενεργειακών συστημάτων.

Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή την συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά οικονομικών περιβαλλοντικών και ενεργειακών παραμέτρων. Ο κύκλος εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και διακίνηση των δοκιμών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια επιλογής των υλικών έχουν μεγάλη σημασία.

Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα του εσωτερικού αέρα των κτιρίων και μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία αυτών που τα καταλαμβάνουν. Παράλληλα. Τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων και επηρεάζουν και το εξωτερικό περιβάλλον. Τέλος η διαδικασία παραγωγής των υλικών και ο κύκλος ζωής τους ως την τελική διάθεση έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικό περιβάλλον.

## 1.2 Γενική θεώρηση της κακής ποιότητας αέρα και στο περιβάλλον αλλά και σε εσωτερικούς χώρους κτιρίων

Θέτονται τα εξής ερωτήματα:

Από ποιους παράγοντες προκαλείται η κακή ποιότητα του αέρα εσωτερικών χώρων;

Ποιες δραστηριότητες και διαδικασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε κτίρια επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα;

Γιατί πρέπει η ποιότητα του εσωτερικού αέρα να βελτιωθεί;

Η ενεργειακή κατανάλωση κυρίως στα ελληνικά κτίρια είναι μεγάλη. Στα ελληνικά νοικοκυριά η κατανάλωση για θέρμανση είναι διπλάσια από ότι στη Σουηδία και αν ζούμε στη Μεσόγειο όπου το κλίμα είναι πιο ζεστό από αυτό των σκανδιναβικών χωρών. Ουσιαστικά αυτό οφείλεται στο ότι δεν έχουμε την κατάλληλη νομοθεσία για τη θερμική συμπεριφορά και προστασία των κτιρίων. Η ισχύουσα νομοθεσία είναι του 1979 ενώ οι συνθήκες έχουν αλλάξει κατά πολύ. Σήμερα χτίζουμε κτίρια που είναι θερμικά και ενεργειακά απροστάτευτα, με αποτέλεσμα να αυξάνεται δραματικά η ενεργειακή ζήτηση τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Ταυτόχρονα επειδή δεν έχουμε προδιαγραφές για τον τρόπο με τον οποίο αερίζουμε τα κτίρια μας ούτε και για τον τρόπο που τοποθετούμε τα υλικά έχουμε και ένα γιγάντιο πρόβλημα ποιότητας εσωτερικού αέρα με ότι συνεπάγεται αυτό για την υγεία μας. Έτσι η έλλειψη νομοθεσίας και γνώσης αφήνει απροστάτευτο τον πολίτη και είναι σημαντικό πρόβλημα όπως εξίσου σημαντικό πρόβλημα είναι και η παράλειψη υιοθέτησης νέων τεχνολογιών από τον κτιριακό και κατασκευαστικό τομέα στην Ελλάδα.

Κατά συνέπεια η κακή ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους αποτελεί μια από τις βασικές αιτίες που προκαλούν μείωση της αποδοτικότητας των εργαζομένων.

Έρευνες αποδεικνύουν ότι περίπου ένα ποσοστό 25% των κτιρίων γραφείων παρουσιάζουν πτωχή ποιότητα στον εσωτερικό τους αέρα. Το <<σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου>> (SBS) εμφανίστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '70 και χρησιμοποιήθηκε για να καταγραφεί μια μεγάλη ποικιλία συγκεκριμένων και μη παραπόνων των εργαζομένων κτίρια γραφείων. Τα συμπτώματα τα οποία ανέφεραν ήταν πονοκέφαλοι, ερεθισμοί στα μάτια, στη μύτη και στο λαιμό και γενικά κούραση και όλα αυτά είχαν άμεση σχέση με την παραμονή των ατόμων στα συγκεκριμένα κτίρια. Έχει αποδειχθεί πειραματικά ότι όλα αυτά τα συμπτώματα υποχωρούν ή ακόμα και εξαφανίζονται όταν τα άτομα αυτά μένουν μακριά από το κτίριο για κάποιο χρονικό διάστημα. Βέβαια τα παράπονα αυτά πολλές φορές μπορεί να προκαλούνται λόγω αλλεργιών, άγχους ή ακόμη και λόγω της μη ικανοποίησης του εργαζομένου από την φύση της ίδιας της εργασίας του.

Σύμφωνα με έκθεση της EPA ( U. S. Environmental Protection Agency 1991) η μόλυνση του εσωτερικού αέρα έχει αξιολογηθεί ως μια από τις πέντε πιο επικίνδυνες απειλές για την δημόσια υγεία.



Το 1976 καταλαβαίνοντας τη σοβαρότητα του προβλήματος της ατμοσφαιρικής μόλυνσης το συμβούλιο της Ευρώπης έδωσε τον ακόλουθο ορισμό:<< Ο αέρας θεωρείται μολυσμένος όταν η παρουσία μιας η περισσότερο ξένων ουσιών όταν μια αξιοσημείωτη αλλοίωση στην αναλογία των συστατικών του τον κάνει επικίνδυνο πιθανή πηγή διαταραχών για την υγεία των ανθρώπων που είναι αναγκασμένοι να τον αναπνέουν >>

Παράγοντες που συντελούν στην κακή ποιότητα του αέρα:

- Διοξείδιο του θείου
- Διοξείδιο του άνθρακα
- Μονοξείδιο του άνθρακα
- Μόλυβδος
- Στερεά απόβλητα

Παράγοντες που συντελούν στην κακή ποιότητα του αέρα:

- Ανεπαρκής αερισμός
- VOC's ( Volatile Organic Compounds ) = Πτητικές οργανικές ενώσεις
- Φορμαλδεΰδη
- Κάπνισμα
- Πλαστικοποιητές
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- Αέρια που προέρχονται από κατασκευαστικά υλικά και από την επίπλωση-διακόσμηση του κτιρίου.
- Πηγές καύσης
- Εκτεταμένη υγρασία
- Κακή συντήρηση του κτιρίου
- Εισπνεόμενες σκόνες και ίνες
- Αποσμητικά χώρων
- Κακές θερμοκρασιακές συνθήκες αλλά και συνθήκες υγρασίας του κτιρίου

Η ποιότητα του αέρα στον χώρο εργασίας έχει άμεση σχέση αφενός με το ίδιο το κτίριο σαν κατασκευή και αφετέρου με τις διαδικασίες και τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται μέσα στον χώρο αυτό. Επιγραμματικά αναφέρονται οι κάτωθι παράγοντες:

Αν το κτίριο είναι χτισμένο σε περιοχή όπου υπάρχουν χημικές ουσίες τότε υπάρχει πιθανότητα να εισχωρήσουν μέσα στο κτίριο και να μολύνουν τον αέρα.

Όσο αφορά τις γεωμορφολογικές ιδιαιτερότητες ανάλογα με τις θερμοκρασίες και τα ποσοστά υγρασίας που παρουσιάζει κάθε περιοχή αλλά και τα επίπεδα επιφανειακών χημικών ουσιών εμφανίζονται πολύ διαφορετικά τα προβλήματα του εσωτερικού αέρα.

Όσο αφορά την ηλικία του κτιρίου όσο πιο ‘γερασμένο’ είναι το κτίριο τόσο αυξάνεται η μόλυνση του εσωτερικού αέρα ως αποτέλεσμα της ανάπτυξης υγρασίας και μούχλας.

Όσο αφορά το πλήθος των εργαζομένων στο κτίριο συνήθως ο πληθυσμός των εργαζομένων αυξάνεται με τα χρόνια με αποτέλεσμα το υπάρχον σύστημα εξαερισμού να μην επαρκεί για τον αυξανόμενο αριθμό και να δημιουργούνται έντονα παραπονά και προβλήματα.

Για την μελέτη και κατασκευή του κτιρίου τίθονται ερωτήματα όπως: Ποιος ήταν ο αρχικός ρόλος του κτιρίου; Για ποσά άτομα είχε σχεδιασθεί; Ποιες μετατροπές έχει υποστεί μέχρι σήμερα; Πολλές φορές τα κτίρια χρησιμοποιούνται για κάτι εντελώς διαφορετικό από ότι αρχικά είχαν σχεδιασθεί. Ένα απλο παράδειγμα είναι ότι στις ενδιάμεσες μετατροπές έχουν μετακινηθεί χωρίσματα χωρίς να έχει ληφθεί υπ’ όψιν το θέμα του εξαερισμού (εισαγωγή φρέσκου αέρα – απαγωγή παλαιού).

Υπάρχουν κάποια συστήματα σχεδιασμού εγκαταστάσεων κλιματισμού αερισμού και θέρμανσης (HVAC). Τα συστήματα αυτά πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις (ASHRAE VENTILATION STANDARDS) ώστε η ποιότητα του αέρα να είναι αποδεκτή. Έτσι τα παλιά κτίρια θα πρέπει να εκσυγχρονίσουν τα συστήματα τους αυτά ενώ στα υπό κατασκευήν θα πρέπει να λυθεί πρόβλεψη για αύξηση του πληθυσμού τους μέσα στα επόμενα χρόνια.

Επίσης πολύ βασική είναι η τακτική συντήρηση αυτών των συστημάτων καθώς και ο σωστός χειρισμός τους.

Η καθαριότητα και η συντήρηση του κτιρίου αποτελούν το ‘κλειδί’ για την καλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα και είναι υποχρεωτικές. Η χρήση διαλυτικών και αρωματικών χημικών καθαριστικών προκαλούν έντονα προβλήματα οσμών και οδηγούν σε υψηλά επίπεδα μόλυνσης του αέρα. Επίσης ο μη τακτικός καθαρισμός της σκόνης και ειδικότερα των μοκετών μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αλλεργίες.

Αν ο εξωτερικός αέρας είναι μολυσμένος τότε η μόλυνση αυτή θα μεταφερθεί και στο εσωτερικό του κτιρίου. Βιομηχανικά απόβλητα, μόλυνση που οφείλεται στην κυκλοφορία οχημάτων είναι οι πιο συχνές εστίες μόλυνσης οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Όσο αφορά τις ανακαινίσεις τα υλικά που χρησιμοποιούνται αλλά και οι διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα σε αυτές τις περιπτώσεις οδηγούν σε αυξημένα επίπεδα μόλυνσης.

Επίσης τα καινούργια έπιπλα αλλά και καινούργιες διακοσμητικές επενδύσεις απελευθερώνουν πτητικές οργανικές ενώσεις. Επίσης είναι πιθανόν να δεσμεύουν ρυπαντικές ουσίες τις οποίες να τις απελευθερώνουν αργότερα.

Πολλά πράγματα που έχουν άμεση σχέση με τους ανθρώπους που δουλεύουν σ' ένα κτίριο επιδρούν στην ποιότητα του αέρα όπως τα αρώματα κάποιες παθήσεις που μπορεί να έχουν αλλά ακόμα και η ίδια η αναπνοή τους.

Αν μέσα στις δραστηριότητες των εργαζομένων υπάρχει η χρήση φωτοτυπικών μηχανημάτων, διαλυτικών υγρών, παρασιτοκτόνων και αν οι εργαζόμενοι καπνίζουν όλα αυτά επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα του εσωτερικού αέρα του κτιρίου.

Ιδιαίτερα σήμερα ο αέρας στις πόλεις μας, μικρές ή μεγάλες είναι ανθυγιεινός και αποτελεί σοβαρότατο κίνδυνο για την υγεία μας.

Ο κύριος λόγος για τον οποίο θα πρέπει τα κτίρια γραφείων να έχουν καλή ποιότητα αέρα είναι για να προστατεύουν την υγεία των εργαζομένων που βρίσκονται σ' αυτά. Εάν λαμβάνονται μετρά πρόληψης για την βελτίωση της ποιότητας του αέρα σίγουρα θα προκύψουν σημαντικά οικονομικά οφέλη και για την ίδια την εταιρεία. Επιπλέον είναι εξίσου σημαντική και η ποιότητα των κτιρίων που ζούμε διότι κατά αυτό τον τρόπο εκτός από τα οικονομικά οφέλη θα αυξήσουμε τον μέσω όρο ζωής και θα βελτιώσουμε την υπογεννητικότητα.

Κατά την κατασκευή ενός κτιρίου πρέπει αρχικά να ελέγχεται το έδαφος όπου αυτό θεμελιώνεται όχι μονό για τεχνικούς λόγους αλλά και για να διαπιστωθεί αν το συγκεκριμένο υπέδαφος περιέχει οργανικές χημικές ενώσεις ραδόνιο ή αλλά ύποπτα στοιχεία. Πολλά κτίρια αντιμετωπίζουν προβλήματα στην ποιότητα του εσωτερικού τους αέρα λόγω του ότι βρίσκονται πάνω σε μολυσμένο έδαφος. Επίσης σημαντικό ρολό παίζει και η ποιότητα του εξωτερικού αέρα που περιβάλλει το κτίριο. Η μόλυνση λόγω της κίνηση των οχημάτων.

Εάν δεν είναι εφικτή η αλλαγή τοποθεσίας θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ειδικά φίλτρα ώστε ο αέρας που εισάγεται στο κτίριο να μην είναι μολυσμένος. Επίσης θα πρέπει να αποφεύγεται η κατασκευή κτιρίων κοντά σε πηγές νερού δηλαδή κοντά σε αποξηραμένες λίμνες ή ποταμιά αφού η πλεονάζουσα ποσότητα νερού στο υπέδαφος είναι δυνατόν να εισβάλλει στο κτίριο με τη μορφή υγρασίας και μούχλας.

Παρά πολύ μηχανικοί αλλά και αρχιτέκτονες παραβλέπουν στις μελέτες τους την σωστή υγιεινή του κτιρίου είτε από αφέλεια είτε από οικονομικά οφέλη με αποτέλεσμα πολλοί παράγοντες να συντελούν στην κακή ποιότητα αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου εάν δεν ληφθούν υπ' όψιν στην μελέτη του. Αναλυτικότερα το ποία θα είναι η χρήση του κτιρίου, τι είδους δραστηριότητες θα λαμβάνουν χωρά και ποσά άτομα πρόκειται να απασχολούνται είναι ερωτήματα που αν δεν ληφθούν υπόψη σίγουρα θα προκύψουν προβλήματα στο μέλλον. Τα κτίρια θα πρέπει να σχεδιάζονται ώστε να έχουν επαρκή αερισμό για τον πληθυσμό και τις δραστηριότητες που πρόκειται να αναπτυχθούν. Το σύστημα αερισμού θα πρέπει να σχεδιάζεται με προοπτική αύξησης του αριθμού των εργαζομένων

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό της στέγης, η σωστή μελέτη και κατασκευή είναι απαραίτητη ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι πιθανότητες εισροής υδάτων στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς επίσης και κατάλληλη επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή.

Η θεμελίωση είναι αρκετά σημαντική ώστε να προληφθεί η εισροή υδάτων από το υπέδαφος. Επιλογή οικοδομικών υλικών να έχουν χαμηλά ποσοστά επικινδύνων συστατικών να αποτρέπουν την ανάπτυξη μούχλας σε συνήθεις συνθήκες και να μην ελκύουν ανεπιθύμητες χημικές ενώσεις.

Ο καλύτερος τρόπος για να αποφευχθούν μελλοντικά τα προβλήματα ποιότητας αέρα σ' ένα κτίριο είναι να ληφθούν υπόψη κάποιοι παράγοντες από την κατασκευή του αφού μπορούν να προβλεφθούν πολλά πράγματα ώστε να προκύψει ένα <<υγιές>> κτίριο.

Είναι πολύ σημαντικό ακόμη πριν την εκσκαφή του εδάφους για την θεμελίωση του οικοδομήματος να γνωρίζουμε την φύση και την σύσταση του υπεδάφους. Κι αυτό γιατί συχνά μπορεί να υπάρχουν πολλά χημικά στοιχεία ή ραδόνιο στο έδαφος τα οποία εισβάλλουν στο εσωτερικό του κτιρίου.

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για την αποφυγή κακής ποιότητας αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου είναι να γίνει κατάλληλη επιλογή της επίπλωσης και των οικοδομικών υλικών χωρίς άμεσο ενδιαφέρον το κόστος, τα οποία να διαχέουν όσο το δυνατό λιγότερο μολυσμένο αέρα. Ακόμη θα πρέπει να διαπιστωθεί ότι το κτίριο έχει σχεδιασθεί ώστε να εξοικονομείται ενεργεία και ότι έχει κατάλληλο σύστημα αερισμού ικανό να διοχετεύει αρκετό φρέσκο αέρα.

Θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία κατά τον σχεδιασμό της στέγης και των παραθύρων και ο κατασκευαστής πρέπει να εστιάσει στην ελαχιστοποίηση της συσσώρευσης υγρασίας στην στέγη και των εισροών νερού γύρω από τα παράθυρα.

Το σκυρόδεμα σαν οικοδομικό υλικό είναι ένα από τα ιδανικότερα υλικά για άτομα που είναι ευαίσθητα στα χημικά. Βεβαία στο σκυρόδεμα κατά περίπτωση μπορεί να προστίθενται διαφορά μυκητοκτόνα, μικροβιοκτόνα ή εντομοκτόνα τα οποία μπορεί μελλοντικά να ελκύσουν αέρια στο εσωτερικό του κτιρίου. Για αποφυγή του συγκεκριμένου προβλήματος θα πρέπει το σκυρόδεμα να περιέχει τις ελάχιστες ποσότητες αυτών των χημικών ή να κατασκευάζεται κατάλληλη μόνωση ώστε να ελαχιστοποιούνται αυτές οι εκπομπές. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή όμως, και στα μονωτικά υλικά τα οποία και αυτά μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο.

Επίσης θα πρέπει να γίνεται σωστή επιλογή των οικοδομικών υλικών και της επίπλωσης ώστε να κρατούν τα επίπεδα της μόλυνσης του αέρα στα κατώτατα όρια. Για παράδειγμα, πρέπει τα έπιπλα τα ερμάρια και τα πατώματα να κατασκευάζονται από συμπαγή ξυλά και όχι τεχνητά πεπιεσμένα καθώς τα συγκεκριμένα ελκύουν ποσότητες φορμαλδεΐδης. Ακόμη δεν θα πρέπει να λουστράρονται ή να γυαλίζονται αφού εισαχθούν στο κτίριο αλλά να έρχονται ήδη έτοιμα από το εργαστήριο.

Ακόμη ταπετσαρίες, κουρτίνες και υφάσματα που πιθανόν αφορούν την εσωτερική διακόσμηση του κτιρίου θα πρέπει να χρησιμοποιούνται με φειδώ αφού είναι η κύριες εστίες συγκέντρωσης σκόνης και εκπομπής πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC's). Θα πρέπει να γίνεται τακτικός καθαρισμός τους ώστε να απομακρύνεται σκόνη και υγρασία που πιθανόν αναπτύσσεται στα συγκεκριμένα σημεία και αποτελούν εστίες μόλυνσης. Πατώματα και τοίχοι κατασκευασμένοι από σκυρόδεμα μπορεί να παρουσιάσουν υγρασίες και να οδηγήσουν στην ανεπιθύμητη εμφάνιση μούχλας και ανάπτυξη μυκήτων.

Για να περιοριστεί αυτή η υγρασία θα πρέπει να γίνουν κατάλληλα αποστραγγιστικά έργα περιμετρικά της θεμελίωσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ύπαρξη κατάλληλης έκτασης γύρω από το κτίριο ώστε να διοχετευθούν τα υπόγεια νερά μακριά από τη βάση του κτιρίου και να ελαχιστοποιηθεί έτσι η πιθανότητα φθορών λόγω των υπογείων υδάτων στο κτίριο αλλά η ανάγκη αντιμετώπισης της εμφάνισης ανθυγιεινών μικροοργανισμών. Επίσης θα πρέπει να τοποθετηθεί ένα στρώμα βότσαλου και μόνωση πολυαιθυλενίου κατά της υγρασίας κάτω από την πλακά προστατεύοντας έτσι το σκυρόδεμα με μια στρώση άμμου. Επιπλέον η υγρασία η οποία εμφανίζεται στις εξωτερικές επιφάνειες του σκυροδέματος (στις όψεις του κτιρίου) θα πρέπει να γίνει καταπολεμείται με ειδική μόνωση

Πολύ βασικό είναι να γίνει κατάλληλη επιλογή των μηχανημάτων που θα τοποθετηθούν στις εγκαταστάσεις κλιματισμού και αερισμού ώστε να πληρούν συγκεκριμένες προδιαγραφές.

Τα χαλιά, τα έπιπλα, οι κόλλες και τα χρώματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να εκπέμπουν όσο το δυνατό λιγότερες επιβλαβείς ουσίες. Κατά την τοποθέτηση των μοκετών θα πρέπει πρώτα να έχουν αερισθεί καλά και να αποφεύγεται η χρήση κολλητικών ουσιών ή οποιονδήποτε βερνικιών. Όσον αφορά τις υδραυλικές εγκαταστάσεις θα πρέπει να προτιμάται η χρήση χαλκοσωλήνων παρά PVC (οι αμιαντοσωλήνες έχουν πλέον καταργηθεί). Υστέρα από μια ανακαίνιση τα παραπονά για την κακή ποιότητα του αέρα εμφανίζονται αυξημένα. Πολλές διαλυτικές ουσίες χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια των εργασιών, τα οποία ελκύουν οσμές που δεν υποχωρούν γρήγορα, και τα παρατηρούνται έντονοι ερεθισμοί στους εργαζομένους που ανακαταλαμβάνουν το χώρο. Πολλοί κατασκευαστές κατά τη διάρκεια τέτοιων εργασιών δεν λαμβάνουν κανένα μέτρο για την προστασία των φίλτρων εξαερισμού και κλιματισμού από τις μεγάλες ποσότητες σκόνης που πρόκειται να παραχθούν. Έτσι η σκόνη και οι δυσάρεστες οσμές από τα χημικά που χρησιμοποιούνται ανακυκλώνονται μέσα από αυτά τα συστήματα και μολύνουν όλες τις επιφάνειες και τον εσωτερικό αέρα.

Κατά τη διάρκεια τέτοιων εργασιών θα πρέπει, αν είναι εφικτό να απομακρυνθεί το προσωπικό από αυτούς τους χώρους μέχρι το πέρας των εργασιών και να γίνει σχολαστικός καθαρισμός του χώρου. Επίσης θα πρέπει να αντικαθίστανται τα φίλτρα πιο συχνά μετά από μια ανακαίνιση και να γίνει

σωστή επιλογή της ποιότητας των χρωμάτων και των διαλυτικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, αφού αποτελούν πηγές μόλυνσης του εσωτερικού αέρα ακόμα και έξι μήνες μετά τις εργασίες. Αυτές οι ουσίες θα πρέπει να φυλάσσονται σε καταλλήλους χώρους.

Εάν είναι εφικτό μετά το πέρας των οικοδομικών εργασιών θα πρέπει το σύστημα εξαερισμού να τεθεί σε πλήρη λειτουργία για τουλάχιστον μια εβδομάδα ώστε να απομακρυνθούν οι ανεπιθύμητες οσμές και ο χώρος να καθαριστεί σχολαστικά, προτού επιστρέψουν οι εργαζόμενοι, με υγρό καθαρισμό και σκούπισμα σε όλες τις επιφάνειες.

### **1.3 Ρύπανση και υγεία**

Συμφωνά με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, υγεία είναι η κατάσταση πλήρους φυσικής, πνευματικής και κοινωνικής ευεξίας και όχι απλώς η απουσία ασθένειας. Με απλούστερα λόγια ρύπανση είναι η μόλυνση (ανεπιθύμητη μεταβολή) του περιβάλλοντος μέσα στο οποίο ζει ο άνθρωπος ή η μετατροπή του καθαρού περιβάλλοντος σε ρυπασμένο με αποτέλεσμα να βλάπτεται η υγεία του ανθρώπου.

Ο πρώτος παράγοντας που καθορίζει τη σχέση μεταξύ ρύπανσης και υγείας είναι το ύψος των συγκεντρώσεων των ρυπαντών που είναι απαραίτητες για να υπάρξουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Όσο υψηλότερη η συγκέντρωση τόσο μεγαλύτερη γίνεται η επικινδυνότητα της.

Ο δεύτερος παράγοντας είναι ο χρόνος έκθεσης των ανθρώπων στους ρυπαντές. Σε αυτήν την περίπτωση πράγμα που ισχύει και για την προηγούμενη υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα και δεν έχει προσδιορισθεί ακόμη το χρονικό διάστημα της έκθεσης που έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων υγείας. Επίσης δεν έχει ακόμη προσδιορισθεί μετά από πόσο χρόνο εκδηλώνονται τα συμπτώματα μιας ασθένειας.

Τρίτος παράγοντας είναι ο ίδιος ο άνθρωπος αφού κάθε οργανισμός αντιδρά διαφορετικά. Γενικά η αντίσταση των ανθρώπων στη ρύπανση διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία τους με την υπάρχουσα κατάσταση της υγείας τους, την κληρονομικότητα, την ιδιοσυγκρασία τους και τις ψυχοκοινωνικές τους καταβολές.

Τέταρτος παράγοντας είναι αιτίες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός τα εργονομικά προβλήματα και η κακή χρήση, λειτουργία και συντήρηση των εσωτερικών χώρων.

Τα προβλήματα υγείας που εμφανίζονται στους απασχολούμενους στα κτίρια γενικά χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

Στα συμπτώματα τα οποία σχετίζονται με το κτίριο που συχνά καλείται ως το <<σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου>>. Τα συμπτώματα αυτά είναι γενικής φύσεως και αφορούν ενοχλήσεις στα ματιά, τον λαιμό και την μύτη. Δυστυχώς δεν υπάρχουν συγκεκριμένες ιατρικές εξετάσεις οι οποίες να πιστοποιούν ότι τα συμπτώματα αυτά οφείλονται στην κακή ποιότητα του αέρα.

Σε αντίθεση με την προηγούμενη περίπτωση οι ασθένειες που εμφανίζονται είναι σοβαρές και δεν αποτελούν μια απλή ενόχληση και είναι αναγνωρίσιμες με κλινικές εξετάσεις. Τα συμπτώματα δεν είναι ορατά εξ'αρχής και μπορεί να περάσει αρκετό χρονικό διάστημα μέχρι να διαπιστωθούν όπως για παράδειγμα ο καρκίνος του πνεύμονα ύστερα από παρατεταμένη έκθεση σε ραδόνιο. Οι νόσοι που εμφανίζονται μπορεί να προέρχονται από δηλητηρίαση από τοξικές ουσίες (έκθεση σε μονοξειδίο του άνθρακα), μπορεί να είναι μεταδοτικές (νόσος των Λεγεωνάριων) ή ακόμη και να είναι αλλεργικού τύπου(άσθμα, αλλεργικό συνάχι, κλπ).

Το τελευταίο καλοκαίρι η θερμοκρασία έφτασε στους 42 με 43 βαθμούς Κελσίου ενώ μεγάλο μέρος του καλοκαιρίου πέρασε με θερμοκρασίες πάνω από τους 34 βαθμούς, σε όλα τα σπίτια με κατοίκους χαμηλών εισοδημάτων.Ενώ μέχρι στιγμής σε αυτή τη χώρα συζητάμε για θέματα βιωσιμότητας στην πραγματικότητα πολύ γρήγορα θα μιλάμε για επιβιωσιμότητα .Αν ο καύσωνας το περασμένο καλοκαίρι είχε διαρκέσει μερικές ημέρες παραπάνω θα είχαμε σύμφωνα με τα επιστημονικά πορίσματα-πάνω από 10.000 νεκρούς. Και αν δεν συμβεί του χρόνου την επόμενη πενταετία κανείς δεν ξέρει τι μπορεί να συμβεί. Άρα δεν είναι μόνο ότι η Ελλάδα πληρώνει πολύ ακριβά την ενεργειακή σπατάλη που οφείλεται στα <<τρύπια κτίρια>>αλλά το πρόβλημα αρχίζει να γιγαντώνεται και να παίρνει πλέον και κοινωνική μορφή.

Από τον κανόνα που ισχύει για τις κατοικίες δεν ξεφεύγουν και τα δημόσια κτίρια, που σπαταλάνε τεράστια ενεργεία. Το Πανεπιστήμιο Αθηνών αποφάσισε να κάνει ενεργειακή αναβάθμιση όλων των κτιρίων του και για το σκοπό αυτό ξοδεύει ένα γιγάντιο ποσό. Ελάχιστες είναι οι φωτεινές εξαιρέσεις με σημαντικούς επενδυτές και εταιρίες να καταλαβαίνουν ότι η ενεργειακή τους κατανάλωση πρέπει να μειωθεί και ότι δεν θα μπορούν σε λίγο να λειτουργήσουν αν δεν έχουν φθηνή ενέργεια. Οι περισσότεροι από αυτούς θα αναγκαστούν –κάτω και από την πίεση των κλιματικών αλλαγών-να πάρουν μέτρα αργότερα μόνο που θα χρειαστεί να τα πληρώσουν έως και 15 φορές ακριβότερα.

Για να ξεπεράσουμε αυτά τα προβλήματα χρειάζεται η Ελλάδα να υιοθετήσει την ευρωπαϊκή οδηγία για την ενεργειακή ποιότητα των κτιρίων. Αυτό είναι και το πρώτο μεγάλο βήμα. από εκεί και ύστερα χρειάζεται η ευαισθητοποίηση του κόσμου ώστε να μπορέσει να αντιστραφεί ο σημερινός

προσανατολισμός του κατασκευαστικού τομέα γιατί όπως είναι γνωστό η αγορά προσαρμόζεται στις ανάγκες του καταναλωτή.

Μια τρίτη προϋπόθεση για να αλλάξει το ενεργοβόρο προφίλ των κτιρίων μας είναι να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση σε θέματα περιβάλλοντος από όλους όσους εμπλέκονται στην κατασκευή των κτιρίων (από μηχανικούς, σχεδιαστές). Η αναβάθμιση του κτιριακού περιβάλλοντος έχει να κάνει με την ίδια την πόλη οπότε χρειάζεται συνολική και όχι μεμονωμένη επέμβαση στο πρόβλημα. Από εκεί και πέρα απομένουν οι επεμβάσεις στα κτίρια. Στα νέα κτίρια θα πρέπει να προσεχτεί η θωράκιση του κελύφους πράγμα για το οποίο θα απαιτηθούν σωστά μονωτικά υλικά και μόνωση, σωστά τζάμια, σωστός αερισμός, σωστός φωτισμός και κατάλληλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας καθώς επίσης υψηλής απόδοσης θερμικά και κλιματιστικά στοιχεία..

### **1.3.1 Η νόσος των Λεγεωνάριων**

Το 1976 σε μια αμερικάνικη λεγεώνα η οποία βρισκόταν σε ένα ξενοδοχείο στην Φιλαδέλφεια εμφανίστηκε πνευμονία σε 182 άτομα εκ των οποίων τα 29 απεβίωσαν από την άγνωστη για εκείνη την εποχή ασθένεια. Τελικά το βακτήριο που ήταν υπεύθυνο για την συγκεκριμένη ασθένεια απομονώθηκε και η νόσος ονομάστηκε νόσος των Λεγεωνάριων. Η πηγή αυτού του βακτηρίου εντοπίστηκε στο σύστημα εξαερισμού του ξενοδοχείου.

Συμφωνά με επιστημονικές έρευνες από 8000 έως 18000 άτομα προσβάλλονται από αυτήν την νόσο κάθε χρόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής. Πολλοί άνθρωποι είναι δυνατόν να προσβληθούν από το βακτήριο της Λεγεώνας και να εμφανίσουν πολύ ήπια συμπτώματα ή ακόμη και καθόλου. Ένα ποσοστό 5-30% που προσβάλλεται από τη νόσο πεθαίνει. Η περίοδος επώασης της νόσου κυμαίνεται από 2 έως 10 ημέρες. Το συγκεκριμένο βακτήριο αναπτύσσεται σε ζεστό και υγρό περιβάλλον και μπορεί να επιβιώσει για αρκετούς μήνες υπό τις συγκεκριμένες συνθήκες. Το πιο επικίνδυνο μέρος να αναπτυχθεί το βακτήριο αποτελεί το σύστημα εξαερισμού του κτιρίου όπου και μετά το διαχέει στο εσωτερικό αέρα που εισπνέουν οι απασχολούμενοι άνθρωποι σε αυτό. Επίσης έχει εντοπισθεί σε συστήματα κλιματισμού, υγραντήρες, θερμοσίφωνες, βρύσες, ντουζιέρες, και σε υδραυλικές εγκαταστάσεις, κλπ.

Το βακτήριο της νόσου των Λεγεωνάριων πρέπει να προσβάλλει τους ανθρώπινους πνεύμονες ώστε να αναπτυχθεί η ασθένεια. Αυτό μπορεί να συμβεί με την εισπνοή μολυσμένων σωματιδίων και δεν μεταδίδεται από άνθρωπο σε άνθρωπο. Επίσης μπορεί κάποιος να μολυνθεί από το βακτήριο της Λεγεωνέλας αλλά να μην νοσήσει. Αυξημένη επικινδυνότητα παρουσιάζουν άνθρωποι άνω των 50 ετών χωρίς αυτό να σημαίνει ότι δεν εμφανίζεται σε όλες τις ηλικίες άτομα με επιβαρυνμένο ανοσοποιητικό σύστημα όπου η αντίδραση τους στη νόσο είναι μειωμένη όπως άνθρωποι που πάσχουν από καρκίνο, τον ίο του AIDS ή με χρόνια προβλήματα στο ήπαρ, καπνιστές, άτομα εθισμένα στο αλκοόλ και σε διαβητικούς.



Τα συνήθη συμπτώματα που παρουσιάζονται είναι πονοκέφαλος, μυικοί πόνοι, υψηλός πυρετός, ρίγη, βήχας, κόπωση, ανορεξία, ναυτία, διάρροια, απώλεια μνήμης, σύγχυση, παραισθήσεις. Η πλήρης ανάρρωση μπορεί να πάρει αρκετές εβδομάδες.

Το βακτήριο της Λεγεωνέλας μπορεί να μειωθεί με σωστή επιθεώρηση και καθαρισμό των σωληνώσεων – αεραγωγών τουλάχιστον μια φορά τον χρόνο, με χρήση απολυμαντικής ουσίας στα επικίνδυνα σημεία (χλωρίνη). Επιπλέον με σωστό καθαρισμό των φίλτρων στα κλιματιστικά και περιοδική αντικατάστασή τους, Τακτικό καθαρισμό δεξαμενών νερού, τακτική επιθεώρηση στις υδραυλικές εγκαταστάσεις ώστε να αποφεύγονται τα λιμνάζοντα νερά και συντήρηση των υγραντήρων σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών.

### **1.3.2 Το σύνδρομο του <<άρρωστου κτιρίου>> (SBS : sick building syndrome)**

Άτομα που ασχολούνται στο κτίριο παραπονιούνται για ερεθισμούς στα ματιά, στη μύτη και στο λαιμό, για πονοκεφάλους, ζαλάδες και δυσκολία στην συγκέντρωση. Τα συμπτώματα αυτά υποχωρούν μετά την απομάκρυνση τους από το κτίριο και δεν είναι γνωστή η αιτία που τα προκαλεί.

Τα παράπονα αυτά άρχισαν να αυξάνονται μετά το εμπόργκο του πετρελαίου το 1973. Τότε άρχισε η συστηματική χρήση συστημάτων κλιματισμού, μονωτικών υλικών και κλείσιμο των παραθύρων στα κτίρια με αποτέλεσμα την μείωση εισαγωγής φρέσκου αέρα του κακού αερισμού των χώρων άρα και την μόλυνση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους. Παράλληλα αναπτύχθηκε η χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών αλλά και καινούριας τεχνολογίας συστημάτων στον χώρο εργασίας οπότε αυξήθηκε και ο χρόνος παραμονής των υπαλλήλων στους χώρους γραφείων.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα συμπτώματα αυτά παρουσιάζονται σε κτίρια με τεχνητό και όχι φυσικό αερισμό. Συμφωνά με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ), ένα στα τρία ανακαινισμένα κτίρια εμφανίζει προβλήματα στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα (IAQ), τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα με την μείωση της αποδοτικότητας των εργαζομένων, πτώση του ηθικού ακόμα και με αδικαιολόγητη απουσία από το χώρο εργασίας.

Παρ' όλες τις έρευνες που έχουν γίνει τα τελευταία 20 χρόνια σε περιπτώσεις SBS οι αιτίες πρόκλησης δεν έχουν πιστοποιηθεί σε ποσοστό πάνω από το 75%. Πολλά από αυτά τα κτίρια συμπεριλαμβανομένων σχολείων, κυβερνητικών κτιρίων και νοσοκομείων είχαν εξειδικευμένα συστήματα αερισμού και κλιματισμού. Στα καινούρια ή αναπαλαιωμένα – ανακαινισμένα κτίρια είναι πολύ συχνές οι αναφορές προβλημάτων ποιότητας

αέρα κατά τους πρώτους 6 μήνες. Τα προβλήματα αυτά σε πολλές περιπτώσεις οφείλονται στην έκλυση πτητικών οργανικών ουσιών (VOC's) από τα οικοδομικά υλικά και από την εσωτερική επίπλωση – διακόσμηση. Στα παλαιότερα κτίρια τα προβλήματα έχουν άμεση σχέση με τη μούχλα που μπορεί να έχει αναπτυχθεί στο κτίριο με την ποιότητα του αέρα στην γύρω περιοχή και με τα διαφορά μηχανήματα που μπορεί να χρησιμοποιούνται εντός κτιρίου. Τα συμπτώματα που εμφανίζονται μπορεί να είναι πονοκέφαλος, ιγμορίτιδα, φτέρνισμα, ξηρότητα στα ματιά, ζαλάδες ακόμη και νευρολογικά προβλήματα

### **1.3.3 Ο πυρετός των υγραντών**

Ο πυρετός των υγραντών ή πυρετός ύγρανσης προκαλείται από το μολυσμένο αέρα των συσκευών ύγρανσης και των συστημάτων κλιματισμού κλειστών χώρων όταν αυτοί διαθέτουν συσκευές ελέγχου της υγρασίας. Είναι μια ασθένεια η οποία μοιάζει με γρίπη, χωρίς να προκαλεί σημαντικά πνευμονικά προβλήματα διαρκεί 24 ώρες και μετά υποχωρεί. Πιθανότατα να οφείλεται σε βακτηριακές τοξίνες, σε μύκητες ή σε αμοιβάδες που βρίσκονται στις δεξαμενές νερού των υγραντών και των συστημάτων κλιματισμού.

### **1.3.4 Χημική πολυευαισθησία (ολική αλλεργία)**

*Συνιστάται σε μια αλλεργική αντίδραση όχι σε ένα αλλά σε πολλά αλλεργιογόνα συγχρόνως, γι' αυτό και ονομάζεται ολική αλλεργία. Η παθογένεσή της δεν έχει προσδιοριστεί και τα άτομα που πάσχουν υποφέρουν από ενοχλήσεις σε πολλά συστήματα του οργανισμού τους. Τα αλλεργιογόνα αεροβιούν στον αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος και μεταφέρονται. Πολλοί πιστεύουν ότι η χημική πολυευαισθησία οφείλεται σε ψυχολογικούς λόγους και σε νευροφυτικές διαταραχές, αλλά η επικρατούσα άποψη είναι ότι οι ψυχολογικές αντιδράσεις των ασθενών οφείλονται στη νόσο.*

### **1.3.5 Πνευμονίτιδα υπερευαισθησίας**

Είναι γνωστή ως αλλεργική κυψελίτιδα και είναι πνευμονική ασθένεια που προσβάλλει άτομα υπερευαίσθητα σε διαφορά αερόβια αντιγόνα. Εκδηλώνεται σε άτομα που διαβιούν μέσα σε κλειστούς χώρους που έχουν συστήματα κλιματισμού και ύγρανσης και αποδίδεται στη ρύπανση αυτών των συστημάτων με βακτήρια και μύκητες. Τα συμπτώματα της είναι βήχας, δύσπνοια, ρίγος, κούραση και υψηλός πυρετός και εκδηλώνεται ύστερα από μήνες. Η διάγνωση της είναι δύσκολη γιατί τα συμπτώματα μοιάζουν με εκείνα πολλών κοινών ασθενειών και η θεραπεία της πρέπει να γίνεται από ειδικευμένους γιατρούς στις περιβαλλοντικές ασθένειες.

### 1.3.6 Άσθμα

Το άσθμα που προκαλείται από την παρουσία μικροσκοπικών σωματιδίων στους πνεύμονες και στους βρόγχους. Το άσθμα αποτελεί μια από τις κοινές ασθένειες που προσβάλλουν τους πνεύμονες και έχει άμεση σχέση με τη μόλυνση του εσωτερικού αέρα. Είναι μια σοβαρή πνευμονική ασθένεια η οποία προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα. Τα άτομα που πάσχουν από άσθμα έχουν πολύ ευαίσθητες αναπνευστικές διόδους οι οποίες κλείνουν μερικώς όταν εκτίθενται σε υλικά που τις ερεθίζουν. Με αποτέλεσμα να εμφανίζεται πόνος στο στήθος, βήχας, και φτέρνισμα. Ο αριθμός των ατόμων που πάσχουν από άσθμα έχει αυξηθεί παγκοσμίως κατά τη διάρκεια των δυο τελευταίων δεκαετιών. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι αυτή η αύξηση οφείλεται στην αλλαγή της ποιότητας του αέρα. Το άσθμα εμφανίζεται σε όλες τις ηλικίες αλλά πιο συχνά εμφανιζόμενο είναι στα παιδιά.

Επικίνδυνοι παράγοντες για την δημιουργία άσθματος είναι ο κρύος αέρας, ο καπνός από τα τσιγάρα, η καύση των ξύλων, μπογιές, χρώματα, αποσμητικά, σπρέι, ταλκ σε σκόνη, αρώματα, κολόνιες, σκόνη, γύρη, αποσμητικά χώρων, κοινό κρυολόγημα και καθαριστικά. Ο καλύτερος τρόπος για να ελεγχθεί αυτή η ασθένεια είναι η προσπάθεια αποφυγής των παραπάνω παραγόντων. Στην αντίθετη περίπτωση τα αναπνευστικά προβλήματα γίνονται μόνιμα αφού δυστυχώς δεν υπάρχει αποτελεσματική θεραπεία κατά του άσθματος. Οι φαρμακευτικές αγωγές βοηθούν μόνο στην μερική αντιμετώπιση των συμπτωμάτων και όχι της ίδιας της ασθένειας. Οι τρόποι αντιμετώπισης του άσθματος είναι η μείωση ποσοστού υγρασίας στα επιθυμητά όρια για τον άνθρωπο(40-60%),ο σχολαστικός καθαρισμός στους χώρους παραμονής .η απαγόρευση καπνίσματος, η προσοχή στα υλικά που βρίσκονται στους χώρους αυτούς και ειδικότερα στις ουσίες που απελευθερώνουν και η τακτική και σχολαστική συντήρηση στα συστήματα αερισμού και κλιματισμού.

## 1.4 Η νομοθετική προσέγγιση για τα μέσα προστασίας

Η νομοθετική προσέγγιση για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της ρύπανσης εμπίπτει στην αρμοδιότητα της Πολιτείας και συνιστάται στη λήψη νομοθετικών μέτρων και κανονιστικών αποφάσεων που καθορίζουν τα μέτρα της πρόληψης και της αντιμετώπισης. Τα μέτρα αυτά συνήθως αναφέρονται στον καθαρισμό των ορίων ασφαλείας και επικινδυνότητας των ρυπαντών, στην απαγόρευση της χρήσης ρυπαντών που υπερβαίνουν αυτά τα όρια, στον καθαρισμό των επιβλαβών επιπτώσεων του κάθε ρυπαντή, στην απαγόρευση της ελεύθερης διάθεσης τοξικών χημικών, στην υποχρέωση αναγραφής στην συσκευασία του κάθε βιομηχανικού ρυπαντή της χημικής σύστασης του, των επιβλαβών επιπτώσεων του, της ημερομηνίας λήξης του και των οδηγιών χρήσης του.

Η νομοθεσία για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της ρύπανσης έρχεται συχνά σε αντίθεση με τα συμφέροντα των επιχειρήσεων που παράγουν προϊόντα που περιέχουν ρυπαντές (ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, φάρμακα, καλλυντικά, τρόφιμα κλπ.), οι οποίες αμφισβητούν τα δεδομένα πάνω στα οποία στηρίζεται η νομοθεσία και προσφεύγουν στα δικαστήρια για ακύρωση μέτρων ή αποζημιώσεις. Ακόμη, πρέπει να σημειωθεί ότι η νομοθεσία για την ρύπανση δεν είναι ενιαία για όλες τις χώρες. Για παράδειγμα η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης δέχεται ότι κάθε χημικό είναι επικίνδυνο μέχρι να αποδειχθεί ασφαλές ενώ η νομοθεσία των Η.Π.Α δέχεται ότι κάθε χημικό είναι ασφαλές μέχρι να αποδειχθεί επικίνδυνο.

Υπάρχουν διαφορές και στον καθορισμό των ορίων ασφαλείας αλλά και στη χρήση των ρυπαντών. Στις Η.Π.Α επιτρέπεται η παραγωγή επικίνδυνων χημικών αλλά απαγορεύεται η χρήση τους μέσα στη χώρα και παράγονται για να εξαχθούν σε τρίτες χώρες με ελαστικότερη για τη ρύπανση νομοθεσία. Στη χώρα μας η αντιρρυπαντική νομοθεσία στηρίζεται στη Νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης η οποία θεωρείται ότι είναι η καλύτερη σε παγκόσμιο επίπεδο.

#### **1.4.1 ΤΑ <<ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΣΗΜΑΤΑ>> ΚΑΙ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ**

Ο συγκεκριμένος τομείς ενώ παρουσιάζει τη μεγαλύτερη κατανάλωση τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα ωστόσο δεν υιοθετεί τεχνικές οι οποίες πρακτικά θα προσφέρουν μεγαλύτερη προστασία στον πολίτη σχετικά με το κτιριακό πρόβλημα. Αντίθετα παρατηρούμε ότι οι προσφερόμενες υπηρεσίες δεν εξασφαλίζουν καλύτερο περιβάλλον στα κτίρια αλλά περισσότερο εντυπωσιασμό όπως πανάκριβα πλακάκια. Η έλλειψη νομοθεσίας και η παράλειψη προσαρμογής του κατασκευαστικού τομέα σε συνδυασμό με την αδιαφορία και την έλλειψη ευαισθητοποίησης σε μεγάλο βαθμό του τεχνικού κόσμου έχουν ως αποτέλεσμα να κατασκευάζονται κτίρια με μεγάλη ενεργειακή κατανάλωση. Ποιες είναι οι συνέπειες; Αφενός έχουμε μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση σαν χώρα και το πληρώνουμε αδρά αφετέρου το κόστος αυτό δεν το πληρώνουν όλοι στις ίδιες αναλογίες. Έχει αποδειχθεί ότι μόνο το 7% των ανθρώπων με χαμηλά εισοδήματα ζούνε σε κτίρια μονωμένα και με διπλά τζάμια. αντίστοιχα το ποσοστό αυτό στους ανθρώπους με υψηλά εισοδήματα φτάνει το 70%. Το κόστος θέρμανσης ανά τετραγωνικό μέτρο και άτομο είναι 122% περισσότερο στους άνθρωπος με χαμηλά εισοδήματα. Το καλοκαίρι επίσης οι άνθρωποι χαμηλών εισοδημάτων θα χρειαστούν κατά 98% περισσότερο κλιματισμό ανά τετραγωνικό μέτρο και λατόμο ενώ πολλοί δεν θα μπορέσουν να χρησιμοποιήσουν κλιματισμό γιατί δεν θα έχουν τα χρήματα να πληρώσουν το κόστος.

Ο καταναλωτής που επιθυμεί να χρησιμοποιήσει στην κατασκευή του κτιρίου υλικά, προϊόντα και συστήματα αποδεδειγμένα φιλικά προς το περιβάλλον θα αντιμετωπίσει τρεις σοβαρές ελλείψεις όπως τα χορηγούμενα

οικολογικά σήματα δεν αφορούν παρά κατ' εξαίρεση δομικά προϊόντα, οι επιστημονικές γνώσεις με τις επιπτώσεις που έχουν στο περιβάλλον, τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές είναι ακόμη ατελείς και μεταβάλλονται διαρκώς και οι διαδικασίες που ακολουθούνται διαφέρουν ως προς τους ορισμούς, την διάρθρωση και την μεθοδολογία με αποτέλεσμα να μην είναι άμεσα συγκρίσιμες.

Οι δυο πρώτες δυσκολίες θα μειωθούν πιθανότατα με τον χρόνο καθώς όλο και περισσότερες ομάδες δομικών προϊόντων θα υποβάλλονται σε Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ) και θα εμπλουτίζονται οι επιστημονικές γνώσεις σχετικά με τις επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον των υλικών που χρησιμοποιούνται ως συστατικά των δομικών προϊόντων.

Η διαδικασία αυτή όμως είναι αργή γιατί η ποικιλία των υλικών και των προϊόντων και οι διαφορετικές χρήσεις και συνθήκες απαιτούν την κατά περίπτωση προσαρμογή των οικολογικών κριτηρίων.

Για την αντιμετώπιση της δεύτερης δυσκολίας καταβάλλονται ήδη προσπάθειες για την κατάρτιση και την αποδοχή διεθνών προτύπων για τα οικολογικά κριτήρια. Προς την κατεύθυνση αυτή εργάζεται ο ISO (International Standard Organisation) που έχει ήδη έκδοση το πρότυπο ISO 14040 του 1996, που καθορίζει τις βασικές αρχές και διατυπώνει κατευθυντήριες γραμμές για τις διαδικασίες που πρέπει να εφαρμόζονται για την ΑΚΖ ενός προϊόντος.

Προς το παρόν στην Ευρώπη, οικολογικά σήματα, με διαφορετικά κριτήρια και μεθοδολογία χορηγούν η ΕΕ ( Ευρωπαϊκό Οικολογικό Σήμα, από το 1992), η Γερμανία (<<γαλάζιος άγγελος>> από το 1989), το Αυστριακό (Umweltzeichen-Baome, από το 1991), το Γαλλικό (NF-Environment, από το 1992), το Ισπανικό (Aenor-Medio Ambiente, από το 1993). Στην Ελλάδα αρμόδιος φορέας για την χορήγηση του Ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος είναι το <<Ανώτατο Συμβούλιο Οικολογικού Σήματος>> (ΑΣΑΟΣ). Στο επίπεδο της ΕΕ, η χορήγηση Ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος θεσπίστηκε από τον κανονισμό ΕΟΚ/880/92 που τυπικά άρχισε να ισχύει τον Μάρτιο του 1992.

Η χορήγηση του ευρωπαϊκού οικολογικού σήματος σε ένα δομικό προϊόν προϋποθέτει πλήρη ΑΚΖ από την εξόρυξη της πρώτης ύλης ως την διάθεση των αποβλήτων μετά την κατεδάφιση. Το ενιαίο Ευρωπαϊκό Οικολογικό Σήμα δεν φιλοδοξεί να υποκαταστήσει τα ήδη υπάρχοντα εθνικά αλλά λειτουργεί παράλληλα και συμπληρωματικά.

Από τα εθνικά οικολογικά σήματα το σημαντικότερο είναι ο Γερμανικός <<γαλάζιος άγγελος>>, τόσο γιατί έχει ήδη χορηγηθεί σε μια σειρά ομάδων προϊόντων που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, όσο και γιατί στην Ελλάδα κυκλοφορεί μεγάλος αριθμός Γερμανικών προϊόντων ή προϊόντων που παράγονται σύμφωνα με τα Γερμανικά πρότυπα DIN.

Ο <<γαλάζιος άγγελος>> έχει απονεμηθεί σε δομικά προϊόντα που ανήκουν στις ακόλουθες ομάδες: βερνίκια, ταπετσαρίες τοίχων, καλύμματα δαπέδων, δομικά υλικά από ανακυκλωμένο χαρτί, υλικά από ξύλο με μικρή περιεκτικότητα σε φορμαλδεΐδη, δομικά υλικά από ανακυκλωμένο χαρτί, θερμομονωτικοί υαλοπίνακες πολλαπλών στρωμάτων, ινόπλακες και σε ενεργειακά συστήματα και συσκευές που χρησιμοποιούνται σε κτίρια και ανήκουν στις ακόλουθες ομάδες: καυστήρες αερίου, διατάξεις για τον περιορισμό σπατάλης του νερού, καυστήρες πετρελαίου, ηλιακοί συλλέκτες, ψυγεία, καταψύκτες, ηλεκτρικοί θερμοσίφωνες, κλπ, σε προϊόντα που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση κτιρίων, σε προϊόντα καθαρισμού σωλήνων και σε μεθόδους όπως θερμική καταπολέμηση εντομών που καταστρέφουν το ξύλο.

Ο <<γαλάζιος άγγελος>> θεσπίσθηκε ως οικολογικό σήμα το 1977.Χορηγείται από μια ανεξάρτητη επιτροπή σε προϊόντα, συστήματα και διαδικασίες που σε σύγκριση με αλλά είναι ιδιαίτερα φιλικά προς το περιβάλλον. Η αξία συνεπώς του σήματος είναι σχετική και όχι απόλυτη. Ιδιαίτερα φιλικό προς το περιβάλλον θεωρείται ένα προϊόν γιατί είναι π.χ. αθόρυβο, οι εκπομπές του στο περιβάλλον είναι χαμηλές, δεν περιέχει επικίνδυνες ουσίες, ανακυκλώνεται κτλ. Η εκτίμηση αυτών των ιδιοτήτων στην οποία βασίζεται η χορήγηση του οικολογικού σήματος σε ένα προϊόν, αφορά όλο τον κύκλο ζωής του. Ακολουθεί παράδειγμα ομάδας προϊόντων για την οποία έχουν θεσπισθεί κριτήρια απονομής του οικολογικού σήματος.

Τα βασικότερα από τα κριτήρια που πρέπει να πληροί ένα δομικό υλικό από ανακυκλωμένο χαρτί προκειμένου να αποκτήσει το δικαίωμα να φέρει το γερμανικό οικολογικό σήμα με τον <<γαλάζιο άγγελο>> είναι:όσο αφορά το επίπεδο της τεχνολογίας πρέπει να χρησιμοποιείται ένας όσο το δυνατόν περισσότερο κλειστός κύκλος νερού, βιολογικός καθορισμός των λυμάτων, αποκομιδή και ειδική διάθεση των καταλοίπων από την αφαίρεση του μελανιού, ανάκτηση της θερμότητας. Στο επίπεδο των υλικών, δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται αλογονούχα λευκαντικά και αιθυλένιο-διαμινο-τερταοξικό οξύ (EDTA) στο στάδιο κατεργασίας του χρησιμοποιημένου χαρτιού. Κατά την παραγωγή του ανακυκλωμένου χαρτιού πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο χημικές ουσίες που περιλαμβάνονται σε σχετική σύσταση της Επιτροπής για τις Πλαστικές ουσίες του Ομοσπονδιακού Υπουργείου υγείας και στο επίπεδο των προϊόντων, το προϊόν πρέπει να αποτελείται κατά τουλάχιστον 80% από χρησιμοποιούμενο χαρτί και να μην περιλαμβάνει ουσίες που ανήκουν στις επικίνδυνες. Ταυτόχρονα, το προϊόν πρέπει να διαθέτει τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται από τον οικοδομικό κανονισμό (π.χ. στην περίπτωση των θερμομονωτικών προϊόντων, την απαιτούμενη θερμική αγωγιμότητα) καθώς και τα χαρακτηριστικά που εξασφαλίζουν την ορθή και ασφαλή χρήση του ( αντοχή σε πιέσεις, αντοχή σε φορτίσεις, συμπεριφορά στην υγρασία, τη φωτιά, τους μικροοργανισμούς).

#### 1.4.2 η νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Οι ελλείψεις που επισημάνθηκαν όσον αφορά την χορήγηση αδιάβλητων εθνικών και διεθνών οικολογικών σημάτων και η αοριστία των έμμεσων κριτηρίων επιβάλλουν συχνά τη χρήση αρνητικών κριτηρίων τα οποία θα μας βοηθήσουν να απορρίψουμε δομικά υλικά και προϊόντα που συχνά προσφέρονται στην αγορά ως οικολογικά, βιολογικά, φυσικά, παραδοσιακά ή εναλλακτικά. Αυτό σημαίνει ότι ο καταναλωτής θα πρέπει συχνά να στραφεί όχι τόσο στην αναζήτηση δομικών προϊόντων φιλικών προς το περιβάλλον αλλά στην αποφυγή προϊόντων που παράγονται κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα.

Γενικά οι κατασκευές στις οποίες χρησιμοποιούνται δομικά υλικά και λειτουργικά συστήματα υψηλής ποιότητας έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και απαιτούν λιγότερη συντήρηση. Αυτό έχει μακροπρόθεσμα ως αποτέλεσμα την εξοικονόμηση φυσικών πόρων και ενέργειας και περιορίζει τη χρήση τοξικών διαλυτών, βερνικιών, χρωμάτων, συντηρητικών ξύλων κτλ, καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του κτιρίου. Κατά κανόνα τα δομικά υλικά ελέγχονται για την αντοχή τους, τη στατική συμπεριφορά τους και την ανθεκτικότητα τους στη φωτιά. Επιπλέον τα λειτουργικά συστήματα ελέγχονται ως προς τις επιδόσεις τους δηλαδή την απόδοση, τη διάρκεια και την κατανάλωση ενέργειας.

Για τα κριτήρια αυτά έχουν θεσπιστεί υποχρεωτικοί τεχνικοί κανονισμοί βασισμένοι σε εθνικά ή διεθνή πρότυπα. Τα πρότυπα αυτά αφορούν τόσο τα φυσικά και στατικά χαρακτηριστικά τους όσο και τον τρόπο με τον οποίο μετρούνται οι σχετικές παράμετροι. Δυστυχώς, τα προϊόντα εν γένει δεν ελέγχονται ούτε ως προς τη σύστασή τους ούτε ως προς τις ενδεχόμενες επιπτώσεις των συστατικών τους στο περιβάλλον. Στη διαδικασία της τυποποίησης των δομικών προϊόντων δεν συμμετέχουν οι περιβαλλοντικές υπηρεσίες ούτε εκπρόσωποι των περιβαλλοντικών οργανώσεων και των καταναλωτών.

Η οδηγία 89/106/ΕΟΚ για την εναρμόνιση των νομοθετικών και των κανονιστικών διατάξεων των κρατών μελών σχετικά με τα δομικά προϊόντα ορίζει ότι τα κτίρια πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται κατά τρόπο ώστε να μη θίγεται η υγιεινή, η υγεία των ενοίκων και το περιβάλλον. Η οδηγία προσδιορίζει τις ομάδες ρύπων και τις πιθανές πηγές τους, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά τη δόμηση. Το εσωτερικό περιβάλλον, η ύδρευση, η αποχέτευση, η αποκομιδή των στερεών αποβλήτων και το εξωτερικό περιβάλλον αποτελούν επίσης στόχους της οδηγίας. Η οδηγία καθορίζει μονό τις βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένα οικοδομικό έργο και οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος που ενσωματώνεται σε αυτό.

Οι βασικές απαιτήσεις αφορούν:

- τη μηχανική αντοχή και ευστάθεια
- την ασφάλεια έναντι πυρκαγιάς
- την υγιεινή, την υγεία και το περιβάλλον
- την ασφάλεια στη χρήση
- την προστασία από τους θορύβους
- την εξοικονόμηση ενέργειας και τη συγκράτηση θερμότητας

Η σύνδεση των βασικών απαιτήσεων που καθορίζονται στη οδηγία με τις τεχνικές προδιαγραφές ενός συγκεκριμένου προϊόντος ή λειτουργικού συστήματος γίνεται μέσω των ερμηνευτικών εγγράφων που συγκεκριμενοποιούν τις βασικές απαιτήσεις των έργων και τις συσχετίζουν με τα χαρακτηριστικά των προϊόντων.

Συνεπώς η οδηγία παρέχει ένα γενικό πλαίσιο και καθορίζει τις γενικές αρχές βάσει των οποίων τα δομικά προϊόντα θεωρούνται κατάλληλα προς χρήση ώστε να κυκλοφορούν ελεύθερα στην Ευρωπαϊκή αγορά.



<p style="text-align: center;"><b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup></b> <b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΡΥΠΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΑΝΤΩΝΤΑΙ ΣΕ</b> <b>ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΚΤΙΡΙΩΝ</b></p>
---

### **2.1 Ταξινόμηση ρύπων**

Ανάλογα με την πηγή τους οι ρύποι ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ρύποι που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον, στην δεύτερη ρύποι που παράγονται τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό περιβάλλον των κτιρίων και στην τρίτη οι ρύποι που παράγονται κυρίως στο εσωτερικό των κτιρίων.

Οι ρύποι που προέρχονται κυρίως από το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

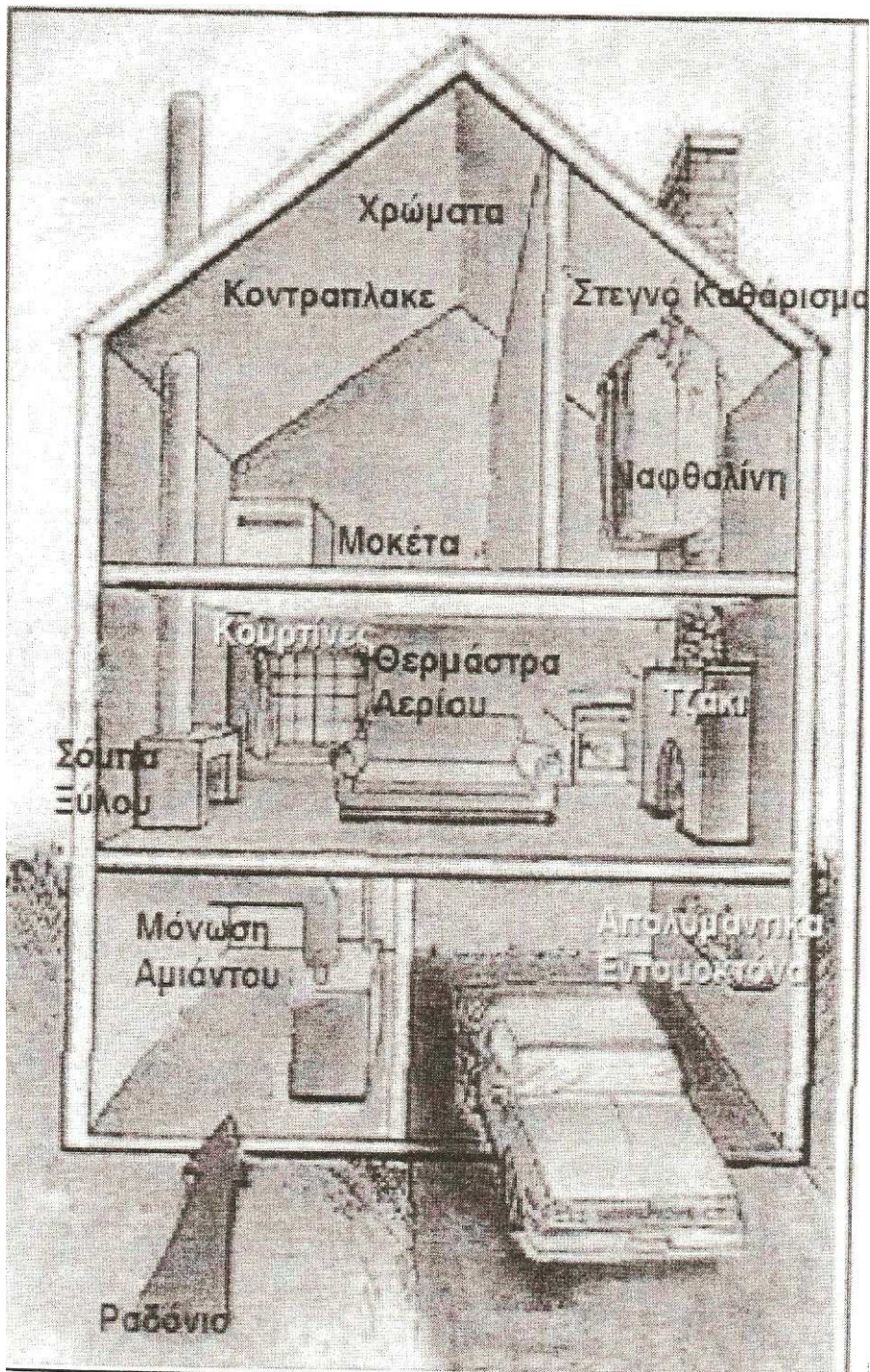
- Οξείδια του θείου
- Όζον
- Μόλυβδος, μαγγάνιο
- Ασβέστιο, χλώριο, κάδμιο, πυρίτιο
- Οργανικές ενώσεις

Οι ρύποι που παράγονται στο εσωτερικό και το εξωτερικό των κτιρίων:

- Οξείδια του αζώτου
- Μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του άνθρακα
- Σωματίδια
- Οργανικές ενώσεις

Οι ρύποι που παράγονται κυρίως στο εσωτερικό των κτιρίων:

- Ραδόνιο
- Φορμαλδεΐδη
- Αμίαντος, συνθετικές ίνες
- Οργανικές ενώσεις
- Αμμωνία
- Υδράργυρο
- Πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, νικοτίνη, ακρολεΐνη, κτλ
- Αερολύματα
- Αλλεργιογόνα
- Μικροοργανισμοί



• Σχ. 1 πηγές ρύπων στο εσωτερικού του κτιρίου

Οι συγκεντρώσεις των ρύπων που προέρχονται κυρίως από το ατμοσφαιρικό περιβάλλον είναι χαμηλότερες στους εσωτερικούς χώρους. Ειδικότερα το  $\text{SO}_2$  και το  $\text{O}_3$ , λόγω της υψηλής δραστηριότητάς τους βρίσκονται συγκριτικά σε χαμηλότερα επίπεδα. Το διοξείδιο του θείου είναι παραπροϊόν καύσεων ενώ το όζον είναι δευτερογενής ρύπος και παράγεται από φωτοχημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος και το μαγγάνιο παράγονται από τις εκπομπές των οχημάτων.

Τα οξείδια του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και τα σωματίδια παράγονται από το μαγείρεμα με αέριο, τη θέρμανση και το κάπνισμα. Τα επίπεδα τους στους εσωτερικούς χώρους είναι υψηλότερα από ότι στο εξωτερικό περιβάλλον. Το διοξείδιο του αζώτου παράγεται από τη μεταβολική δραστηριότητα του ανθρώπου ενώ οι υδρατμοί από τη βιολογική δραστηριότητα και την εξάτμιση.

Οι οργανικές ενώσεις στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον παράγονται από φυσικές πηγές, πετροχημικούς διαλύτες και την εξάτμιση των καυσίμων. Οι οργανικές ενώσεις στο εσωτερικό προέρχονται από κόλλες, διαλύτες καλλυντικά κλπ. Τα επίπεδα τους στους εσωτερικούς χώρους είναι υψηλότερα από ότι στο εξωτερικό περιβάλλον. Το ίδιο ισχύει και για τη φορμαλδεΐδη η οποία ελευθερώνεται κυρίως από μονωτικά υλικά, μοκέτες και συνθετικά ξύλινα έπιπλα. Το ραδόνιο και η φορμαλδεΐδη είναι δυο από τους πιο επικίνδυνους ρύπους των εσωτερικών χώρων για την ανθρώπινη υγεία.

Από μονωτικά υλικά και υλικά πυροπροστασίας προέρχονται ο αμιάντος και οι συνθετικές ίνες, ρύποι που έχουν αποδειχθεί ότι προκαλούν καρκίνο. Οι πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, η νικοτίνη και η ακροελεΐνη υπάρχουν στον καπνό των τσιγάρων και βρίσκονται και σε πολύ υψηλότερες συγκεντρώσεις στους εσωτερικούς χώρους σε σχέση με τους εξωτερικούς. Οι μικροοργανισμοί προέρχονται από τα ζώα, τους ανθρώπους και τα φυτά, ενώ οι αλλεργιογόνες ουσίες είναι κατά κανόνα φυτικής προέλευσης.

Η έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις των παραπάνω ρύπων μπορεί να έχει άμεσες τοξικές επιπτώσεις, ενώ έκθεση σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις επί μεγάλο χρονικό διάστημα μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις, ακόμη και καρκίνο.

## 2.2 Καπνός

Ο Καπνός είναι ένα μέρος των αιωρούμενων σωματιδίων που το μέγεθος τους είναι σχετικά μικρό προέρχονται από ατελείς καύσεις και έχουν χρώμα μαύρο. Η ύπαρξη καπνού στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον έχει επιπτώσεις στην ορατότητα. Στους εσωτερικούς χώρους ο αέρας ρυπαίνεται κυρίως από καπνό λόγω των εκπομπών από το κάπνισμα και τη χρήση άνθρακα ή ακόμη από την καύση των ξύλων στα τζάκια.

Ο καπνός που προέρχεται από το τσιγάρο είναι αποδεδειγμένα ένα καρκινογόνο συστατικό για τον άνθρωπο καθώς είναι και η κύρια πηγή εισπνεόμενων σωματιδίων. Πέρα από το γεγονός ότι τα σωματίδια είναι από μόνα τους βλαβερά για τον άνθρωπο γίνονται επίσης πυρήνες για την προσρόφιση άλλων ρύπων, όπως NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> κλπ. Επίσης από μελέτες που έχουν γίνει βρέθηκε ότι ο καπνός του τσιγάρου έχει την ικανότητα να προσροφά τα παράγωγα του ραδονίου που βρίσκονται στον αέρα και να αυξάνει με αυτόν τον τρόπο τη συγκέντρωσή του. Υποδηλώνεται έτσι ένας

ουσιαστικός κίνδυνος για καρκίνο του πνεύμονα και στους ενεργητικούς αλλά και στους παθητικούς καπνιστές. Σε χώρους εργασίας ένα ποσοστό 30-70% των συγκεντρώσεων σε CO, NO και σωματίδια, οφείλεται στον καπνό από τα τσιγάρα.

### **2.2.1 Παθητικό κάπνισμα**

Το παθητικό κάπνισμα (environmental tobacco smoke) προκαλείται από την εισπνοή του καπνού του τσιγάρου είναι παρά πολύ μεγάλης τοξικότητας και προσβάλλει όλα τα άτομα ανεξάρτητα με το αν καπνίζουν ή όχι. Περιλαμβάνει πάνω από 4700 συστατικά και χημικές ουσίες. Επιγραμματικά μερικά από αυτά είναι η νικοτίνη, η φορμαλδεΐδη, το μονοξειδίο του άνθρακα, φαινόλες, η πίσσα, η αμμωνία, και μεγάλη ποικιλία VOC's. Το παθητικό κάπνισμα προκύπτει από καπνό ο οποίος δεν έχει φιλτραριστεί και άρα περιέχει διπλάσιες ποσότητες νικοτίνης και πίσσας από τον καπνό που εισπνέεται δια μέσου του φίλτρου του τσιγάρου.

Το κάπνισμα είναι υπεύθυνο για 434.000 θανάτους ετησίως στις Ηνωμένες Πολιτείες και το παθητικό κάπνισμα προσβάλλει περισσότερο κόσμο απ' ότι το απ' ευθείας κάπνισμα. Συμφωνά με έρευνες το παθητικό κάπνισμα προκαλεί 3000 θανάτους από καρκίνο των πνευμόνων και 37000 θανάτους από καρδιακές παθήσεις στους μη καπνιστές στην Αμερική.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν αν κάποιος θα έχει επιπτώσεις από το παθητικό κάπνισμα όπως η συγκέντρωση και ποσότητα του καπνού για παράδειγμα η εμφάνιση αναπνευστικών λοιμώξεων σε παιδιά είναι άμεσα συνδεδεμένη με το αν οι γονείς τους είναι καπνιστές. Τα χαμηλότερα ποσοστά αναπνευστικών λοιμώξεων και άσθματος παρουσιάζονται σε παιδιά των οποίων οι γονείς δεν καπνίζουν καθόλου. Επίσης τα ατομικά χαρακτηριστικά όπως ηλικία, φύλλο, βάρος, συνολική κατάσταση υγείας του ατόμου. Έγκυες οι οποίες καπνίζουν κατά τους μήνες της κύησης φέρνουν στον κόσμο βρέφη χαμηλού σωματικού βάρους με αδύναμους πνεύμονες και παρουσιάζουν αυξημένο κίνδυνο ξαφνικού θανάτου και η διάρκεια έκθεσης: όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια του παθητικού καπνίσματος τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος. Βραχυπρόθεσμη έκθεση στο τσιγάρο προκαλεί ερεθισμό στα ματιά, στη μύτη και στο λαιμό, πονοκεφάλους, ζαλάδες, ναυτία, ανορεξία, βήχα, ενώ μακροπρόθεσμα προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα όπως βρογχίτιδες, πνευμονία, αυξημένο κίνδυνο άσθματος, πόνους στα αυτιά, καρκίνο στον πνεύμονα, καρδιακές παθήσεις και ξαφνικό θάνατο.

Δίνονται οι τρόποι μείωσης του παθητικού καπνίσματος:

- Απαγόρευση καπνίσματος σε δημόσιους και γενικά εσωτερικούς χώρους.
- Αποφυγή καπνίσματος στο σπίτι.
- Δημιουργία χώρων αποκλειστικά για κάπνισμα.
- Απαγόρευση καπνίσματος στο χώρο εργασίας.
- Επαρκής αερισμός των χώρων.

## **2.3 Ρυπαντές καύσεων**

Κατά τις καύσεις ελκύονται άκαυστα σωματίδια λόγω ατελούς καύσης της καιόμενης ύλης, καπνός, αιθάλη, άκαυστοι υδρογονάνθρακες, αλδευδες, υδρατμοί και διαφορά ρυπογόνα αέρια όπως το μονοξείδιο του άνθρακα, το μονοξείδιο και διοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του θείου και το όζον. Από αυτά τα προϊόντα των καύσεων τα άκαυστα σωματίδια διαχέονται στον αέρα, μεταφέρονται μέσω του αέρα και εισπνέονται με την αναπνοή. Σε μερικά είναι δυνατόν να προσκολληθούν οργανικές πτητικές ενώσεις και να γίνουν ακόμη πιο επικίνδυνα.

Οι τύποι και οι συγκεντρώσεις των ρυπαντών καύσεων εξαρτώνται από τον τύπο της συσκευής ή της θέσης που πραγματοποιείται η καύση, από τον τρόπο εγκατάστασης, συντήρησης και χειρισμού της, από τον εξαερισμό του περιβάλλοντος χώρου, από την επάρκεια οξυγόνου που απαιτείται για την καύση και από το είδος της καύσιμης ύλης.

### **2.3.1 Μονοξείδιο του άνθρακα**

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άοσμο, άχρωμο, άγευστο και μη ερεθιστικό αέριο. Παράγεται από την καύση καυσίμων που έχουν ως βάση τους τον άνθρακα όπως η βενζίνη, η κηροζίνη, το ξύλο και το κάρβουνο. Το CO εμφανίζεται στους εσωτερικούς χώρους κατά την καύση του τσιγάρου και έχει εκτιμηθεί ότι 1500 άνθρωποι περίπου χάνουν τη ζωή τους κάθε χρόνο από δηλητηρίαση από αυτό το επικίνδυνο αέριο. Σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί κώμα και θάνατο μέσα σε λίγα μονό λεπτά. Προσβάλλει το αίμα μέσω των πνευμόνων και συναντάται σε χώρους σχολείων, γραφείων, εστιατορίων, κλπ, όπου χρησιμοποιούνται συσκευές γκαζιού. Οι πιο κοινές αιτίες θανατηφόρων δηλητηριάσεων είναι από κακή λειτουργία συσκευών θέρμανσης, εξατμίσεων οχημάτων, καμινάδων, κλπ.

Ενδείξεις ύπαρξης μονοξειδίου του άνθρακα είναι:

- Ίχνη υγρασίας σε καμινάδες
- Σκούριασμα των αεραγωγών
- Υγρασία μέσα στα παράθυρα
- Μείωση τροφοδοσίας ζεστού νερού
- Μυρωδιά σκαμμένου υλικού
- Μείωση απόδοσης της κεντρικής θέρμανσης
- Αλλαγή στο χρώμα του γκαζιού. Όταν η μπλε φλόγα γίνεται κίτρινη υπάρχει διαρροή CO.

Το μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει το οξυγόνο στο ανθρώπινο αίμα με αποτέλεσμα το άτομο να πεθαίνει από ασφυξία. Οι ηλικιωμένοι, οι άρρωστοι και τα ζώα είναι από τους πρώτους που προσβάλλονται από το CO διότι έχουν μικρότερες αντοχές και όσο μεγαλύτερη είναι η διάρκεια έκθεσης τόσο πιο επικίνδυνο είναι.

Πολλές φορές η δηλητηρίαση από CO δεν γίνεται αντιληπτή γιατί τα συμπτώματα μοιάζουν με αυτά της γρίπης ή της τροφικής δηλητηρίασης. Η κύρια διαφορά στην περίπτωση CO είναι ότι τα συμπτώματα υποχωρούν μετά την απομάκρυνση από την δηλητηριασμένη περιοχή.

Συμπτώματα που παρουσιάζονται κατά την έκθεση σε μονοξείδιο του άνθρακα:

- Πονοκέφαλοι
- Δυσκολία στην αναπνοή
- Μυϊκοί πόνοι
- Πόνοι στο στήθος
- Ζαλάδες
- Ναυτία
- Αδυναμία
- Κόπωση
- Σύγχυση
- Ταχυπαλμία
- Κοκκίνισμα στο δέρμα
- Λιποθυμία και θάνατος σε υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης

Η χρονιά έκθεση έχει αλλά συμπτώματα όπως απώλεια μνήμης, Parkinson, απώλεια όρασης και αλλαγή συμπεριφοράς του ατόμου.

### **2.3.2 Διοξείδιο του άνθρακα**

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το οποίο παράγεται από τον μεταβολισμό του ανθρώπου και των ζώων (με την διαδικασία της αναπνοής τους εκπνέουν CO<sub>2</sub>), αλλά και από τις εξατμίσεις των οχημάτων, ενώ από μόνο του δεν αποτελεί τοξική ουσία. Επειδή η παρουσία του είναι αναπόφευκτη, μετρήσιμη και προβλεπόμενη, χρησιμοποιείται ως δείκτης για το αν οι συγκεντρώσεις του αποτελούν μια απλή ενόχληση για τους εργαζομένους ή σοβαρό κίνδυνο για την υγεία τους.

Το CO<sub>2</sub> αποτελεί πραγματικό κίνδυνο όταν οι συγκεντρώσεις του ξεπερνούν τις συγκεντρώσεις οξυγόνου πράγμα το οποίο μπορεί να οδηγήσει σε ασφυξία αφού το διοξείδιο του άνθρακα είναι προϊόν της ανθρώπινης και ζωικής αναπνοής βρίσκεται σχεδόν παντού.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν το αν κάποιος αρρωστήσει κατά την έκθεση του στο CO<sub>2</sub>. Προβλήματα τα οποία μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο είναι η ποσότητα και τα ποσοστά συγκέντρωσης του. Η φυσική παρουσία του στην ατμόσφαιρα ανέρχεται σε ένα ποσοστό της τάξεως του 0,035%. Όταν το ποσοστό αυτό αυξάνεται στο 1,5% προκαλούνται ήπια προβλήματα υγείας, ενώ όταν φθάσει στο 7-10% μπορεί να προκαλέσει αναισθησία μέσα σε λίγα λεπτά, κι αυτό γιατί σε μεγάλες συγκεντρώσεις αντικαθιστά την παρουσία του οξυγόνου του αέρα. Επιπλέον τα χαρακτηριστικά του ατόμου που το εισπνέει. Δηλαδή η ηλικία του, το φύλο, το βάρος, και η γενική κατάσταση της υγείας του. Αν κάποιος υποφέρει από κάποια χρόνια πνευμονική πάθηση στην οποία οι συγκεντρώσεις του CO<sub>2</sub> στο σώμα του είναι αυξημένες σε σχέση με τους υπόλοιπους ανθρώπους, τα αποτελέσματα της έκθεσης του γίνονται πιο εύκολα αντιληπτά και τέλος η ανάμειξη του CO<sub>2</sub> με αλλά επικίνδυνα αέρια. Αν το εισπνεόμενο μονοξείδιο του άνθρακα είναι αναμειγμένο με μονοξείδιο του άνθρακα τότε η κατάσταση δυσχεραίνεται ακόμη περισσότερο.

Τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται είναι συνήθως οξεία και περιλαμβάνουν: πονοκεφάλους, ζαλάδες, κόπωση, δυσκολία στην αναπνοή, εφίδρωση, γενική αδιαθεσία, ταχυπαλμίες, υπέρταση, μειωμένη αντίληψη, ναυτία, αναισθησία, κώμα, σπασμούς και στην χειρότερη περίπτωση θάνατο από ασφυξία. Οι χώροι συνάθροισης του προσωπικού θα πρέπει να αερίζονται επαρκώς και τα επίπεδα συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> πρέπει να κρατούνται σε επίπεδα μικρότερα ή ίσα με 0,5%.

### 2.3.3 Διοξείδιο του θείου

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) είναι ένα δραστικό άχρωμο αέριο με ερεθιστική οσμή το οποίο υπόκειται σε οξειδώσεις και παράγεται κυρίως από τις εξατμίσεις των οχημάτων και από την καύση των δέντρων και του κάρβουνου. Με την παρουσία υγρασίας μπορεί να προσροφηθεί ή να επικαθίσει σε επιφάνειες και να αντιδράσει σε αυτές. Επίσης παράγεται κατά την καύση του τσιγάρου σε συσκευές φωταερίου, κατά τις εργασίες συγκολλήσεως, σε συσκευές θέρμανσης με κηροζίνη ή γκάζι, σε στεγνοκαθαριστήρια ρούχων, σε φούρνους και σε καμινάδες. Στους εσωτερικούς χώρους η παραγωγή του είναι περιορισμένη και οφείλεται πιθανόν σε ελλατωματικά συστήματα θέρμανσης τα οποία χρησιμοποιούν πετρέλαιο ή άνθρακα. Οι εσωτερικές συγκεντρώσεις SO<sub>2</sub> είναι μειωμένες συγκριτικά με τις εξωτερικές, καθώς το SO<sub>2</sub> έχει την ικανότητα να προσροφάται ή να εισροφάται από τους τοίχους, τα ταβάνια και γενικότερα τις εσωτερικές επιφάνειες, τα έπιπλα, τα υφάσματα και από τα συστήματα αερισμού. Διαφορές μελέτες έχουν δείξει ότι οι συγκεντρώσεις του SO<sub>2</sub> στους εσωτερικούς χώρους είναι περίπου οι μισές από ότι στο εξωτερικό περιβάλλον. Ο κύριος τρόπος έκθεσης του SO<sub>2</sub> είναι μέσω της εισπνοής.

Ανάλογα με την ποσότητα και τα ποσοστά συγκέντρωσης του προκαλεί εκτός από ερεθισμό των βλεννογόνων και του αναπνευστικού συστήματος πονοκεφάλους, ζαλάδες και ναυτίες μέχρι και πόνους στο στήθος, δυσλειτουργία στους πνεύμονες, βρογχίτιδες, τραχείτιδες, βρογχοσπασμούς στους ασθματικούς αλλά και την χειρότερη των περιπτώσεων θάνατο. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν συνδυάσει την ύπαρξη πνευμονολογικών διαταραχών σε πληθυσμούς με ταυτόχρονη έκθεση σε SO<sub>2</sub> και σωματίδια. Η βραχυχρόνια έκθεση ατόμων σε SO<sub>2</sub> προκαλεί αυξημένη θνησιμότητα και οξεία αναπνευστική βλάβη στους ενήλικες. Στις περισσότερες ευρωπαϊκές πόλεις οι ποσότητες του έχουν μειωθεί λόγω αλλαγής του τύπου καυσίμων που χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν.

Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (Π.Ο.Υ) προτείνει να μην ξεπερνάται η συγκέντρωση των 500 mg/m<sup>3</sup> για 10 λεπτά και η ωριαία ανώτερη συγκέντρωση να είναι 350 mg/m<sup>3</sup>. Για το εσωτερικό περιβάλλον υπάρχουν ελάχιστα στοιχεία. Βέβαια το γεγονός ότι το SO<sub>2</sub> καταστρέφεται στο εσωτερικό είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικό καθώς μπορεί να ελέγχεται με την παρακολούθηση των εξωτερικών συγκεντρώσεων και εφ' όσον βεβαία δεν υπάρχουν εσωτερικές πηγές.

#### 2.3.4 Διοξείδιο του αζώτου

Υπάρχουν πολλά οξείδια του αζώτου αλλά το πλέον ενδιαφέρον όσον αφορά την ανθρώπινη υγεία, είναι το διοξείδιο του αζώτου. Το NO<sub>2</sub> είναι αέριο διαλυτό στο νερό χρώματος κόκκινο-καφέ με ισχυρή οξειδωτική δράση. Τα οξείδια του αζώτου μπορεί να έχουν φυσική προέλευση όπως από βακτηριακή και ηφαιστειακή δραστηριότητα, ηλεκτρικές εκκενώσεις στην ατμόσφαιρα και από ανθρωπογενής δραστηριότητες.

Η σημαντικότερη όμως πηγή NO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα είναι ανθρωπογενής με κύρια προέλευση την καύση, τη θέρμανση, την παραγωγή ενέργειας και τα οχήματα (μηχανές εσωτερικής καύσης). Το NO που εκπέμπεται μετατρέπεται στην ατμόσφαιρα σε NO<sub>2</sub> λόγω οξείδωσης του από τα ατμοσφαιρικά οξειδωτικά όπως το όζον.

Στους εσωτερικούς χώρους το NO<sub>2</sub> εκπέμπεται από πηγές καύσης. Αυτές είναι το κάπνισμα του τσιγάρου, τα τζάκια, οι συσκευές με αέριο και οι θερμάστρες κηροζίνης, που είναι και οι κυριότερες πηγές ρύπανσης. Η παρουσία μη αεριζόμενων συσκευών αερίου οδηγεί σε συγκεντρώσεις NO<sub>2</sub> στο εσωτερικό, πιθανότατα υψηλότερες από τα υπάρχοντα όρια για την ποιότητα του αέρα.

Στο περιβάλλον το NO<sub>2</sub> υπάρχει σαν αέριο και ο μόνος τρόπος έκθεσης του ανθρώπου είναι με την εισπνοή. Μπορεί να προκαλέσει οξείες και χρόνιες επιπτώσεις στην υγεία, κυρίως στους αεραγωγούς του αναπνευστικού συστήματος. Για συγκεντρώσεις NO<sub>2</sub> άνω των 3760mg/m<sup>3</sup> συμβαίνουν ουσιαστικές αλλαγές στη λειτουργία του αναπνευστικού συστήματος σε φυσιολογικά άτομα.



Οι ασθματικοί ακόμη και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις μπορεί να εμφανίσουν διαφορά συμπτώματα. Μελέτες έκθεσης για πολλές εβδομάδες ή μήνες NO<sub>2</sub> στα ζώα δείχνουν ότι προκαλούνται επιπτώσεις στον πνεύμονα, στην σπλήνα, το συκώτι και στο αίμα.

## 2.4 Πτητικές Οργανικές Ενώσεις (VOC)

Τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται έντονα αυξημένο το ενδιαφέρον διεθνώς για την παρουσία πτητικών οργανικών ενώσεων (Volatile Organic Compounds) στους εσωτερικούς χώρους. Αν και οι ενώσεις αυτές βρίσκονται σε ίχνη εντούτοις μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα υγείας όταν η έκθεση είναι συνεχής.

Μερικά από τα VOC είναι καρκινογόνα για τα ζώα ή τον άνθρωπο και έχουν τη δυνατότητα να προκαλέσουν ηπατοτοξικές, νεφροτοξικές, καρδιακές και αναπνευστικές βλάβες. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις έχουν μερικά κοινά χαρακτηριστικά. Εξατμίζονται όλες πολύ εύκολα και διαλύονται στα λιπίδια του ανθρώπινου οργανισμού συνεπώς μεταφέρονται δια μέσω των μεμβρανών των κυττάρων και απορροφούνται από τους πνεύμονες, το δέρμα και την γαστροεντερική δίοδο.

Τα VOC εκπέμπονται στον αέρα των εσωτερικών χώρων από τα υλικά των κτιρίων, από μη αεριζόμενες πηγές καύσης, από το κάψιμο και τη μυρωδιά του καπνού και από τις διάφορες δραστηριότητες μέσα στα κτίρια. Σαν κυριότερες πηγές πτητικών οργανικών ενώσεων θεωρούνται το μαγείρεμα, το κάπνισμα, τα αποσμητικά χώρου, τα spray καθαρισμού, οι βαφές, τα βερνίκια, οι διαλύτες, και τα οργανικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και γραφεία, τα υφάσματα επιπλώσεων, χαλιά, ταπετσαρίες, τα έπιπλα, και οι εκπομπές από τα δοχεία απορριμάτων. Ο εξωτερικός αέρας, η κυκλοφορία, η γειτνίαση με βιομηχανίες, η έκθεση σε εργασιακούς χώρους, οι δραστηριότητες που είναι σχετικές με αυτοκίνητα, καύση, θέρμανση είναι σημαντικές πηγές.

Τα χαρακτηριστικά εκπομπής από αυτές τις πηγές είναι είτε συνεχή είτε διακοπτόμενα και εξαρτώνται άμεσα από παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, ο ρυθμός και ο χρόνος εξαερισμού.

### 2.4.1 Χλωροφόρμιο

Το χλωροφόρμιο ( CHCl<sub>3</sub> ) είναι άχρωμο υγρό με χαρακτηριστική αιθέρια οσμή, διαλύεται ελάχιστα στο νερό αλλά έχει πολύ μεγάλη διαλυτική ικανότητα και χρησιμοποιείται ευρύτατα ως διαλύτης και σαν εκχυλιστικό μέσον. Οι ατμοί του εισπνεόμενοι προκαλούν αναισθησία.

### **2.4.2 Τετραχλωράνθρακας**

Ο τετραχλωράνθρακας είναι άχρωμο υγρό και από χημικής απόψεως είναι πολύ σταθερή ένωση. Υδρολύεται αργά μόνο με παρατεταμένο βρασμό με αλκοολικά διαλύματα υδροξειδίων των αλκαλίων. Βρίσκει πολύ μεγάλη χρήση σαν διαλυτικό μέσο των λιπών και ελαίων και επειδή είναι μη αναφλέξιμο και παρέχει βαρείς ατμούς, χρησιμοποιείται με την ονομασία πυρένιο στους πυροσβεστήρες.

### **2.4.3 Τριχλωροαιθάνιο**

Είναι άχρωμο υγρό και διαλύει εύκολα λίπη, ρητίνες, έλαια. Χρησιμοποιείται κυρίως στην απολίπανση των μεταλλικών επιφανειών, στο βιομηχανικό στεγνό καθάρισμα, στο τύπωμα, σε διαδικασίες εκχύλισης, στην παραγωγή χρωμάτων και στο τύπωμα υφασμάτων. Αποτελεί κύριο συστατικό καθαριστικών, κολλών και απορρυπαντικών. Είναι ευρύτατα διαδεδομένο στο εμπόριο ως διαλυτικό καθαριστικό ρούχων και μετάλλων και ως προωθητικό σε πάνω από 160 καταναλωτικά προϊόντα. Επίσης περιέχεται στα διορθωτικά υγρά και στα σπρέι για στεγνό καθάρισμα ρούχων.

Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία είναι τοξικολογικές, μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες. Οι τοξικολογικές επιπτώσεις στο κεντρικό νευρικό σύστημα προκαλούν ερεθισμούς στο δέρμα και στα μάτια, σοβαρές βλάβες στο συκώτι και στα νεφρά και καταστροφή του κρανιακού νεύρου ενώ οι μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες προκαλούν μεταβολές στα λεμφοκύτταρα και χρωμοσωμικές ανωμαλίες. Υπάρχουν ενδείξεις για καρκίνο του δέρματος, το πνεύμονα, του συκωτιού και του λεμφικού συστήματος. Από μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί φαίνεται ότι η συγκέντρωση των 135 mg/m<sup>3</sup> είναι το όριο που δημιουργούνται επιπτώσεις στην υγεία. Στους εργασιακούς χώρους οι συγκεντρώσεις παρουσιάζονται αρκετά υψηλότερες.

### **2.4.4 Διχλωρομεθάνιο**

Χρησιμοποιείται σαν διαλυτικό χρωμάτων σαν πρόσθετο για το φούσκωμα του αφρού της πολυουρεθάνης και σαν διαλύτης. Γενικά η χρήση του διαρκώς αυξάνει ως προωθητικό στα σπρέι, ως διαλύτης σε φαρμακευτικές εφαρμογές στην κατασκευή συνθετικών ινών, ως ψυχτικό μέσο, σαν συστατικό προϊόντων για το σβήσιμο της φωτιάς και σαν απολυμαντικό.

Ο τρόπος που εκτίθεται ο άνθρωπος είναι μέσω του αέρα, του νερού και της τροφής. Οι κυριότερες επιπτώσεις είναι ενοχλήσεις στο νευρικό σύστημα αλλά δεν έχουν παρατηρηθεί καρκινογόνες και μεταλλαξιογόνες καταστάσεις.

#### 2.4.5 Τετραχλωροαιθυλένιο

Είναι μη αναφλέξιμη και σταθερή ένωση σχετικά αδιάλυτη στο νερό και αποσυντίθεται αργά όταν έρχεται σε επαφή με υγρασία. Χρησιμοποιείται κυρίως ως διαλύτης στο στεγνό καθάρισμα, στο καθάρισμα μετάλλων, στη βιομηχανία ενδυμάτων, ως διαλύτης εκχύλισης και σε πολλές άλλες περιπτώσεις.

Η ρύπανση του αέρα αποτελεί την κύρια πηγή έκθεσης του ανθρώπου και ιδιαίτερα όταν οι συγκεντρώσεις του είναι υψηλές στους εσωτερικούς χώρους. Οι επιπτώσεις στην υγεία είναι τοξικολογικές, με δυσλειτουργίες στο νευρικό σύστημα, επιδράσεις στο συκώτι και στα νεφρά. Άτομα εκτεθειμένα για μεγάλες περιόδους έχουν εμφανίσει βραχυχρόνια απώλεια μνήμης, ευερεθιστικότητα, αποπροσανατολισμό και διαταραχές στον ύπνο.

#### 2.4.6 Τολουόλιο

Το τολουόλιο είναι υγρό άχρωμο, μη διαθρωτικό, πτητικό και έχει μικρή διαλυτότητα στο νερό. Οι κύριες πηγές του είναι από διαδικασίες διύλισης πετρελαίου, παραγωγή άλλων χημικών (πχ. στυρένιο), και χρησιμοποιείται στα χρώματα, μελάνια, διαλυτικά και κόλλες και σαν συστατικό καλλυντικών προϊόντων. Στο εσωτερικό περιβάλλον κύρια πηγή του τολουόλιου είναι η χρήση χρωμάτων και διαλυτικών μαζί με την χρήση τσιγάρου όπου παρουσιάζονται και υψηλότερες συγκεντρώσεις.

Οι επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου είναι τοξικολογικές που προκαλούν κακή λειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος, κούραση, σύγχυση, διαταραχές στην αντίληψη και μυελοτοξικές συνέπειες και χρωμοσωμική καταστροφή των περιφερειακών λεμφοκυττάρων. Το τολουόλιο έχει κατώφλι ανίχνευσης οσμής  $1 \text{ mg/m}^3$  και αυτή η τιμή προτείνεται από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας σαν ανώτερη συγκέντρωση στον αέρα για χρόνο έως και 30 λεπτά.

#### 2.4.7 Βενζόλιο

Πρόκειται για ένα άχρωμο, διαυγές υγρό, το οποίο είναι αδιάλυτο στο νερό, αλλά διαλύεται σε όλους τους γνωστούς διαλύτες και σαν ένωση είναι αρκετά σταθερή με χαρακτηριστική οσμή και ερεθιστική γεύση. Χρησιμοποιείται σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή υποκατεστημένων αρωματικών υδρογονανθράκων, και είναι συστατικό του αργού πετρελαίου. Παλαιότερα το χρησιμοποιούσαν ως διαλύτης, αλλά λόγω των βλαβερών ιδιοτήτων του έχει πλέον εγκαταλειφθεί.

Στην ατμόσφαιρα εκπέμπεται από μηχανές οχημάτων και από την καύση ξύλων και έχει χρόνο ζωής λιγότερο από μια ημέρα. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις του βρίσκονται σε μεγάλες πόλεις και σε πρατήρια βενζίνης, δεξαμενές αποθήκευσης βενζίνης. Σημαντική πηγή έκθεσης αποτελεί η καύση τσιγάρου αλλά αποτελεί και συστατικό σε κόλλες, διαλύτες, καθαριστικά προϊόντα.

Είναι γνωστό καρκινογόνο και δηλητηριώδες υγρό. Δεν είναι γνωστό το μέγεθος των συγκεντρώσεων του βενζολίου και ο χρόνος έκθεσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Προκαλεί νευροτοξικά συμπτώματα, αιματοτοξικότητα κλπ. Επίσης έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί λευχαιμία και άλλες αιματολογικές κακοήθειες.

#### **2.4.8 Βινυλοχλωρίδιο**

Σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας το βινυλοχλωρίδιο (VC) είναι ένα μη ερεθιστικό άχρωμο αέριο. Συνήθως είναι άοσμο και υγροποιείται εύκολα. Απουσία φωτός και οξυγόνου είναι αρκετά σταθερή ένωση και αντιδρά σχηματίζοντας φορμαλδεΰδη και CO. Οι κυρίες πηγές εκπομπής του είναι μονάδες παραγωγής του, όπως και παραγωγής του PVC, καθώς και από την καύση του τσιγάρου. Παλαιότερα χρησιμοποιείτο σαν προωθητικό σε sprays, αλλά πλέον έχει καταργηθεί.

Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία είναι τοξικολογικές και μεταλλαξιογόνες και καρκινογόνες. Τέτοιες επιπτώσεις είναι η οστεόλυση των άκρων, χρωμοσωμικές ανωμαλίες και διαταραχές στο κεντρικό νευρικό σύστημα και η υπέρταση, βλάβες στον οισοφάγο, καρκίνο του ήπατος, όγκοι στον εγκέφαλο. Επειδή το VC είναι καρκινογόνος ένωση, η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας δεν προτείνει όριο ασφαλείας.

#### **2.4.9 Χλωροφθοράνθρακες (CFC)**

Είναι ενώσεις του άνθρακα με χλώριο και φθόριο και είναι ευρύτατα γνωστοί λόγω της καταστροφής του όζοντος της στρατόσφαιρας που προκαλούν. Στο εσωτερικό περιβάλλον συχνότατα συναντάται το τριχλωροφθορομεθάνιο και το διχλωροφθορομεθάνιο σε ψυγεία και κλιματιστικά ως προωθητικά σε σπρέι, ως καθαριστικά ηλεκτρονικών συσκευών, ως μονωτικά υλικά και ως υλικά συσκευασίας. Τα υλικά αυτά είναι φθηνά στην παραγωγή, σταθερά, άφλεκτα και μη τοξικά χρησιμοποιούνταν ευρέως μέχρι να διαπιστωθούν οι συνέπειες τους στο όζον οπότε και άρχισε η αντικατάστασή τους με διαφορά υποκατάστατα, ενώ η τάση που επικρατεί είναι να απαγορεύεται εντελώς η χρήση τους.

#### 2.4.10 Παραδιγλωροβενζόλιο

Είναι ένωση χλωρίου και βενζολίου και κυκλοφορεί στο εμπόριο ως σκωροαπωθητικό οικιακής χρήσης. Έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί καρκίνο στα ζώα αλλά δεν έχει εξακριβωθεί η δράση του στον ανθρώπινο οργανισμό. Χρησιμοποιείται, επίσης, και ως ενεργό συστατικό στους ανανεωτές αέρα και στα αποσμητικά χώρου.

#### 2.4.11 TVOC ( Total VOC)

Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των επιπέδων VOC που υπάρχουν σ' ένα κτίριο, και είναι εύκολα μετρήσιμο. Τα αποτελέσματα συγκρίνονται συνήθως με τον κάτωθι οδηγό:

- Κάτω από 0,20 mg/m<sup>3</sup> δεν αναμένονται ενοχλήσεις
- 0,2-3,0 mg/m<sup>3</sup> πιθανή εμφάνιση ενόχλησης
- 3,0-25,0 mg/m<sup>3</sup> πιθανότητα εμφάνισης πονοκεφάλων
- Πάνω από 25,0 mg/m<sup>3</sup> νευροτοξικές βλαβες.

### 2.5 Φορμαλδεΐδη

Η φορμαλδεΐδη είναι χημική ένωση άνθρακα, υδρογόνου και οξυγόνου. Αποτελεί την πιο απλή αλδεΐδη που σε κανονική θερμοκρασία είναι άχρωμο αέριο με έντονη οσμή και υγροποιείται στο -21° C. Αποτελεί την πιο συνηθισμένη μόλυνση στους εσωτερικούς χώρους. Είναι μια πολύ βασική χημική ουσία η οποία χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κατασκευή οικοδομικών υλικών αλλά σε παρά πολλά είδη νοικοκυριού ενώ παράγεται και κατά τη διαδικασία της καύσης. Χρησιμοποιείται σαν συντηρητικό, σαν συστατικό στις κόλλες και ως συντηρητική ουσία σε κόλλες και συγκολλητικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή βιομηχανικώς συμπιεσμένων (πρεσσαριστών) ξύλων όπως είναι οι μοριοσανίδες, ινοσανίδες, κόντρα πλακέ, σανίδες καλουπώματος (μπετοφόρμ). Τα συγκολλητικά αυτά περιέχουν ρητινόκολλα με βασική πρώτη ύλη την ουροφορμαλδεΐδη ή την φαινολοφορμαλδεΐδη. Επίσης περιέχεται σε επικαλυπτικές ουσίες χαρτιού, υφάσματα και κουρτίνες για να μην τσαλακώνονται, σε τεχνητές υφάνσιμες ύλες, και σε μονωτικά υλικά όπως ο αφρός ουροφορμαλδεΐδης και το μονωτικό του fiberglass.

Τα παρακάτω προϊόντα αποτελούν και τις πηγές εκπομπής φορμαλδεΐδης στο εσωτερικό περιβάλλον αφού απελευθερώνεται από τα προϊόντα αυτά σταδιακά ανάλογα με τη θερμοκρασία και την υγρασία που επικρατεί. Αποτελεί προϊόν καύσης του ξύλου, του τσιγάρου, της κηροζίνης, του φυσικού αερίου και από τις μηχανές εσωτερικής καύσης (οχήματα). Η ποσότητα της φορμαλδεΐδης που παράγεται κατά την καύση ποικίλλει ενώ τα έπιπλα που είναι κατασκευασμένα από πεπιεσμένο ξύλο περιέχουν χαμηλά ποσοστά για μεγάλες περιόδους.

Οι υψηλές θερμοκρασίες και τα υψηλά ποσοστά υγρασίας πρεσσαριστά ξυλά δεν πρέπει ποτέ να καίγονται σε κλειστούς χώρους, γιατί εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες φορμαλδεΐδης. Η έκθεση της φορμαλδεΐδης από τα ρούχα και τις κουρτίνες ελλατώνεται με την πάροδο του χρόνου και γι' αυτό μονό τα καινούρια ρούχα μυρίζουν.

Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70 οι κατασκευαστές χρησιμοποιούσαν αφρό ουροφορμαλδεΐδης (UFFI) στα κουφώματα των κτιρίων για τη διατήρηση της ενέργειας. Όταν παρατηρήθηκε όμως η αύξηση των συγκεντρώσεων φορμαλδεΐδης στο εσωτερικό αυτών των κτιρίων το υλικό αυτό σταμάτησε να προτιμάται.

Τα προβλήματα υγείας που μπορεί να προκαλέσει είναι ερεθισμοί στα μάτια, στη μύτη και στο λαιμό, βήχα, πόνους στο στήθος, άσθμα, κόπωση, ερεθισμό στο δέρμα, ναυτία, αιμορραγίες στη μύτη, πονοκεφάλους, ζαλάδες και καρκίνο. Η έκθεση σε μεγάλες ποσότητες φορμαλδεΐδης μπορεί να προκαλέσει πνευμονικό οίδημα, και βλάβες στο συκώτι, τα νεφρά και το κεντρικό νευρικό σύστημα.

Έχει παρατηρηθεί ότι τα προκατασκευασμένα σπίτια και τα τροχόσπιτα περιέχουν μεγάλες ποσότητες φορμαλδεΐδης λόγω των υλικών που είναι κατασκευασμένα και λόγω των μικρών διαστάσεων τους.

Η καλύτερη μέθοδος για την μείωση της έκθεσης σε φορμαλδεΐδη είναι να αποφεύγεται όσο το δυνατόν η χρήση υλικών που την περιέχουν. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακατέργαστη ξυλεία, ή μεταλλικά στοιχεία για την επίπλωση του χώρου. Η επιλογή και αγορά των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να γίνεται με κριτήριο την χαμηλή περιεκτικότητα τους σε φορμαλδεΐδη, όσον αφορά υφάσματα, επενδύσεις πατωμάτων, επίπλωση, μονώσεις, ταπετσαρίες τοίχων και χρωμάτων.

Επίσης θα πρέπει να ελέγχονται όλες οι μηχανές καύσης ότι είναι κατάλληλα ρυθμισμένες και δεν υπάρχουν επικίνδυνα ποσοστά διαρροών. Στους χώρους που τοποθετούνται προϊόντα τα οποία περιέχουν φορμαλδεΐδη θα πρέπει για κάποιο διάστημα το σύστημα εξαερισμού να δουλεύει συνέχεια ενώ υψηλά ποσοστά υγρασίας θα πρέπει να αποφεύγονται.

Εάν κάποια υλικά στην περιοχή έχουν απορροφήσει ποσότητα φορμαλδεΐδης, όπως χαλιά, γυψοσανίδες κτλ, θα πρέπει να απομακρυνθούν άμεσα, ειδάλλως θα αρχίσουν και αυτά να την απελευθερώνουν σιγά σιγά .

## 2.6 Ρύπανση βαρέων μετάλλων

Τα βαρέα μέταλλα όπως ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το κάδμιο, το αρσενικό, το αλουμίνιο, ο χαλκός και το θάλιο, αναφέρονται ως ρυπαντές του εσωτερικού περιβάλλοντος γιατί πολλές από τις πηγές τους βρίσκονται μέσα στους κλειστούς χώρους και προκαλούν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο. Οι κυριότερες πηγές των βαρέων μετάλλων είναι τα αλουμινένια σκεύη, τα οικοδομικά υλικά, ο μολυσμένος αέρας, το κάπνισμα, τα εντομοκτόνα, φάρμακα, χρώματα και τα καλλυντικά

### 2.6.1 Αμίαντος

Ο αμίαντος είναι ορυκτό πυριτικό άλας του ασβεστίου και του μαγνησίου και συναντάται με τη μορφή μικροσκοπικών ινών. Ο αμίαντος του εμπορίου αποτελείται κυρίως από χρυσολιτικό αμίαντο (σερπαντίτη), από λευκό τρεμολίτη και μπλε ριββεκίκη. Ήταν γνωστός διεθνώς ως χημική ένωση από τον δεύτερο π.Χ. αιώνα, και η ευρεία χρήση του στην οικοδομή ξεκίνησε το 1950. Σήμερα έχει απαγορευτεί σε πολλά προϊόντα επειδή αποδείχθηκε ότι η μακροπρόθεσμη έκθεση σε υψηλά επίπεδα αμιάντου προκαλεί αναπνευστικές ασθένειες και καρκίνο.

Ο αμίαντος έχει υψηλές μηχανικές ιδιότητες. Είναι ευκατέργαστος, έχει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση και στα άλατα έχει μικρό βάρος είναι θερμομονωτικός, ηχομονωτικός, πυράντοχος, κακός αγωγός του ηλεκτρισμού και πάνω από όλα οικονομικός. Για όλους αυτούς τους λόγους έχει πολλές εφαρμογές. Η μεγαλύτερη χρήση του γίνεται στο αμιαντοτσιμέντο το οποίο χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα ως οικοδομικό υλικό. Πλάκες επενδύσεων και διαχωριστικών σωλήνες ύδρευσης και αποχέτευσης, αεραγωγοί, πλάκες οροφής, επιχρίσματα, κεραμικά πλαστικά δαπέδου, βινύλιο κλπ. ήταν πριν από λίγα χρόνια, και πριν διαπιστωθεί η μεγάλη επικινδυνότητα του, οικοδομικά υλικά ευρείας χρήσης. Ακόμη και σήμερα χρησιμοποιείται στην υφαντουργία για την κατασκευή κουβερτών, σεντονιών, σχοινιών, κλωστών υφαντουργίας, κουρτινών κλπ, που είναι ανθεκτικά και πυράντοχα. Επίσης χρησιμοποιείται στη χαρτοποιεία για την κατασκευή χαρτιού ανθεκτικού σε μεγάλες θερμοκρασίες στη βιομηχανία αεροπλάνων και πυραύλων στη βιομηχανία ασφάλτου, ελαστικών, ρητίνης, χρωμάτων, κλπ. Ο αμίαντος είναι ένας από τους μεγαλύτερους ρυπαντές τόσο του εξωτερικού, όσο και του εσωτερικού περιβάλλοντος. Λόγω της μεγάλης επικινδυνότητας του θα πρέπει να αποφεύγονται όλα τα υλικά που περιέχουν αμίαντο. Αν έχουν εντοπισθεί τέτοια υλικά στον χώρο, θα πρέπει να προστατευθούν ώστε να μην απελευθερωθεί στον αέρα η βλαβερή ουσία λόγω καταστροφής τους. Τα υλικά αυτά δεν πρέπει να σκουπίζονται, τυλίγονται, κόβονται, γδέρνονται ή να τροχίζονται. Αν χρειαστεί να απομακρυνθεί ο αμίαντος από έναν χώρο δεν είναι μια διαδικασία την οποία μπορεί να κάνει ο οποιοσδήποτε αφού μπορεί να αποβεί μοιραίο και χρειάζεται η βοήθεια των ειδικών.

Σήμερα δεν χρησιμοποιούνται υλικά αμιάντου στις οικοδομικές, δεν μπορούν να αποκλεισθούν όμως μεμονωμένες περιπτώσεις όπως στα παλιά κυρίως κτίρια:

- Αμιαντοσιμεντόπλακες στις στέγες.
- Αμιαντοσιμεντοσανίδες στις οροφές και τα χωρίσματα.
- Αμιαντοσωλήνες σε δίκτυα ύδρευσης και αποχέτευσης.
- Πυροπροστατευτικά τοίχων και οροφής.
- Πατώματα από κεραμικά πλακάκια ή βινύλιο.
- Υλικά διακόσμησης και κατασκευής τζακιού.

Τα προβλήματα της έκθεσης σε αμίαντο αργούν αρκετά χρόνια να εμφανισθούν αλλά οδηγούν στη δημιουργία καρκίνου στον πνεύμονα, στο στομάχι, στο συκώτι, στο νεφρό, και οι καπνιστές έχουν αυξημένες πιθανότητες να νοσήσουν από καρκίνο. Οι ασθένειες αυτές προκαλούνται όταν ο άνθρωπος εισπνεύσει ίνες αμιάντου μερικές από τις οποίες, όπως οι βελονοειδείς ίνες του αμιφιβολιτικού αμιάντου, οδηγούνται στους πνεύμονες, όπου καρφώνονται σαν βελόνες βαθειά στον ιστό των πνευμόνων και παραμένουν εκεί για παρά πολλά χρόνια, χωρίς να απορρίπτονται ή να αλλοιώνονται για να προκαλέσουν τελικά καρκίνο στους πνεύμονες. Η κατάποση των ινών αμιάντου με το νερό ή το φαγητό δεν είναι επικίνδυνη αφού αποβάλλονται από τον ανθρώπινο οργανισμό με τις φυσιολογικές λειτουργίες.

## 2.6.2 Μόλυβδος

Είναι ένα πολύ διαδεδομένο στη φύση μεταλλικό στοιχείο και συναντάται κυρίως στο ορυκτό γαληνίτης με τη μορφή των σουλφιδίων του καθώς και στα ορυκτά κερουσίτης και αγγλελίτης.

Ο καθαρός μόλυβδος είναι βαρύ μέταλλο, γαλαζόγκριζου χρώματος, μαλακό, εύπλαστο με μικρή ελαστικότητα και μικρή αγωγιμότητα. Ήταν γνωστός από αρχαιοτάτων χρόνων και χρησιμοποιούνταν ευρέως στην κατασκευή υδροσωλήνων από την εποχή των Ρωμαίων μέχρι και πρόσφατα. Η κυριότερη χρήση του στη σύγχρονη εποχή όμως ήταν στην παρασκευή χρωμάτων, στα κεραμικά υλικά επενδυτικής διακόσμησης, σε παιδικά παιχνίδια, σε επιγραφές, σε μπαταρίες, κλπ.

Οι πηγές μόλυβδου είναι οι εξής:

- Τα χρώματα και οι διαφορές βαφές με βάση τον μόλυβδο, που είχαν ευρύτατη χρήση μέχρι πρόσφατα.
- Οι μολυβδοσωλήνες.
- Οι κάνουλες από ορείχαλκο και οι υδροσωλήνες που είναι κολλημένες με καλάι.
- Τα ηλεκτρικά καλώδια με επένδυση μόλυβδου.
- Τα κεραμικά σκεύη που είναι υπενδεδυμένα με μόλυβδο.



Όταν εισπνευσθεί εναποτίθεται στα διαφορά όργανα του ανθρώπινου οργανισμού και στα οστά όπου συσσωρεύεται προοδευτικά μέχρι που συγκεντρώσεις του να προκαλέσουν μολυβδίαση η οποία εκδηλώνεται με αναιμία, αδυναμία, δυσκοιλιότητα, κολικό, ακόμη και με παράλυση των καρπών και των ποδοκνημικών αρθρώσεων.

Πρέπει να αποφεύγεται η απομάκρυνση χρωμάτων και βαφών που περιέχουν μόλυβδο, με όποιον τρόπο κι αν αυτή γίνεται (τρίψιμο, αμμοβολή, η με φλόγιστρα), γιατί έτσι απελευθερώνεται μεγάλος αριθμός σωματιδίων μολυβδου στον αέρα. Επίσης, μεγάλες ποσότητες μολυβδου παρατηρούνται σε κατεδαφίσεις κτιρίων με χρωματισμούς από μόλυβδο, και πρέπει να γίνονται από ειδικευμένους μονό τεχνίτες.

Αποφυγή της μεταφοράς σκόνης και χρώματος που περιέχει μόλυβδο, κυρίως από άτομα που εργάζονται σε κατασκευές, κατεδαφίσεις, εργοστάσια χρωμάτων.

Πρέπει να ελέγχεται η υδραυλική εγκατάσταση κάθε κτιρίου, για να διαπιστωθεί η ύπαρξη μολυβδοσωλήνων, όπου στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει να αναιρεθούν και να ανατικατασταθούν.

### **2.6.3 Μεταλλικές ίνες**

Μικροσκοπικές μεταλλικές ίνες προερχόμενες από διαφορά μέταλλα αιωρούνται και μεταφέρονται τόσο στον εξωτερικό όσο και στον εσωτερικό αέρα. Οι ίνες αυτές ξεκολλούν από τις επιφάνειες των διαφόρων μετάλλων όταν αυτά υφίστανται επεξεργασία ή όταν χρησιμοποιούνται.

Παρά το μέγεθος των μετάλλων που τις εκπέμπουν, λόγω του μικροσκοπικού τους μεγέθους διαχέονται στον αέρα μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις και επικάθονται σε επιφάνειες. Το μέγεθος των συγκεντρώσεων τους ποικίλλει ανάλογα με τη χρήση των μετάλλων. Όταν τα μέταλλα υφίστανται επεξεργασία (σφυρηλάτιση, τριβή, λείανση, συγκόλληση κλπ) το πλήθος των εκπεμπόμενων ινών είναι μεγάλο ενώ όταν τα μέταλλα απλά χρησιμοποιούνται ο αριθμός των ινών είναι αρκετά μικρότερες.

### **2.7 Ραδόνιο**

Το ραδόνιο είναι άχρωμο, άοσμο, άγευστο και ραδιενεργό αέριο που προκύπτει από την διάσπαση του ουράνιου και του ράδιου. Το ουράνιο είναι συγκεντρωμένο σε περιοχές που εμφανίζονται γρανίτες, σχιστόλιθοι, ασβεστόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι και πισσουρανίτες. Όταν το ραδόνιο ελκύεται κάτω από το έδαφος που βρίσκεται το κτίριο μπορεί να διεισδύσει και στο εσωτερικό του. Είναι καρκινογόνο και προκαλεί καρκίνο του πνεύμονα στον άνθρωπο.

Το ραδόνιο μπορεί να εμφανισθεί σε οποιοδήποτε κτίριο είτε είναι παλιό είτε είναι καινούριο με ή χωρίς υπόγειο. Κινείται δια μέσω του εδάφους και εισέρχεται στα κτίρια μέσα από ρωγμές που συναντά στη θεμελίωση τους ραγίσματα στους τοίχους και τα πατώματα, αποχετευτικούς αγωγούς, καλώδια, δεξαμενές νερού, μπάνια και βρύσες.

Ο κίνδυνος καρκίνου του πνεύμονα λόγω έκθεσης του ανθρώπου στο ραδόνιο εξαρτάται κυρίως από τρεις παράγοντες τα επίπεδα συγκέντρωσης, τη διάρκεια της έκθεσης και τη συνήθεια του καπνίσματος.

Ο εντοπισμός του ραδονίου δεν γίνεται αντιληπτός χωρίς μετρήσεις καθώς η παρουσία του είναι άοσμη και επιπτώσεις δεν εμφανίζονται άμεσα άρα μονό μετά από αρκετά χρόνια. Η ΕΡΑ προτείνει να γίνεται έλεγχος σε όλους τους χώρους που βρίσκονται χαμηλότερα από τον τρίτο όροφο. Ακόμη όμως και αν δεν εντοπισθεί ραδόνιο σε ένα κτίριο υπάρχουν παράγοντες οι οποίοι το οδηγούν να εμφανίσει αργότερα όπως εργασίες ανακαινίσεων, αλλαγές σε συστήματα αερισμού, σεισμοί, οι εκσκαφές γύρω από το κτίριο. Ο έλεγχος πρέπει να γίνεται τουλάχιστον κάθε δυο χρόνια ή κάθε φορά που συμβαίνει κάποια από τις παρακάτω αλλαγές.

Τρόποι μείωσης των συγκεντρώσεων ραδονίου σε εσωτερικούς χώρους :

Όταν υπάρχουν υποψίες ή ενδείξεις ύπαρξης ραδονίου μέσα σε ένα κλειστό χώρο η πρώτη ενέργεια που πρέπει να γίνει είναι η ακριβής μέτρηση των συγκεντρώσεων του.

Για να παρεμποδισθεί η διείσδυση του ραδονίου στα κτίρια είναι αναγκαία η στεγανοποίηση της επιφανείας επαφής του κελύφους του κτιρίου με το έδαφος. Η στεγανοποίηση του κελύφους επιτυγχάνεται με τη βοήθεια διαφόρων τεχνικών. Μια από τις τεχνικές αυτές είναι η χρήση του διπλού δαπέδου, αποτελούμενου από δυο παράλληλες επιφάνειες από υλικό με χαμηλή περατότητα στον αέρα και υψηλή αντίσταση στη διάχυση ραδονίου. Μεταξύ των επιφανειών αυτών παρεμβάλλονται ένα στρώμα με υψηλή περατότητα (στρώμα αέρα, χαλίκια, κτλ.). Μεγαλύτερη μείωση του ραδονίου που προέρχεται από το έδαφος επιτυγχάνεται όταν το παρεμβαλλόμενο στρώμα αερίζεται, ή διατηρείται σε υποπίεση ή υπερπίεση σε σχέση με το εσωτερικό του κτιρίου και το έδαφος. Όταν χρησιμοποιείται μονό ένα απλό δάπεδο η τεχνική που εφαρμόζεται είναι η διατήρηση του εδάφους σε υπερπίεση ή υποπίεση.

Στην περίπτωση που εφαρμόζεται υπερπίεση στο έδαφος η ποσότητα του αέρα που εισέρχεται στο κτίριο αυξάνεται αλλά η περιεκτικότητά του σε ραδόνιο είναι αμελητέα γιατί ο αέρας προέρχεται από το περιβάλλον και απλά αναγκάζεται να διέλθει μέσα από το επιφανειακό στρώμα του εδάφους, που δεν ελκύει παρά ελάχιστο ή και καθόλου ραδόνιο. Κάτω από το καλά στεγανοποιημένο δάπεδο πρέπει να υπάρχει ένα διαπερατό στρώμα χαλικιών που να επιτρέπει τη διέλευση του πεπιεσμένου αέρα στο υπέδαφος ώστε το

ραδόνιο να απωθείται και να μην εισέρχεται στο κτίριο. Αν το έδαφος δεν είναι διαπερατό υπάρχει κίνδυνος να αυξηθεί το εισερχόμενο ραδόνιο στην περίπτωση που εφαρμόζεται υποπίεση στο έδαφος αυτό που επιδιώκεται είναι η αντιστροφή της φυσικής ροής του αέρα από το έδαφος προς το εσωτερικό του κτιρίου. Χαμηλώνοντας την πίεση του αέρα στο έδαφος αντιστρέφεται η διαφορά πιέσεως και ο αέρας κινείται από τους κατοικήσιμους χώρους στο έδαφος.

Η τεχνική αυτή απαιτεί ένα σχετικά μη διαπερατό στρώμα χαλικιών κάτω από το πάτωμα το οποίο να επιτρέπει τη δημιουργία υποπίεσης. Η απόδοση του συστήματος αυξάνεται αν κάτω από το υπόστρωμα των χαλικιών τοποθετηθεί μία στεγανή μεμβράνη (που όμως ενδέχεται να δημιουργήσει προβλήματα υγρασίας γιατί δεν επιτρέπεται τη στράγγιση του νερού). Προσοχή πρέπει να δίνεται ώστε να διατηρείται η υποπίεση κάτω από το δάπεδο και όταν λειτουργεί η θέρμανση ή το σύστημα μηχανικού αερισμού.

Μία άλλη μέθοδος όταν υπάρχει κενό κάτω από το δάπεδο είναι ο έντονος μηχανικός εξαερισμός του. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση των συγκεντρώσεων ραδονίου και, εφόσον το δάπεδο είναι επαρκώς στεγανό υποπίεση που εμποδίζει τη διείσδυση. Η στεγανότητα του δαπέδου είναι δυνατό να αυξηθεί με την τοποθέτηση πλαστικής μεμβράνης στην κάτω του επιφάνεια.

Μία ακόμη από τις κύριες στρατηγικές για τη μείωση των συγκεντρώσεων του ραδονίου είναι ο επαρκής εξαερισμός των χώρων, φυσικός ή τεχνητός. Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό του εσωτερικού αέρα (αεροκαθαριστές, ιονιστές, γεννήτριες όζοντος, κλπ.) δεν είναι αποτελεσματικές στην απομάκρυνση του ραδονίου.

Όταν ο χώρος εφοδιάζεται με νερό δικτύου ύδρευσης τότε δεν υπάρχει πρόβλημα ραδονίου γιατί το νερό ελέγχεται από τις εταιρείες ύδρευσης, οι οποίες το απομακρύνουν πριν τη διανομή του νερού εάν υπάρχει. Όταν όμως ο χώρος τροφοδοτείται από πηγάδι ή φυσική πηγή, το νερό αυτό θα πρέπει να ελέγχεται.

Στα νέα κτίρια που κατασκευάζονται σε περιοχές όπου υπάρχει πρόβλημα ραδονίου πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού με σκοπό την ενσωμάτωση τεχνικών παθητικής προστασίας των κτιρίων από το ραδόνιο όπως :

- Η ελαχιστοποίηση της επιφάνειας επαφής του κτιρίου με το έδαφος.
- Η καλή στεγανοποίηση του δαπέδου.
- Η αποφυγή κατασκευής υπογείων χώρων.
- Η αποφυγή σωληνώσεων και καλωδιακών συνδέσεων δια μέσω του δαπέδου.
- Η τοποθέτηση στεγανής μεμβράνης στο έδαφος ή στο κενό ανάμεσα στο έδαφος και στο δάπεδο.
- Η εξασφάλιση του καλού φυσικού αερισμού του κενού κάτω από το δάπεδο.
- Η τροφοδοσία του καυστήρα με εξωτερικό αέρα ώστε να μειωθεί η υποπίεση στο εσωτερικό του κτιρίου.

## 2.8 Βιολογικοί ρυπαντές

Οι βιολογικοί ρυπαντές είναι αόρατοι, μικροσκοπικοί μονοκύτταροι οργανισμοί (διάφορα μικρόβια) ή προϊόντα από μεγαλύτερους ζωντανούς οργανισμούς (ζώα και φυτά), που διαχέονται στον αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος τον οποίο και ρυπαίνουν. Ο ρυπογόνος αέρας εισπνεόμενος προκαλεί διάφορες ενοχλήσεις και ασθένειες, μερικές από τις οποίες είναι σοβαρές. Οι βιολογικοί ρυπαντές μπορεί να είναι τα βακτήρια, μύκητες και άλλα μικρόβια μεταφερόμενα μέσω του αέρα ή εκπεμπόμενα από διάφορες καλλιέργειες τους (μούχλες, κηλίδες, ακαθαρσίες, κλπ., τα ακάρια, έντομα, κατσαρίδες και άλλα αρθρόποδα. Επιπλέον τα προϊόντα απολέπισης των ζώων, τα ούρα των τρωκτικών, τα σάλια, περιττώματα, ούρα, ζώφια, παθογόνοι μικροοργανισμοί από κατοικίδια ζώα και η γύρη φυτών και λουλουδιών.

Οι επιδράσεις των βιολογικών ρυπαντών στην υγεία είναι αλλεργικές, μολυσματικές και τοξικές επιδράσεις

Αλλεργία είναι μια αντίδραση του οργανισμού προς ορισμένες ουσίες που καλούνται αλλεργιογόνα. Οι αλλεργικές αντιδράσεις κλιμακώνονται από ήπιες ενοχλήσεις μέχρι απειλητικές για την ζωή καταστάσεις όπως το αλλεργικό σοκ και η σοβαρή κρίση άσθματος. Γι' αυτό και οι ασθματικοί πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικοί όταν εκτίθενται σε βιολογικούς ρυπαντές.

Οι μολυσματικές επιδράσεις των βιολογικών ρυπαντών στην υγεία προκαλούνται από βακτήρια και ιούς με τη μορφή μολυσματικών ασθενειών, όπως η γρίπη, η ιλαρά, η φυματίωση κλπ. Μεταβιβάζονται από άνθρωπο σε άνθρωπο με διάφορους τρόπους. Μερικά βακτηρίδια και ιοί εισχωρούν στο εσωτερικό περιβάλλον με τον αέρα και μέσω των συστημάτων αερισμού-κλιματισμού-ύγρανσης και θέρμανσης, όπως το βακτήριο της νόσου των Λεγεωνάριων και το βακτήριο του πυρετού Pontiac.

Μερικοί βιολογικοί ρυπαντές και διάφορες μούχλες παράγουν τοξίνες που όταν εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό μπορούν να καταστρέψουν διάφορους ζωτικούς ιστούς. Υπάρχουν ενδείξεις ότι οι βιολογικοί ρυπαντές είναι δυνατόν να προκαλέσουν το σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου και το σύνδρομο της μόνιμης κούρασης, χωρίς τα επιστημονικά συμπεράσματα να είναι βέβαια. Είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι ασθένειες υπερευαισθησίας όπως η πνευμονίτιδα και ο πυρετός ύγρανσης οφείλονται σε αυτούς τους ρυπαντές.

Πηγές βιολογικών ρυπαντών είναι:

- Ο εξωτερικός αέρα που αντικαθιστά τον αέρα των κλειστών χώρων.
- Οι άνθρωποι που ζουν και εργάζονται στο εσωτερικό περιβάλλον φιλοξενούν και μεταφέρουν μικρόβια και ιούς.
- Τα κατοικίδια ζώα.
- Η σκόνη των κλειστών χώρων που φιλοξενεί τα ακάρια, τα οποία θεωρούνται η πιο μεγάλη πηγή αλλεργιογόνων.
- Τα διάφορα έντομα που πιθανώς βρίσκονται στο εσωτερικό περιβάλλον, τα οποία φιλοξενούν ή μεταφέρουν βιολογικούς ρυπαντές.
- Τα τροφικά, τα ούρα των οποίων περιέχουν μια πρωτεΐνη, η οποία όταν στερεοποιηθεί, κονιορτοποιείται και διαχέεται στον αέρα σαν βιολογικός ρυπαντής.
- Οι υγρές επιφάνειες που ευνοούν την ανάπτυξη μυκήτων με τη μορφή των διαφόρων ειδών μούχλας.
- Το χώμα και η κοπριά των φυτών εσωτερικού χώρου μέσα στην οποία αναπτύσσονται διαφορά μικρόβια και σκουλήκια.
- Τα διαφορά συστήματα θέρμανσης, ύγρανσης, κλιματισμού και εξαερισμού, τα οποία δεν συντηρούνται κανονικά ή όταν υγραίνονται λόγω διαρροών, υποβοηθούν την ανάπτυξη των ρυπαντών, και διαχέουν μετά στο εσωτερικό περιβάλλον.
- Τα χαλιά των εσωτερικών χώρων που φιλοξενούν ακάρια και μύκητες, όταν είναι υγρά ή νοτισμένα και δεν καθαρίζονται σχολαστικά.
- Τα δίκτυα ύδρευσης, το στάσιμο νερό (νερό σε ντεπόζιτα και δεξαμενές), ιδίως όταν παρουσιάζουν διαρροές.
- Οι μη αεριζόμενοι χώροι όπως υπόγεια και σοφίτες.

Η υγρασία του αέρα του εσωτερικού περιβάλλοντος πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 40-60%. Εκτός των ορίων αυτών ο αέρας θεωρείται ξηρός ή υγρός, αντίστοιχα και πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα. Όταν ο αέρας είναι ξηρός πρέπει να υγραίνεται. Αυτό επιτυγχάνεται με τον εξαερισμό των εσωτερικών χώρων και με συσκευές ύγρανσης (υγραντήρες). Ενώ όταν είναι πολύ υγρός ο αέρας ξηραίνεται με συσκευές ξήρανσης, τους ξηραντήρες.

Η υγρασία εισέρχεται μέσα στους κλειστούς χώρους είτε με τη μορφή υδρατμών είτε με τη μορφή νερού από ρωγμές ή διάκενα σε δάπεδα, τοίχους και στέγες. Η υγρασία του εξωτερικού χώρου που μεταφέρεται στο εσωτερικό περιβάλλον είναι ιδιαίτερα μεγάλη στα θερμά και υγρά κλίματα στα νησιά και τους παραλιακούς οικισμούς όπου εκεί συνιστάται η χρήση ξηραντών αέρα.

Τα κυριότερα μέτρα κατά της υγρασίας του εσωτερικού περιβάλλοντος είναι ο επαρκής εξαερισμός δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στον εξαερισμό υπογείων, λουτρών, σοφίτων, παταριών, ντουλαπών και γενικά χώρων που δεν αερίζονται, η χρήση εξαεριστήρων στους χώρους που υπάρχει υγρασία, όπως σε κουζίνες και μπάνια, η χρήση υγραντήρων και ξηραντών αέρα ανάλογα με τα επίπεδα υγρασίας. Επίσης ο καθαρισμός και συντήρηση όλων συσκευών που έρχονται σε επαφή με νερό, όπως τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης, τα δίκτυα ύδρευσης, αποχέτευσης, τα συστήματα κλιματισμού, ύγρανσης, ξήρανσης, κλπ, ο καθαρισμός επιφανειών, πάγκων κουζίνας και μπάνιου, υαλοπινάκων και απομάκρυνση της υγρασίας, η απομάκρυνση βρεγμένων ή νοτισμένων χαλιών και επανατοθέτησή τους αφού στεγνώσουν, η άμεση αποκατάσταση κάθε υδραυλικής βλάβης και η μόνωση οροφών, τοίχων, δαπέδων, όταν παρατηρείται εισροή νερού με διαφορά μονωτικά υλικά.

### **2.8.1 Βακτήρια**

Τα βακτήρια είναι ζωντανοί λοιμώδεις μικροοργανισμοί οι οποίοι μεταδίδονται μέσω των ανθρώπων, των ζώων και του αέρα. Αποτελούν μια από τις βασικότερες αιτίες απουσίας από την εργασία. Αναπτύσσονται σε κτίρια που παρουσιάζουν προβλήματα υγρασίας και αποτελούν βασικό λόγο για την κακή ποιότητα του αέρα στον εσωτερικό τους χώρο.

Μεταδίδονται μέσω των μολυσμένων ανθρώπων, από συστήματα εξαερισμού και κλιματισμού τα οποία έχουν μολυνθεί από υλικά τα οποία έχουν καταστραφεί λόγω υγρασίας, και από τα ζώα.

Η θεραπεία γίνεται με τη χρήση αντιβιοτικών τα οποία συνιστά γιατρός και θα πρέπει να ολοκληρώνεται η θεραπεία ακόμη και αν το άτομο αρχίσει να αισθάνεται καλύτερα. Τα φάρμακα θα πρέπει να φυλάσσονται σε δροσερό μέρος και όχι για μεγάλο διάστημα. Παράλληλα θα πρέπει να καταναλώνεται γιαούρτι το οποίο βοηθά στο να μην αναπτύσσονται μύκητες.

## 2.8.2 Γύρη

Η γύρη των φυτών μεταφέρεται με την βοήθεια του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και με την κίνηση των μελισσών στα λουλούδια και μπορεί να προκαλέσει σοβαρές αλλεργίες. Παράγεται από φυτά που υπάρχουν στο περιβάλλον όπως δέντρα τα οποία δεν έχουν φανταχτερά άνθη και είναι μικροί κόκκοι ανοιχτού χρώματος. Παράγεται κατά τη διαδικασία της γονιμοποίησης σε συγκεκριμένες εποχές του έτους. Λόγω του μικρού μεγέθους της μεταφέρεται με το ρεύμα του αέρα και μπορεί να ταξιδέψει πολλά χιλιόμετρα. Έχουν συλλεχθεί δείγματα γύρης σε απόσταση τετρακοσίων μιλίων από την ακτή ενώ στην Ανταρκτική έχει βρεθεί γύρη η οποία πρέπει να έχει ταξιδέψει εκατοντάδες μίλια μακριά.

Επίσης εκτός από τις αλλεργικές αντιδράσεις που μπορεί να προκαλέσει μπορεί να συλλέξει στην επιφάνεια της και άλλες επικίνδυνες ουσίες κατά τη διάρκεια της κίνησης της. Αυτές οι ουσίες υπάρχει περίπτωση να είναι τοξικές από μόνες τους ή να προκαλούν και αυτές αλλεργίες. Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι η αύξηση της εμφάνισης άσθματος οφείλεται άμεσα με το φαινόμενο αυτό.

Η γύρη προκαλεί το λεγόμενο αλλεργικό συνάχι το οποίο είναι μια από τις πιο συχνά εμφανιζόμενες χρόνιες ασθένειες. Τα αντι σώματα που παράγει ο ανθρώπινος οργανισμός είναι διαφορετικά για κάθε περίπτωση γύρης και όσο μεγαλύτερα τα ποσοστά συγκέντρωσης της τόσο πιο πολύ αυξάνεται και η πιθανότητα αλλεργικού κρούσματος. Τα τυπικά συμπτώματα στο αλλεργικό συνάχι είναι η καταρροή στη μύτη, το φτέρνισμα και η φαγούρα και δάκρυα στα ματιά.

Αυτά τα συμπτώματα παρουσιάζονται στον ανθρώπινο οργανισμό από την απελευθέρωση της ισταμίνης και αντιμετωπίζεται με τη χορήγηση αντισταμινικών φαρμάκων. Ο καλύτερος τρόπος για τη μείωση της έκθεσης στη γύρη είναι η χρήση του συστήματος εξαερισμού μέσω φίλτρων και όχι ο φυσικός αερισμός του χώρου. Ο τακτικός καθαρισμός βοηθά επίσης αρκετά.

## 2.9 Μούχλα και μύκητες

Η Μούχλα και οι μύκητες αναπτύσσονται όπου υπάρχει νερό και οργανική τροφή και προκαλούν αλλεργίες στον άνθρωπο. Μερικοί μύκητες παράγουν χημικές ουσίες όπως μυκητοξίνες και VOC's, τα οποία είναι τοξικά για τον άνθρωπο. Λόγω της οσμής που αναδύουν μπορούν να γίνουν αντιληπτοί χωρίς να είναι ορατοί. Αναπτύσσονται σε κοιλότητες στους τοίχους ή σε άλλα κρυφά σημεία και μπορούν να διεισδύσουν σε πολλά δομικά υλικά και να απορροφούνται από πορώδη υλικά και έπιπλα. Έχουν άμεση σχέση με την κακή ποιότητα αέρα στους εσωτερικούς χώρους και στη φύση συναντώνται στα φυτά, σε τρόφιμα και σε άλλα οργανικά υλικά. Επειδή είναι μικροσκοπικοί οργανισμοί μεταφέρονται μέσω του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων με αποτέλεσμα να μπορούν να αναπτυχθούν σε οποιοδήποτε μέρος που υπάρχει υγρασία και τροφή.

Αυτά μπορεί να είναι οι επενδύσεις τοίχων, ορόφων, τα χρώματα ,τα υλικά μονώσεων, τα λιπαντικά, τα απορρίμματα, τα χαλιά, τα υφάσματα, οι σάουνες , τα ανθοπωλεία και οι εξοχικές κατοικίες.

Απαιτούν ποσοστά υγρασίας τουλάχιστον 60% για να επιβιώσουν και αναπόφευκτα καταστρέφουν τα υλικά στις επιφάνειες που αναπτύσσονται. Συναντώνται μετά από πλημμύρες, σε υπονόμους , σε στέγες που στάζουν, σε πατημένα υπόγεια, σε διαρροές στις υδραυλικές εγκαταστάσεις, στον ατμό μαγειρέματος, στα μπάνια και στις κουρτίνες μπάνιου, σε βρεγμένα ρούχα, σε φούρνους και σε χαλιά τα οποία έχουν προσαρτηθεί απ' ευθείας στο τσιμέντο.

Τα προβλήματα υγείας τα οποία είναι δυνατό να προκληθούν μπορεί να είναι και μακροπρόθεσμα και βραχυπρόθεσμα. Άμεσα προκαλούνται ερεθισμοί στα ματιά, στη μύτη και στο λαιμό, πονοκέφαλοι, δυσκολία συγκέντρωσης και προσωρινή απώλεια μνήμης. Όλα αυτά τα συμπτώματα μαζί αποτελούν το <<σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου>> και υποχωρούν μετά από απομάκρυνση του ατόμου από το κτίριο. Χρόνιες παθήσεις που εμφανίζονται είναι αλλεργικές ρινίτιδες, άσθμα, πνευμονίες.

Για την μείωση της εμφάνισης των μυκήτων δεν αρκεί ο φυσικός αερισμός, ο οποίος βελτιώνει την ποιότητα του αέρα αλλά έχει πολλούς περιορισμούς αφού είναι ανεπαρκές μέσο για να διανεμηθεί ομοιόμορφα και να εξασθενίσει την μόλυνση και η ροή του δεν μπορεί να ελεγχθεί. Επίσης αύξηση του αερισμού μπορεί να αυξήσει την εισαγωγή γύρης στον εσωτερικό χώρο από το περιβάλλον.

- Θα πρέπει να διατηρούνται τα ποσοστά υγρασίας μεταξύ 40 και 60%.
- Να διατηρούνται οι χώροι καθαροί.
- Τα φυτά να ποτίζονται όσο χρειάζονται και να διατηρούνται υγιή.
- Να επισκευάζονται πιθανά ελαττώματα στις μονώσεις.
- Τα δοχεία να σκεπάζονται κατά το μαγείρεμα.
- Κατά το μαγείρεμα να δουλεύει ο αποροφητήρας.
- Κατά τη διάρκεια του μπάνιου να τίθεται σε λειτουργία ο εξαερισμός και να λειτουργεί για τουλάχιστον 15 λεπτά παραπάνω.
- Το άπλωμα των ρούχων να γίνεται εκτός κλειστών χώρων.
- Επαρκής θέρμανση κατά τη διάρκεια των υγρών μηνών.
- Να γίνεται τακτική απόψυξη στα ψυγεία και να απομακρύνονται όλα τα σταγονίδια από τις πόρτες τους.
- Χρήση διπλών ή τριπλών υαλοπινάκων. Δεύτερο προστατευτικό τζάμι είναι καλό να τοποθετείται από την εσωτερική πλευρά των παραθύρων για την αποφυγή εισροών υδάτων.
- Σχολαστικός καθαρισμός στο λουτρό με κατάλληλα καθαριστικά κατά της μούχλας.
- Να μην τοποθετούνται χαλιά στον χώρο του λουτρού.
- Τοποθέτηση κατάλληλων θηκών στις ηλεκτρικές σκούπες.
- Επαρκής αερισμός των υπογείων.



Η σωστή επιθεώρηση των χώρων θα πρέπει να γίνεται για τον εντοπισμό οσμής μουχλιασμένου υλικού, εμφάνισης υγρασίας σε τοίχους και παράθυρα, ρωγμών ή σκουριάς, ορατή ανάπτυξη μούχλας σε βιβλία, ρούχα, παπούτσια και ξεφλουδισμένα χρώματα.

### 2.9.1 Μυκητοξίνες

Πολλοί μύκητες κατά τον κύκλο του μεταβολισμού τους απελευθερώνουν κάποιες χημικές ουσίες τις καλούμενες μυκητοξίνες οι οποίες είναι τοξικές για τον άνθρωπο. Αυτές οι ουσίες αναπτύσσονται όπου υπάρχουν μύκητες και μούχλα, και βέβαια σε υλικά τα οποία εμφανίζουν μούχλα. Η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας αναφέρει ότι υπάρχουν πάνω από 200 διαφορετικές μυκητοξίνες που παράγονται από τους κοινούς μύκητες.

Οι μυκητοξίνες εμφανίζονται σε σπίτια, αγροκαλλιέργειες, τρόφιμα και κτίρια γραφείων. Αναπτύσσονται σε μουχλιασμένα οικοδομικά υλικά και σε κτίρια όπου έχει γίνει διάγνωση του «συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου». Σημεία με εμφανή υγρασία είναι ιδανικά για την ανάπτυξη μούχλας και μυκητοξινών.

Μπορεί να έχουν τοξικές επιδράσεις στον βλεννογόνο υμένα, στο ανοσοποιητικό σύστημα και να προκαλέσουν καρκίνο, βλάβη στο κεντρικό νευρικό σύστημα, στο συκώτι και στα νεφρά, κατά την βρώση μουχλιασμένων τροφίμων. Μπορεί να προκαλέσουν αλλεργική αντίδραση σε οποιονδήποτε τα εισπνεύσει γι' αυτό και η έκθεση του ανθρώπου σε αυτά θα πρέπει να ελαχιστοποιηθεί.

Οι μύκητες είτε παράγουν τοξίνες είτε όχι χρειάζονται δύο πράγματα για να ζήσουν: υγρασία και οργανική τροφή. Για να μειωθεί η πιθανότητα εμφάνισης τους θα πρέπει να γίνεται τακτική συντήρηση και καθαρισμός στα συστήματα εξαερισμού, κλιματισμού και θέρμανσης. Η εισροή ανεπιθύμητων υδάτων θα πρέπει να διακοπεί εντός 24 ωρών. Να σημειωθεί ότι δεν πρέπει να παραβλέπονται ποτέ οι μικρές διαρροές, αφού πολλές φορές προκαλούν μεγαλύτερες καταστροφές από μία πλημμύρα. Για τα ζεστά και υγρά κλίματα θα πρέπει να κατασκευάζεται κατάλληλη υγρομόνωση για την αποφυγή πιθανών εισροών υδάτων. Τοποθέτηση αφυγραντήρων σε υγρά κλίματα ώστε να διατηρείται η υγρασία σε ποσοστά μεταξύ 40 και 60%. Επαγγελματικός καθαρισμός και συντήρηση σε όλους τους χώρους του κτιρίου.

## 2.10 Παρασιτοκτόνα, Μικροβιοκτόνα, Εντομοκτόνα, Μυκητοκτόνα

Τα παρασιτοκτόνα είναι προϊόντα τα οποία προορίζονται για να σκοτώσουν τα οικόσιτα παράσιτα. Είναι ευρείας χρήσης σε όλα τα κτίρια και αποτελούν την κύρια πηγή μόλυνσης του εσωτερικού αέρα. Χρησιμοποιούνται για την εξολόθρευση εντόμων, μυρμηγκιών, τρωκτικών και μικροοργανισμών. Το δεύτερο συνθετικό –‘κτόνο’ σημαίνει θανατηφόρος γι’ αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την χρήση τους, ενώ πρέπει να τηρούνται πιστά οι οδηγίες τους. Το 1990 στις Ηνωμένες Πολιτείες αναφέρθηκε ότι πάνω από 79000 παιδιά κάτω των πέντε ετών είχαν πάθει δηλητηρίαση εξ’ αιτίας αυτών των προϊόντων.

Η σκόνη που κυκλοφορεί στο εσωτερικό των χώρων μολύνεται από αυτές τις ουσίες και απορροφάται από όλες τις επιφάνειες. Περιέχουν πολλά είδη χημικών σε ποικίλλες μορφές και η έκθεση σε αυτά προκαλεί κακό σε περίπτωση κακής χρήσης τους. Πολλά από τα χημικά που περιέχουν προκαλούν φαγούρα στο δέρμα, ερεθισμούς στα μάτια, άσθμα, ζαλάδες, σιαλόρροια, πονοκεφάλους, κόπωση, βλάβη στο συκώτι και στα νεφρά, μυϊκοί πόνοι, προβλήματα στο κεντρικό νευρικό σύστημα και θάνατο. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας πάνω από 3 εκατομμύρια κόσμου αρρωσταίνουν ενώ γύρω στα 220.000 άτομα πεθαίνουν παγκοσμίως κάθε χρόνο. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την επιβλαβή έκθεση σε αυτά όπως :

- Ο τύπος του παρασιτοκτόνου.
- Η συνολική κατάσταση υγείας του ατόμου που εκτίθεται.
- Ο τρόπος έκθεσης: η εισπνοή τους κατά την διάρκεια μιας κανονικής χρήσης (ψεκασμός) είναι αναπόφευκτη. Επίσης απορροφούνται και από το ίδιο το δέρμα και εισέρχονται στο ανθρώπινο αίμα, οπότε μπορούν να μεταφερθούν σε οποιοδήποτε ζωτικό όργανο.
- Αν η έκθεση σε αυτά συνδυάζεται και με άλλα χημικά.
- Διάρκεια έκθεσης: όσο μεγαλύτερη, τόσο αυξάνεται ο κίνδυνος.

Τα περισσότερα παρασιτοκτόνα είναι πολύ τοξικά για τον άνθρωπο. Θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη σημασία στις ετικέτες των συσκευασιών τους. Οι τρόποι μείωσης της έκθεσης είναι η εξής:

- Εκκένωση των χώρων που έχει γίνει χρήση τέτοιων χημικών για αρκετές ώρες μέχρι να επανακαταληφθούν.
- Τήρηση των χώρων σε καθαρή κατάσταση, με την απαραίτητα υγρασία και επαρκή αερισμό, ώστε να αποφεύγεται η εμφάνιση των παρασίτων, εντόμων και τρωκτικών.
- Κλείσιμο ρωγμών και χρήση ατμού στις επικίνδυνες περιοχές.
- Χρήση μη χημικών λύσεων όπως μυγοσκοτώστρες, παγίδες, βιολογικών παρασιτοκτόνων, τακτικός καθαρισμός των φυτών και των ζώων που ζουν στον χώρο.

- Να μην χρησιμοποιούνται έντονα αποσμητικά και αρώματα, τα οποία προσελκύουν τα κουνούπια.
- Χρήση κίτρινων λαμπτήρων που διώχνουν τα έντομα.
- Διατήρηση του κάδου απορριμάτων σε καθαρή κατάσταση.
- Σκόνη, σωματίδια και ίνες

Αυτά τα μικρά σωματίδια που βρίσκονται μέσα σε σπίτια και γραφεία δεν είναι και τόσο αβλαβή, όσο φαίνονται. Η σκόνη θεωρείται ότι προκαλεί τα περισσότερα προβλήματα στα αλλεργικά άτομα, κι αυτό γιατί αποτελείται από συνδυασμό πολλών πραγμάτων. Συμπεριλαμβάνονται ίνες από υφάσματα, τριχίδια βαμβακιού, τρίχωμα από γάτες, σκύλους και άλλα ζώα, βακτήρια, μύκητες, κόκκους από φυτά τα οποία μπορούν να προκαλέσουν αλλεργικές αντιδράσεις.

Η σκόνη συλλέγεται σε διάφορα σημεία, όπως:

- Υφασμάτινες επιφάνειες, όπως χαλιά, κουρτίνες κλπ.
- Ανοιχτά ράφια
- Υλικά που περιέχουν αμίαντο σε κακή κατάσταση.

Για να μειωθεί η συγκέντρωση της σκόνης σε κλειστούς χώρους θα πρέπει να καθορίζονται συχνά τα δωμάτια και τα ντουλάπια με βρεγμένο ύφασμα πράγμα το οποίο δεν πρέπει να το κάνει κάποιος που υποφέρει από αλλεργίες. Τα πατώματα θα πρέπει να σφουγγαρίζονται και όχι να γίνεται στεγνό καθάρισμα, αφού με το σκούπισμα η σκόνη απλώς μεταφέρεται και δεν απομακρύνεται.

## 2.12 Πλαστικά

Τα Πλαστικά υπάρχουν παντού στην σημερινή κοινωνία λόγω της ευρύτατης χρήσης τους. Για παράδειγμα το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) είναι ένας τύπος πλαστικού πολύ κοινό στα οικοδομικά υλικά.. Χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις γιατί είναι πολύ οικονομικά και εύκολα στη χρήση τους. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν σημαντικά μειονεκτήματα.

Τα Πλαστικά παρασκευάζονται από ορυκτά καύσιμα, τα οποία είναι περιορισμένης διαθέσιμης ποσότητας. Πολλά από αυτά απαιτούν επικίνδυνα χημικά για να παρασκευασθούν και πολλοί εργάτες που δούλευαν σε βιομηχανικές παραγωγές PVC αρρώστησαν από καρκίνο στο συκώτι.

Παράλληλα δημιουργούν περιβαλλοντική απειλή αφού ανακυκλώνονται πολύ δύσκολα. Και όταν μπορούν να ανακυκλωθούν δεν επαναφέρονται στην αρχική τους κατάσταση ώστε να επαναχρησιμοποιηθούν. Το χαρτί, για παράδειγμα, ανακυκλώνεται ξανά σε χαρτί και τα γυάλινα βάζα ανακυκλώνονται ξανά για την ίδια χρήση. Τα Πλαστικά που ανακυκλώνονται όμως έχουν διαφορετικές χρήσεις. Τα Πλαστικά μπουκάλια όταν ανακυκλώνονται επαναχρησιμοποιούνται σε υδρορροές, παιχνίδια, μοκέτες, κλπ. Μερικά Πλαστικά όπως το PVC, κατά την καύση τους απελευθερώνουν επικίνδυνα χημικά στην ατμόσφαιρα όπως διοξίνες.

Παρ' όλα αυτά κατά τη διάρκεια της ζωής αυτών των προϊόντων τα πλαστικά θεωρούνται ασφαλή για τον άνθρωπο. Το πρόβλημα εμφανίζεται όταν αυτά θερμαίνονται. Μια πρόσφατη ερευνά στην Φινλανδία έδειξε ότι τα Πλαστικά που βρίσκονται σε εσωτερικούς χώρους μπορούν να προσκαλέσουν αναπνευστικά προβλήματα στα παιδιά.

### **2.12.1 Πλαστικοποιητές**

Είναι γνωστοί ως φθαλεΐνες και προσδίδουν στα πλαστικά ελαστικότητα και διάρκεια. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή του PVC ώστε να παρέχουν ελαστικότητα στα ηλεκτρικά καλώδια, σε σωλήνες, τσιμούχες και σε φύλλα βινυλίου για πατώματα. Υπάρχουν κάποιες υποψίες ότι μερικές φθαλεΐνες επηρεάζουν το ενδοκρινολογικό σύστημα και προκαλούν καρκίνο στο στήθος ενώ προκαλούν προβλήματα και στο αναπαραγωγικό σύστημα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>** **ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΠΤΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΤΩΝ** **ΚΤΙΡΙΩΝ**

Την περασμένη δεκαετία έγινε φανερό ότι τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ενός κτιρίου αποτελούν τον βασικό παράγοντα για τη μόλυνση του εσωτερικού περιβάλλοντος κυρίως όσον αφορά τη ρύπανση με VOC's. Οι οργανικές αυτές πτητικές ενώσεις βρίσκονται στα υψηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια της κατασκευής ή της ανακαίνισης ενός κτιρίου.

Κατά τη διάρκεια μιας μελέτης μετρήθηκαν οι εκπομπές αυτών των αερίων από πέντε ευρέως χρησιμοποιημένα υλικά: τρεις επενδύσεις δαπέδων από πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), βερνίκι σε παρκέ από οξιά, μοκέτα από νάυλον με ενισχυτικό λάτεξ, στεγαστικό ακρυλικό υλικό, και μπογιά με βάση το νερό σε ξηρότοιχο. Βρέθηκε ότι οι οσμές που αναδύονταν από τον τοίχο και το βερνίκι άρχισαν να μειώνονται μέσα στις δυο πρώτες εβδομάδες, ενώ για τα υπόλοιπα υλικά χρειάστηκε πολύ περισσότερο διάστημα. Μερικά από αυτά εξακολούθησαν να μολύνουν τον αέρα ακόμα και όταν οι συγκεντρώσεις των πτητικών οργανικών ενώσεων ήταν πολύ χαμηλές.

Στο εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου εντοπίζεται ο αμίαντος. Ο αμίαντος μπορεί να εντοπισθεί σε τσιμεντένιες στέγες και όψεις. Επίσης απαιτείται επιπλέον αερισμός όταν έχει χρησιμοποιηθεί δομική ξυλεία. Κάποιοι συνθετικοί στόκοι περιέχουν VOC's, και συγκροτούν την υγρασία σε εσωτερικούς τοίχους, οπότε μπορεί να οδηγήσουν στην ανάπτυξη μούχλας.

Όσο αφορά τις μονώσεις η φορμαλδεΐδη μπορεί να εντοπισθεί σε μονώσεις από αφρό ή fiberglass. Επίσης κάποιες μονώσεις από σιλικόνη ή συστατικά χαρτιού, είναι ευπαθή υλικά για την ανάπτυξη μούχλας.

Πολλοί μελετητές προσπαθούν να εμποδίσουν τα προβλήματα του εσωτερικού αέρα, προτείνοντας χαμηλής τοξικότητας κατασκευαστικά υλικά όπως κόντρα πλακέ και διαχωριστικά άνευ φορμαλδεΐδης τα οποία βοηθούν σημαντικά στη μείωση των επιπέδων της μόλυνσης.

Το πολυβινυλοχλωρίδιο PVC είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πλαστικό στις κατασκευές. Στις υδραυλικές εγκαταστάσεις όμως συγκριτικά με τους χαλκοσωλήνες εμφανίζει περισσότερες διαρροές συνεπώς και περισσότερες πιθανότητες εμφάνισης υγρασίας, άρα και προβλημάτων μούχλας. Επίσης το PVC χρησιμοποιείται πολύ συχνά στα πατώματα και στις εξωτερικές επενδύσεις.

Το τσιμέντο αποτελεί το βασικό συστατικό του σκυροδέματος. Ανακαλύφθηκε τα το 1824 στην Αγγλία από τον Joseph Aspdin, και πήρε το όνομα του από έναν λίθο λατομείου που προσομοίαζε με αυτόν από το

Portland ( Portland cement). Η τσιμεντοκονία που τοποθετείται κάτω από την επένδυση του δαπέδου μπορεί να περιέχει χημικά όπως φαινόλες. Σε σκυρόδεμα τα οποία είναι πολύ υψηλής περιεκτικότητας σε πτητικές οργανικές ενώσεις και πρέπει να εφαρμόζονται αφού έχει εκκενωθεί ο χώρος. Απαιτούνται αρκετές εβδομάδες για να μειωθούν τα επίπεδα αυτών των ενώσεων σε αποδεκτά για τον άνθρωπο όρια ενώ απαιτείται επαρκής εξαερισμός του χώρου.

Μολονότι το σκυρόδεμα αποτελεί ένα από τα καλύτερα υλικά για άτομα ευαίσθητα στα χημικά κατά περίπτωση προστίθενται βιοκτόνα τα οποία ελκύουν επικίνδυνες ουσίες στο εσωτερικό του κτιρίου. Για την αποφυγή αυτών των προβλημάτων θα πρέπει να χρησιμοποιείται η ελάχιστη απαιτούμενη ποσότητα τέτοιων ουσιών ή να τοποθετείται κάποιο μονωτικό υλικό πάνω από το σκυρόδεμα ώστε να μειωθούν αυτές οι εκπομπές. Παρόλα αυτά τα μονωτικά αυτά μπορεί να αποτελέσουν από μόνα τους κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

Πολύ σημαντικό για τους εργάτες που κατασκευάζουν το κτίριο με τσιμέντο, είναι να είναι εξοπλισμένοι με κατάλληλη προστατευτική ένδυση όπως λαστιχένια γάντια και μπότες καθότι το τσιμέντο είναι υπεύθυνο αρκετές φορές για ερεθισμούς τους δέρματος.

Στα εσωτερικά διακοσμητικά χωρίσματα τα οποία είναι κατασκευασμένα από πεπιεσμένο ξύλο ελκύονται αλδεΐδες όπως η φορμαλδεΐδη και είναι ευπαθή στη διατήρηση της υγρασίας άρα και στην ανάπτυξη τοξικών ουσιών όπως της μούχλας. Επίσης τα πλαστικά χωρίσματα περιέχουν διαλυτικά και παρασιτοκτόνα. Αυτά τα υλικά είναι πολύ απορροφητικά και συγκροτούν χημικές ουσίες και οσμές που ελκύονται από άλλες πηγές όπως τα χρώματα και οι κόλλες.

Χρώματα, επενδύσεις, μονωτικά υλικά, κόλλες. Αυτά τα υλικά χρησιμοποιούνται ως συνδετικά μέσα, για να σφραγίσουν, να καλύψουν ή να καλλωπίσουν τα δομικά υλικά ενός κτιρίου, και αποτελούν σημαντικές πηγές εκπομπής πτητικών οργανικών ενώσεων.

Επιπλέον οι επίπεδες στέγες απαιτούν την εφαρμογή ασφάλτου και πίσσας για μόνωση, υλικά τα οποία περιέχουν VOC's και ελκύουν έντονες οσμές. Κάποιες μονωτικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται εκπέμπουν φορμαλδεΐδη, αμμωνία και αμίνες. Αυτές οι ουσίες εισέρχονται στο κτίριο μέσω πιθανόν ρωγμών και χαραμιάδων.

Σε κάποιες περιοχές έχουν ήδη λάβει δράση για τον έλεγχο της εκπομπής αερίων από τα δομικά υλικά. Για παράδειγμα, στην Ευρώπη τοποθετούνται προαιρετικά ετικέτες στα υλικά στις οποίες αναγράφεται ο δείκτης επηροής τους στην ποιότητα του αέρα το πρόγραμμα αυτό αναπτύχθηκε και τέθηκε σε εφαρμογή στη Δανία και στις Σκανδιναβικές χώρες. Στην Φινλανδία έχει προωθηθεί οδηγός ο οποίος προτείνει πιο υγιή και

πιο άνετα κτίρια. Αυτός ο οδηγός περιγράφει τρεις κατηγορίες υλικών βασισμένες στην περιεκτικότητά τους σε VOC's, φορμαλδεΰδη και αμμωνία, και προτείνεται η επιλογή υλικών από την κατηγορία με τις μικρότερες συγκεντρώσεις. Στην Γερμανία οι εκπομπές φορμαλδεΰδης από υλικά με βάση το ξύλο αλλά και άλλα καρκινογόνα υλικά έχουν περιορισθεί.

### 3.1 Μονώσεις

Ο αμιάντος όπως ήδη έχουμε αναφέρει είναι ορυκτή μεταλλική ίνα η οποία στο παρελθόν χρησιμοποιείται ευρέως στα δομικά υλικά για τις μονώσεις και για την πυροπροστασία του κτιρίου. Πριν τη δεκαετία του '70 τον χρησιμοποιούσαν στα προϊόντα δόμησης γιατί ήταν πυρασφαλής αποτελούσε καλό θερμομονωτικό υλικό και μπορούσε να αποτελέσει εύχρηστο υλικό σε υφάσματα, σωλήνες, λέβητες, αγωγούς ατμού και επενδύσεις. Ο αμιάντος αποτελούσε ιδανικό υλικό για θερμική και ηλεκτρική μόνωση για περισσότερο από πενήντα χρόνια, αλλά η παραγωγή και η χρήση του σήμερα έχει απαγορευτεί. Έχει αποδειχθεί ότι ήταν υπεύθυνος για καρκίνους, όπως ο τύπος καρκίνου του πνεύμονα και του γαστρεντερικού καρκίνου. Αυτό δεν σημαίνει ότι δεν υφίστανται σήμερα στις κατασκευές.

Το 1970 εκφραστήκαν υποψίες για τις επιπτώσεις του συγκεκριμένου υλικού στην ανθρώπινη υγεία. Σήμερα κανένα παρόμοιο υλικό δεν εκπέμπει τόσο μεγάλες ποσότητες φορμαλδεΰδης και βρίσκονται όλα σε εξονυχιστικό έλεγχο.

Το fiberglass είναι ένα μαλακό υλικό σε ίνες οι οποίες φτιάχνονται από λιωμένη άμμο μαζί με ανόργανα συστατικά, και είναι ένα πολύ χρήσιμο υλικό εξαιτίας των φυσικών ιδιοτήτων του. Τα υλικά που κατασκευάζονται από fiberglass είναι ηχομονωτικά, θερμομονωτικά ενισχυτικά και βοηθούν και στην υγρομόνωση. Η διάμετρος των ινών του κυμαίνονται από ένα έως εννέα χιλιοστά. Μια από τις χρήσεις του είναι στον υαλοβάμβακα και στις μονώσεις. Στο παρελθόν χρησιμοποιήθηκε ως ένα ασφαλές υποκατάστατο του αμιάντου αλλά σήμερα ερευνώνται οι επιπτώσεις του στην ανθρώπινη υγεία.

Συναντάται σε σοφίτες, εσωτερικούς χώρους και συχνά αεραγωγούς των συστημάτων αερισμού κτιρίων που κατασκευασθήκαν μέχρι το 1980, ως μόνωση της θερμοκρασίας και του αέρα αλλά και του θορύβου των μηχανημάτων (φερωτές). Επίσης σε επενδύσεις εσωτερικών οροφών σε συνθετικά υφάσματα και σε ηχομονώσεις.

Τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται στον άνθρωπο εμφανίζονται σχεδόν αμέσως μετά την έκθεση και μπορεί να είναι οι δερματικοί ερεθισμοί όπως κνησμός, κοκκινίλες, οιδήματα, ερεθισμοί στα ματιά, ερεθισμοί στη μύτη και στο λαιμό και με την εισπνοή μπορεί να προκληθεί βήχας, βρογχίτιδα και δυσκολία στην αναπνοή. Επίσης η μακροπρόθεσμη έκθεση σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να οδηγήσει σε μόνιμη βλάβη του πνεύμονα και υπάρχουν περιορισμένα στοιχεία που δείχνουν ότι το φίμπεργκλας προκαλεί

καρκίνο στα ζώα. Όταν χρησιμοποιείται σε συστήματα εξαερισμού υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης μούχλας και μυκήτων αφού συγκροτεί την υγρασία για παρά πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα.

Οι τρόποι μείωσης της έκθεσης στο fiberglass ποικίλουν όπως η τοποθέτηση κάποιου ασφαλέστερου αντικατάστατου, ο χώρος εργασίας να είναι καλά αεριζόμενος, κατάλληλη ενδυμασία κατά τη διάρκεια τοποθέτησης του, όπως γάντια, προστατευτικά γυαλιά, μάσκα και μακριά παντελόνια, οι εργάτες που χρησιμοποιούν αυτό υλικό δεν πρέπει να τρώνε, να πίνουν και να καπνίζουν την ώρα που εργάζονται, αφού όλα αυτά είναι πιθανόν να έχουν μολυνθεί, άμεση αντικατάσταση του υλικού που έχει βραχεί μέσα στους αεραγωγούς και τις σωληνώσεις και τέλος εάν διαπιστωθούν κάποια από τα συμπτώματα να διακοπεί κάθε εργασία.

Η σιλικόνη αποτελεί ένα από τα καλύτερα ανακυκλωμένα υλικά στις μονώσεις. Περιέχει πυρασφαλή χημικά και ακρυλικά συνδετικά υλικά κατά περίπτωση. Μακροπρόθεσμα το μεγαλύτερο μειονέκτημα της είναι ότι υπάρχει πιθανότητα απώλειας των χημικών κατά της φωτιάς αφού το βορικό άλας είναι διαλυτό στο νερό και μπορεί να διαπεράσει τη μόνωση όταν αυτή έρθει σε επαφή με το νερό. Η συγκεκριμένη μόνωση περιέχει μόρια από πολυεστέρα και βαμβάκι μαζί με πλαστικές ίνες και βορικό άλας για αντίσταση στα παράσιτα και τα καυσαέρια και είναι 15-20% ακριβότερη από μια κοινή μόνωση με fiberglass.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αφρού για μονώσεις, όπως αυτός της πολυουρεθάνης και της πολυστερόνης. Το στυρένιο που περιέχεται στη μόνωση πολυστερόνης μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς στα ματιά, στη μύτη και σε ολόκληρο το αναπνευστικό σύστημα. Επίσης πονοκεφάλους, κόπωση, ζαλάδες, δυσφορία, αδυναμία, πιθανές διαταραχές στο συκώτι και στο αναπαραγωγικό σύστημα. Τέτοιοι αφροί περιέχουν ρητίνες από ανακυκλωμένα πλαστικά (EPS) και είναι εύκολα ανακυκλώσιμα υλικά αφού λιώνουν εύκολα και μετατρέπονται σε άλλα προϊόντα. Μαζί με κάποιες άλλες καρβολικές ενώσεις που περιέχουν όμως, καταστρέφουν το στρώμα του όζοντος. Κατά την παραγωγή της πολυστερόνης χρησιμοποιείται πεντάνιο το οποίο είναι ένα εύφλεκτο αέριο.

Σήμερα υπάρχουν κάποιοι νέοι τύποι αφρού μόνωσης όπως για παράδειγμα ο αφρός που αποτελεί μίξη διοξειδίου του θείου με νερό ο οποίος, ενώ δεν έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στο περιβάλλον, τα αποτελέσματα του δεν είναι κα τόσο ικανοποιητικά, και τοποθετείται σε εσοχές στους τοίχους. Έχει μαλακό αφρό, και όχι ακαμπτο σαν της πολυουρεθάνης. Δεύτερη περίπτωση αποτελεί ο ανόργανος αφρός από οξείδιο του μαγνησίου ο οποίος τοποθετείται με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα και είναι φιλικός προς το περιβάλλον.



Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σχετικά με τις μονώσεις. Κάποια υλικά της μόνωσης με τη βοήθεια του αέρα μετατοπίζονται και τη θέση τους παίρνει η σκόνη και οι ακαθαρσίες με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοσή τους. Τα υλικά της μόνωσης θα πρέπει να επιλέγονται ώστε να διαρκούν αρκετά χρονιά και να μην γίνεται οικονομική σπατάλη, η κατάλληλη τοποθέτηση της μόνωσης σε ένα κτίριο συντελεί στην εξοικονόμηση ενέργειας επίσης χρειάζεται μείωση της χρήσης των υλικών που καταστρέφουν το όζον και η επιλογή ανακυκλωμένων υλικών και σε περίπτωση αντικατάστασης της θα πρέπει να γνωρίζουμε ότι η παλιά μόνωση είναι ανακυκλώσιμη.

## 1.2 Υλικά επίστρωσης δαπέδων

Το δάπεδο βινυλίου αποτελείται από ένα στρώμα μίξης πολυβινυλοχλωριδίου με πλαστικοποιητές και άλλες προσμίξεις όπως μυκητοκτόνες ουσίες το οποίο ενισχύεται με αλλά αφρώδη πλαστικά υλικά. Αποτελεί σημαντική πηγή εκπομπής πτητικών οργανικών ουσιών και οσμών αλλά και διαφορών διαλυτικών ουσιών.

Οι μοκέτες και τα χαλιά είναι ευρέως χρησιμοποιούμενα σε σπίτια, δημοσιά κτίρια, εμπορικά καταστήματα και σχολεία. Αποτελεί το πρώτο προϊόν που μελετήθηκε για τις επιπτώσεις του στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα και βρέθηκε να περιέχει πτητικές οργανικές ενώσεις. Οι βιομηχανίες μοκετών οικειοθελώς προσφέρθηκαν να κάνουν μετρήσεις το 1992 και να κατηγοριοποιήσουν τα προϊόντα τους. Με τη βοήθεια αυτού του προγράμματος οι καταναλωτές θα μπορούσαν να επιλέξουν προϊόντα χαμηλής εκπομπής τέτοιων ενώσεων τον αέρα. Τα χαλιά αυτά πρέπει να καθαρίζονται έτσι ώστε η σκόνη και η βρωμιά που έχει συσσωρευθεί να απομακρύνεται αποτελεσματικά. Τα χαλιά είναι μια από τις πιο κοινές επενδύσεις πατωμάτων, και συναντάται σε κτίρια γραφείων, σπίτια, σχολεία, αυτοκίνητα, εμπορικά κτίρια, κλπ. Τα προβλήματα που αναφέρονται σχετικά με την ποιότητα του αέρα, συχνά συνδέονται με τις εκπομπές ενώσεων και την εμφάνιση μούχλας όταν τα χαλιά δεν συντηρούνται και δεν καθαρίζονται σχολαστικά. Όπως κάθε καινούριο προϊόν νοικοκυριού και επίπλωσης έτσι και τα καινούρια χαλιά μπορεί να αποτελέσουν πηγή χημικών εκπομπών. Τα περισσότερα χαλιά που χρησιμοποιούνται σε κατοικίες και σε δημοσιά κτίρια περιέχουν συνθετικά υλικά, συνήθως νάϋλον ή ολεφίνη. Τα κομμάτια του τάπητα τοποθετούνται σε υπόστρωμα από ελαστικό λάτεξ με στυρένιο-βουταδιένιο ή άλλες φορές κατασκευάζονται από σκληρή επένδυση πολυβινυλοχλωριδίου ή ρητίνες από υδρογονάνθρακες. Οι οσμές που αναδύονται μετά την τοποθέτηση καινούρια μοκέτας προέρχονται συνήθως από το 4 – φαινυλοκυκλοεξάνιο το οποίο παράγεται από το λάτεξ που χρησιμοποιείται ως συνδετικό υλικό των ινών. Η μυρωδιά αυτή μπορεί να ανιχνευτεί από την ανθρώπινη οσμή ενώ τοξικολογικές έρευνες έχουν δείξει ότι δεν αποτελεί κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Γενικά οσμές που αναδύονται κατά την τοποθέτηση καινούριας μοκέτας μειώνονται κατά τη διάρκεια της πρώτης εβδομάδας ενώ

εξαφανίζονται εντελώς μέσα σε ένα μηνά. Υπάρχουν όμως και μοκέτες με διαφορετικά χημικά και επενδύσεις τα οποία δεν έχουν αυτή τη μυρωδιά.

Ακόμη οσμές μπορεί να αναδυθούν από καινούρια μοκέτα λόγω των διαλυτικών που έχουν χρησιμοποιηθεί κατά την παραγωγή της αλλά και από τις κόλλες που τοποθετούνται κατά την εφαρμογή της στο δάπεδο. Μοκέτες με ενίσχυση από PVC είναι ευαίσθητες στην υγρασία ενώ περιέχουν πλαστικοποιητές που αντιδρούν με την υγρασία και παράγουν μια γλυκιά μυρωδιά. Εκτεταμένη υγρασία στο δάπεδο προκαλεί την ανάπτυξη μούχλας στο κάτω μέρος του και τελικά στις ίνες του. Τα χαλιά και οι μοκέτες περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις όπως το στυρένιο, το 1,2 - διχλωροαιθάνιο, το αιθυλικό, το βενζόλιο, το τολουένιο, το 1,1,1 - τριχλωροαιθάνιο, το διμεθυλοβενζόλιο

Η φορμαλδεΐδη δεν αποτελεί συστατικό κατά την παραγωγή των χαλιών και έτσι δεν εντοπίζεται. Καμιά φορά όμως ανιχνεύεται κατά την αφαίρεση παλιών μοκετών λόγω του ότι έχει απορροφηθεί από τις εκπομπές άλλων οικοδομικών υλικών του κτιρίου. Το στυρένιο συνήθως έχει ελάχιστες άμεσες επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, αλλά μπορεί να παραμείνει στον οργανισμό μέχρι και 13 ημέρες μετά την έκθεση του ατόμου στην ένωση αυτή.

Η μούχλα μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα χαλί όταν αυτό παραμείνει για καιρό νοτισμένο με υγρασία ή καταστραφεί από νερό. Όταν καθορίζονται τα χαλιά θα πρέπει να στεγνώσουν μέσα σε εικοσιτέσσερις ώρες ώστε να αποφευχθεί η ανάπτυξη μούχλας. Ακόμη θα πρέπει να υπάρχει επαρκής αερισμός ώστε να στεγνώσει γρήγορα η υγρασία. Μοκέτες οι οποίες έχουν μουλιάσει ή καταστραφεί από νερό θα πρέπει να αντικαθίστανται άμεσα. Όταν οι μοκέτες τοποθετούνται κατευθείαν πάνω στο σκυρόδεμα, αυτό θα πρέπει να έχει στεγνώσει καλά, αλλιώς η μοκέτα θα απορροφήσει την υγρασία και θα αναπτυχθούν μύκητες. Καλό είναι πάνω από το σκυρόδεμα να τοποθετείται ένα πλαστικό κάλυμμα πριν την μοκέτα ώστε να δημιουργείται μια μόνωση έναντι της υγρασίας.

Κάποια άτομα έχουν αναφέρει ότι άρχισαν να αισθάνονται ξαφνική αδιαθεσία μιλήμε τρεις μέρες μετά από τοποθέτηση καινούριας μοκέτας στο σπίτι ή το γραφείο τους με συμπτώματα σαν αυτά της γρίπης συμπεριλαμβανομένων πονοκεφάλων, ζαλάδας, ερεθισμών στο αναπνευστικό σύστημα και δυσκολίας στην αναπνοή. Για να μειωθούν τα προβλήματα που εμφανίζονται κατά την τοποθέτηση μοκετών, θα πρέπει να γίνεται επιλογή χαλιών με χαμηλές περιεκτικότητες σε πτητικές οργανικές ενώσεις οι οποίες θα αναγράφονται στις ετικέτες τους, πριν την τοποθέτηση τους θα πρέπει να έχουν καθορισθεί και αερισθεί επαρκώς, να προτιμάται τα χαλιά να μην προσαρμόζονται στο δάπεδο με κόλλα αλλά να στερεώνονται με άλλους τρόπους. Ο εγκαταστάτης θα πρέπει να ακολουθεί της οδηγίες των κατασκευαστών θα πρέπει κατά την διάρκεια της τοποθέτησης αλλά και λίγο μετά να μην υπάρχει προσωπικό που να εργάζεται ή να καταλαμβάνει το χώρο

εκτός από τους εγκαταστάτες της μοκέτας. Για τουλάχιστον 48 ώρες μετά την τοποθέτηση της μοκέτας θα πρέπει ο χώρος να αερισθεί καλά ώστε να μειωθούν οι συγκεντρώσεις των χημικών στον αέρα. Επιπλέον όταν χρησιμοποιούνται παρασιτοκτόνα, μυκητοκτόνα ή μικροβιοκτόνα, τα χαλιά θα πρέπει να καλύπτονται καλά ώστε να μην απορροφήσουν αυτές τις ουσίες. Στις καινούργιες κατασκευές οι μοκέτες θα πρέπει να τοποθετούνται αφού ολοκληρωθούν εργασίες όπως βαψίματα, τοποθέτηση ταπετσαριών κλπ, η υγρασία στο εσωτερικό των χώρων θα πρέπει να διατηρείται σε αποδεκτά επίπεδα δηλαδή μεταξύ 40 και 60% και τακτικός καθαρισμός τους με κατάλληλα προϊόντα.

Ο μουσαμάς δαπέδου είναι το λινόλαιο (μουσαμάς δαπέδου) και ο φελλός αποτελούν τις πιο φιλικές για το περιβάλλον λύσεις αφού είναι φυσικές ουσίες. Όταν όμως το λινωσπορέλαιο έρχεται σε επαφή με αλλά χημικά, αναδύει πολύ έντονες οσμές. Διατίθενται σε πλακίδια και δεν πρέπει να μπερδεύονται με τα δάπεδα βινυλίου τα οποία έχουν αντί για πλαστική επένδυση, βάση λινολαίου αφού αυτά τα υλικά περιέχουν μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών ενώσεων και φορμαλδεΐδης.

Τα κεραμικά πλακίδια αποτελούν και αυτά μια καλή επιλογή αφού είναι φιλικά προς το περιβάλλον και προέρχονται από φυσική άργιλο και όταν η τοποθέτηση τους γίνεται κατάλληλα η διάρκεια τους είναι πολύ μεγαλύτερης από αυτής του βινυλίου. Τοποθετούνται κατευθείαν πάνω από την τσιμεντοκονία χωρίς να υπάρχει κανένας κίνδυνος εκπομπής επικινδύνων αερίων και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Παρ' όλα αυτά όμως είναι ένα υλικό ακριβό στην αγορά και στην τοποθέτηση του. Συνοψίζοντας τα βασικά στοιχεία που θα πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη κατά την επένδυση των δαπέδων: η ύπαρξη αμιάντου σε κεραμικά πλακίδια ή ακόμα και στις κολλητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την τοποθέτηση, τα καθιστά ιδιαίτερα επικίνδυνα. Οι πτητικές οργανικές ενώσεις περιέχονται σε κάθε τύπο πατώματος. Κυρίως όμως περιέχονται στις κολλητικές ουσίες που χρησιμοποιούνται κατά την τοποθέτηση τους. Επίσης τα δάπεδα βινυλίου αποτελούν σημαντικότερη πηγή των VOC's, ενώ επικίνδυνα είναι και τα προϊόντα καθαρισμού ειδικότερα των σκληρών επιφανειών. Ισχυρά διαλυτικά και αμμωνία χρησιμοποιούνται για να γυαλίσουν τα πατώματα σωστά ώστε να μην διατηρούν υγρασία πάνω από 24 ώρες. Απαιτείται επαρκής αερισμός αλλιώς σίγουρα θα δημιουργηθούν προβλήματα στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Για παράδειγμα τον Σεπτέμβριο του 2000 σε αμερικανικό αεροδρόμιο περισσότεροι από τριάντα άνθρωποι οδηγήθηκαν στο νοσοκομείο με πονοκεφάλους, ζαλάδες και πόνους στο στήθος κατόπιν αντικατάστασης του δαπέδου. Οι εργάτες χρησιμοποίησαν έναν συνδυασμό εποξειδικής ρητίνης και μαρμάρου, και μετά τη διαδικασία λείανσης τους ο κόσμος άρχισε να παραπονιέται για μια δυσάρεστη οσμή η οποία τελικά τους προκάλεσε όλα τα παραπάνω συμπτώματα. Επίσης η μούχλα μπορεί να αναπτυχθεί κάτω από οποιοδήποτε υλικό, όταν η υγρασία κάνει την παρουσία της αισθητή ή οπουδήποτε υπάρχει στάσιμο νερό. Το πρόβλημα της υγρασίας θα πρέπει να αντιμετωπίζεται προτού ξεκινήσει η τοποθέτηση των επενδύσεων των δαπέδων.

Τρόποι μείωσης των προβλημάτων της ποιότητας του αέρα σε σχέση με την τοποθέτηση των δαπέδων:

- Τοποθέτηση φιλικού για το περιβάλλον υλικού.
- Όταν χρησιμοποιείται συνδετικές ουσίες, αυτές να είναι χαμηλής περιεκτικότητας σε πτητικές οργανικές ενώσεις.
- Να ακολουθούνται οι οδηγίες των κατασκευαστών για την τοποθέτηση και των αερισμό του χώρου.
- Η φύλαξη όλων των υλικών πριν την τοποθέτηση θα πρέπει να γίνεται σε καλά αεριζόμενους χώρους, και να μην βγαίνουν από τη συσκευασία τους πριν τη χρήση.
- Προσεκτικός καθαρισμός της περιοχής μετά την τοποθέτηση του δαπέδου.
- Σωστός αερισμός του χώρου για τουλάχιστον δυο εικοσιτετράωρα, ή και για περισσότερο αν οι οσμές υφίστανται ακόμη.
- Η τοποθέτηση να μην γίνεται αν δεν έχει επιλυθεί οποιοδήποτε πρόβλημα υγρασίας, αφού είναι αναμενόμενο ότι θα εμφανισθούν προβλήματα μούχλας.

### **3.3 Υλικά που τοποθετούνται σε οροφές**

Τίθεται θέμα μόλυνσης του εσωτερικού αέρα και από τα υλικά που τοποθετούνται στις οροφές σε σχέση με την υγρασία που μπορεί να συγκροτούν με τις εκπομπές χημικών ουσιών όπως φορμαλδεΐδης, VOC, με την ύπαρξη αμιάντου και τις οσμές που πιθανόν να αναδύουν. Όταν το νερό ή η υγρασία συσσωρεύεται στις επιφάνειες των οροφών, αναπτύσσονται βακτήρια, ιοί και μούχλα με αποτέλεσμα όλα τα σημεία που έχουν προσβληθεί να χρήζουν άμεσης αντικατάστασης.

Ο αμιάντος μπορεί να εντοπισθεί σε κεραμικά πλακίδια και σε διάφορα αλλά υλικά στο ταβάνι. Σε περίπτωση που εντοπισθεί αυτό το υλικό εάν βρίσκεται σε καλή κατάσταση δεν υπάρχει πρόβλημα. Αν όμως έχει διαβρωθεί ή είναι χαλαρωμένος μπορεί να διαχύσει τις επικίνδυνες ίνες του κατά τη διαδικασία καθαρισμού, απόξεσης ή λείανσης του.

Ακόμα και αν τα υλικά της οροφής δεν εμπεριέχουν αμιάντο θα πρέπει να διαπιστωθεί το ίδιο και για τη μόνωση που έχει τοποθετηθεί πάνω από αυτά. Τα υλικά αυτά είναι πορώδη και απορροφητικά και μπορούν να παγιδεύσουν οσμές και χημικές ουσίες από άλλα αντικείμενα. Σε καινούριες κατασκευές οι επενδύσεις των ταβανιών τοποθετούνται αφού έχει ολοκληρωθεί το βάνιμο και η τοποθέτηση των πατωμάτων με αποτέλεσμα να απορροφούν μεγάλες ποσότητες επιβλαβών ουσιών και να τις συγκροτούν στο εσωτερικό του κτιρίου. Κατά τις ανακαινίσεις καλό είναι τα παλιά ταβάνια να ανακυκλώνονται με τη βοήθεια της νέας τεχνολογίας και όχι να καταστρέφονται.

### 3.4 Οικοδομική ξυλεία

Το ξύλο είναι ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πολύ μικρή επεξεργασία ώστε να φθάσει στην τελική του προς χρησιμοποίηση μορφή. Οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή των διαθεσίμων τύπων ξύλου είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος επεξεργασίας καθώς και η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά. Καταρχήν η ξυλεία θα πρέπει να προέρχεται από δάση στα οποία υπάρχει κατάλληλος έλεγχος της παραγωγής της, ώστε να μη δημιουργείται οικολογικό πρόβλημα. Ένα από τα βασικότερα μειονεκτήματα του ξύλου είναι ότι είναι αρκετά ακριβότερο από το δάπεδο βινυλίου και ότι χρειάζεται συχνή συντήρηση ώστε να δείχνει υγιές. Τα βερνίκια και τα λούστρα που τοποθετούνται εκπέμπουν μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών ενώσεων και ενώ υπάρχουν πλέον στην αγορά βερνίκια χαμηλής εκπομπής τέτοιων ενώσεων δεν προτιμούνται λόγω της μικρής διάρκειας τους.

Το ξύλο είναι ένα ζωντανό δομικό υλικό προέρχεται από φυσικά δάση ή φυτείες και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μια κατασκευή. Η ιδιότητα του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Το ξύλο όταν χρησιμοποιείται σε εξωτερικές κατασκευές ή υγρούς χώρους προσβάλλεται από έντομα και μύκητες.

Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από οργανικούς διαλύτες, βιοκτόνα τα οποία προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και τα οικοσυστήματα. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μεγάλη ποικιλία παρακατασκευασμάτων ξυλοπροστασίας που κατά κανόνα περιέχουν συνδυασμούς από εντομοκτόνες και μυκητοκτόνες ουσίες, οι οποίες μετατρέπουν το ξύλο σε μόνιμη πηγή εκπομπής τοξικών ρυπών στον αέρα και το νερό.

Η χρήση του ξύλου στις κατασκευές και η προστασία του είναι δυνατές χωρίς την προσφυγή σε τοξικά παρασκευάσματα. Η επιλογή των καταλλήλων προϊόντων ξυλοπροστασίας όμως, είναι δύσκολη, γιατί απαιτεί από τον χρηστή ειδικές γνώσεις που συχνά δεν έχει και πληροφορίες που δεν του παρέχονται από τις οδηγίες και τις ενδείξεις που αναγράφονται στις συσκευασίες. Τα προϊόντα που φέρουν χαρακτηρισμούς << βιολογικό >> , << οικολογικό >> , << εναλλακτικό >> δεν είναι κατ' ανάγκη φιλικά προς το περιβάλλον και πολλές φορές δεν είναι ούτε καν αποτελεσματικά και δεν προφυλλάσουν το ξύλο από τη σήψη.

Τα βερνίκια που πρέπει να χρησιμοποιούνται για την προστασία του ξύλου είναι μόνο αυτά που φέρουν ένα διεθνώς αναγνωρισμένο οικολογικό σήμα. Τα προϊόντα αυτά δεν είναι πλήρως απαλλαγμένα από τοξικές ουσίες, αλλά τα τοξικά τους συστατικά είναι περιορισμένα. Δεν περιέχουν βιοκτόνα, αλλά μόνο μυκητοκτόνα δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα η περιεκτικότητά τους σε φορμαλδεΰδη δεν υπερβαίνει τα 10mg/kg και η περιεκτικότητά τους σε

πτητικές οργανικές ενώσεις και επικίνδυνες ουσίες κυμαίνεται εντός των ορίων που επιβάλλει η νομοθεσία για την προστασία του αέρα και του νερού. Η χρήση λοιπόν προϊόντων ξυλοπροστασίας πρέπει γενικώς να αποφεύγεται και να καταφεύγει κανείς σε αυτήν μόνο όταν έχουν εξαντληθεί όλες οι άλλες δυνατότητες.

Ορισμένοι απλοί κανόνες επιτρέπουν την αποφυγή χημικής ξυλοπροστασίας στους εσωτερικούς χώρους είναι το ξύλο που χρησιμοποιείται σε ξηρούς χώρους δεν χρειάζεται προστασία. Η προσβολή του από μύκητες δεν είναι πιθανή γιατί η ανάπτυξη τους προϋποθέτει υγρασία ξύλου άνω του 20%. Σε υγρότερους χώρους πρέπει να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξύλου με φυσική ανθεκτικότητα σε μύκητες όπως τα προϊόντα ξύλου από δρύ. Το πρόβλημα στην περίπτωση αυτή είναι η υψηλότερη τιμή στην αγορά τους. Το ξύλο επίσης που ενσωματώνεται στις κατασκευές πρέπει να είναι ξηρό και να αερίζεται καλά και στην περίπτωση που παρατηρείται προσβολή του ξύλου από έντομα, η εξόντωση τους είναι δυνατή με την χρήση θερμού αέρα.

Στους εξωτερικούς χώρους η χρήση χημικής ξυλοπροστασίας είναι αναπόφευκτη. Είναι δυνατόν όμως να περιορισθεί κατά πολύ αν λαμβάνονται τα ακόλουθα μετρά όπου το ξύλο πρέπει να έρχεται σε άμεση επαφή με το έδαφος. Για τις ξύλινες κολώνες που χρησιμοποιούνται στις βεράντες υπάρχουν ειδικές μεταλλικές βάσεις. Πρέπει να επιλέγονται κατάλληλα ξυλά (π.χ. από δρύ), οι κάθετες τομές των κορμών πρέπει να καλύπτονται γιατί από αυτές εισχωρεί ευκολότερα η υγρασία. Οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει να αερίζονται καλά από όλες τις πλευρές ώστε και οι εσωτερικές επιφάνειες να στεγνώνουν γρήγορα επίσης οι ξύλινες κατασκευές και οι προσόψεις πρέπει κατά το δυνατόν να προστατεύονται με στέγαστρα. Καλό είναι η ποδιά των προσόψεων να απέχει πάνω από 30 εκατοστά από το έδαφος. Το ξύλο δεν πρέπει να υφίστανται μεγάλες φορτίσεις γιατί οι εντάσεις δημιουργούν ρωγμές στο ξύλο από όπου μπορεί να διεισδύσει η υγρασία στο εσωτερικό του και τέλος σε πολλές περιπτώσεις η διάρκεια ζωής του ξύλου ακόμη και χωρίς ξυλοπροστασία είναι μεγαλύτερη από τη διάρκεια που απαιτεί η χρήση του. Τότε δεν υπάρχει λόγος να χρησιμοποιούνται χημικά μέσα.

Αν ωστόσο η χρήση χημικής προστασίας κρίνεται αναγκαία, καλό είναι να χρησιμοποιούνται προϊόντα ξύλου που έχουν ήδη υποστεί χημική κατεργασία σε βιομηχανικό επίπεδο.

Τα προϊόντα του ξύλου αποτελούνται από ρινίσματα, ίνες ξύλου ή χαρτιού και συγκολλητικές ουσίες που συνήθως είναι φυσικές ή συνθετικές ρητίνες και ανόργανα υλικά όπως γύψος και το τσιμέντο. Τα πλέον εμπορικά υλικά είναι το κόντρα πλακέ, οι φορμάϊκες, οι μοριοσανίδες, οι ινόπλακες και οι καπλαμάδες.

Το σημαντικότερο πρόβλημα των προϊόντων ξυλείας εντοπίζεται στη ρύπανση που προκαλείται κατά την χρησιμοποίηση συγκολλητικών ουσιών. Ιδιαίτερα όταν τα υλικά περιέχουν φορμαλδεΰδη σε συγκέντρωση άνω των 6 mg/m<sup>3</sup> υπάρχει σημαντικός κίνδυνος ρύπανσης του εσωτερικού περιβάλλοντος. Παράλληλα η ενεργεία που απαιτείται για την παραγωγή ορισμένων συγκολλητικών ουσιών είναι αρκετά υψηλή.

Αποτελούν σημαντικότερη πηγή πτητικών οργανικών ενώσεων αφού καταλαμβάνουν μεγάλες επιφάνειες του χώρου και βρίσκονται πολύ κοντά στον άνθρωπο που τα χρησιμοποιεί. Για παράδειγμα κάποια εσωτερικά χωρίσματα κατασκευάζονται με επένδυση καπλαμά στις εξωτερικές επιφάνειες τους. Όταν τα φύλλα δεν έχουν συνενωθεί κατάλληλα είναι πολύ πιθανόν να ελκύσει φορμαλδεΰδη.

Εκτός από την φορμαλδεΰδη ελκύονται και άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις από τις ρητίνες και τις κόλλες που χρησιμοποιούνται για την συγκράτηση των φύλλων. Αυτές μπορεί να είναι ακετόνη, οξικό οξύ, πεντάνιο, τολουένιο, επτάνιο, οκτάνιο, διμεθυλεξαδιένιο, κλπ.

Αλλαγές στην θερμοκρασία, στην υγρασία και στον αερισμό του χώρου μπορούν να επηρεάσουν τα επίπεδα εκπομπής των VOC. Για παράδειγμα η αύξηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας ενός χώρου προκαλεί αύξηση των συγκεντρώσεων των πτητικών οργανικών ενώσεων. Επίσης κάποια χρώματα κεριά και βερνίκια που χρησιμοποιούνται ως διακοσμητική ή προστατευτική κάλυψη, εκπέμπουν παρόμοια χημικά.

Τα διαχωριστικά αυτά είναι υπεύθυνα για την μόλυνση του εσωτερικού αέρα, για διάφορους λόγους:

- Καταλαμβάνουν μεγάλες επιφάνειες.
- Ελκύονται μεγάλες ποσότητες πτητικών οργανικών ενώσεων από τα διαλυτικά, τις κόλλες και τα υπόλοιπα συνδετικά υλικά που χρησιμοποιούνται.
- Οι εργάτες που τα τοποθετούν έρχονται σε άμεση επαφή.
- Δημιουργείται χώρος, ο οποίος δεν αερίζεται και εκεί συγκεντρώνονται επιβλαβής ουσίες.

### **3.5 Οικοδομικά υλικά από ορυκτά**

Το κυριότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα των υλικών αυτών σχετίζεται με την εξόρυξη τους που προκαλεί μεταξύ άλλων εκπομπή αιωρούμενων στερεών και ρύπανση των υπογείων υδάτων. Ταυτόχρονα, η ενεργεία που απαιτείται για την μεταφορά αυτών των υλικών τόσο κατά την αρχική τους χρήση όσο και κατά την τελική τους απόθεση μετά τις κατεδαφίσεις είναι συνήθως ιδιαίτερα μεγάλη. Η διαδικασία παραγωγής τους είναι ιδιαίτερα απλή ενώ τα υλικά του είδους αυτού είναι ανακυκλώσιμα σε διαφορετικές μορφές.

Το σκυρόδεμα αποτελείται σε ποσοστό περίπου 53% από χαλίκι, 26% από άμμο, 14% από τσιμέντο και 7% από νερό. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή τσιμέντου (υψηλή κατανάλωση ενέργειας, εκπομπές αερίων και στερεών ρυπών, έλκυση ραδιενέργειας από υλικά που περιέχονται στα καύσιμα). Η ενεργεία που απαιτείται για την παρασκευή του ίδιου του σκυροδέματος είναι μικρή. Ωστόσο οι εργασίες που σχετίζονται με το οπλισμένο σκυρόδεμα στα κτίρια κατέχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στην συνολική κατανάλωση ενέργειας μιας κτηριακής κατασκευής.

Το σημαντικότερο από τα προβλήματα του γύψου σχετίζεται με την ρύπανση και την αλλοίωση που προκαλείται στη φύση κατά την εξόρυξη του. Παράλληλα δεν είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Υποκατάστατο του φυσικού γύψου αποτελεί ο βιομηχανικός γύψος, ο οποίος περιέχει λιγότερα βαρέα μέταλλα και ραδιενεργά στοιχεία από τον φυσικό. Παρ' όλα αυτά μια ποικιλία βιομηχανικού γύψου ο λεγόμενος φωσφορικός γύψος ενδέχεται να περιέχει πολύ μεγάλες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων και ραδιενεργών στοιχείων και δεν προτείνεται η χρησιμοποίησή του σε οικοδομικές εργασίες.

Το γυαλί παράγεται από χαλαζιακή άμμο που υπάρχει άφθονη στη φύση. Βασικά συστατικά του είναι διοξείδιο του πυριτίου (70%), το οξείδιο του ασβεστίου (14%) και το οξείδιο του νατρίου. Κανένα από τα παραπάνω συστατικά δεν θεωρείται ρυπογόνο. Το σημαντικότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα του γυαλιού είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή του. Το γυαλί είναι εξαιρετικά ανακυκλώσιμο υλικό.

Τα Κεραμικά όπως η άργιλος αποτελεί βάση για τη δημιουργία των κεραμικών. Η ενέργεια για την παραγωγή τους είναι εξαιρετικά υψηλή λόγω των μεγάλων θερμοκρασιών που απαιτεί το ψήσιμο των κεραμικών. Τα κεραμικά υλικά είναι ανακυκλώσιμα.

### **3.6 Συνθετικά υλικά**

Τα συνθετικά υλικά κατασκευάζονται με βάση το πετρέλαιο και καλύπτουν ένα τεράστιο φάσμα υλικών που είναι ευρύτατα γνωστά ως πλαστικά. Εκτιμάται ότι το 4% της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή συνθετικών υλικών. Οι βιομηχανικές διεργασίες παραγωγής συνθετικών υλικών ξεκινούν από τα διυλιστήρια όπου η πρωτογενής επεξεργασία πετρελαίου επιτρέπει την παραγωγή των απαραίτητων πρώτων υλών όπως το αιθυλένιο, το στυρένιο, το βενζόλιο και το προπυλένιο. Οι διεργασίες αυτές απαιτούν σημαντικά ποσά ενέργειας ενώ προκαλούν εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC's). Με βάση αυτά τα πρωτογενή προϊόντα παράγονται τα τελικά συνθετικά υλικά. Οι ακολουθούμενες βιομηχανικές διεργασίες ποικίλουν ανάλογα με το προϊόν



αλλά όλες σχεδόν απαιτούν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση ενώ σχεδόν πάντοτε προκαλούνται εκπομπές VOC's και παράγονται επιβλαβή απόβλητα.

Το σημαντικότερο πρόβλημα των συνθετικών υλικών συνδέεται με την αποικοδόμηση και αφομοίωση τους. Δεδομένου ότι τα υλικά αυτά διασπώνται δύσκολα προκαλούν μακράς διάρκειας ρύπανση στον αέρα, το νερό και το έδαφος. Η καύση των υλικών αυτών οδηγεί στην απελευθέρωση ιδιαίτερα επιβλαβών ουσιών που ποικίλουν ανάλογα με το είδος του υλικού και την ποιότητα της καύσης. Κατά τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί ανακυκλώσιμα συνθετικά υλικά γνωστά ως θερμοπλαστικά. Τα υλικά αυτά ανοικοδομούνται σε κοκκώδη υλικά. Τα κυριότερα χαρακτηριστικά των σημαντικότερων συνθετικών υλικών που χρησιμοποιούνται ως δομικά στοιχεία είναι το πολυαιθυλένιο και πολυπροπυλένιο όπου είναι απλά πλαστικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή σωλήνων, προφίλ, διαφανών δοχείων, πλαστικών δαπέδων, μεμβρανών κλπ. Είναι θερμοπλαστικά και ανακυκλώσιμα. Παρασκευάζονται με διαδικασίες πολυμερισμού. Οι εκπομπές κατά την παραγωγή τους είναι σχετικά περιορισμένες και δεν προκαλούν ρύπανση κατά τη χρήση τους. Χάρη στη σχετική καθαρότητα τους, η καύση τους δεν προκαλεί σημαντική ρύπανση. Τα συνθετικά ασφαλτικά υλικά προέρχονται από ειδικούς τύπους πετρελαίου. Περιέχουν ελάχιστη ποσότητα πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κάλυψη οροφών. Προκαλούν ρύπανση που οφείλεται στην έλκυση μακρομοριακών υδρογονανθράκων. Τα συνθετικά ασφαλτικά υλικά είναι θεωρητικά αδύνατον να επαναχρησιμοποιηθούν. Αυτό όμως συμβαίνει σπάνια λόγω των προσμίξεων που περιέχονται στα ασφαλτικά απόβλητα.

EDAM (καουτσούκ ή ελαστρομερή) είναι τα συνθετικά αυτά υλικά γνωστά ως EPDM (Ethylene Propylene Diane Monomer), είναι πολυμερή υλικά που παράγονται με βάση το μονομερές αιθυλένιο, το προπυλένιο και κυρίως το κυκλοπενταδιένο. Η ρύπανση που προκαλείται κατά την παραγωγή του είναι ελάχιστη. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό όμως η επεξεργασία του είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρος.

Η πολυουρεθάνη παρασκευάζεται κυρίως από πετρελαιο και φυσικό αέριο. Είναι προϊόν πολυμερισμού και προσθήκης αλκοολών και ισοκυανικών ενώσεων που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία. Τα προϊόντα της πολυουρεθάνης χρησιμοποιούνται ως μονωτικά, στεγανοποιητικά, βερνίκια και κόλλες. Η έλκυση ισοκυανικών ενώσεων προκαλεί σημαντική ρύπανση. Κατά την καύση των προϊόντων της πολυουρεθάνης παράγεται μονοξείδιο του άνθρακα και υδροκυάνιο, τα οποία είναι ιδιαίτερα ισχυρά δηλητήρια. Η διάθεση των προϊόντων της πολυουρεθάνης προκαλεί επίσης σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα καθώς ρύπανση στο έδαφος και στο νερό.

Η παραγωγή των προϊόντων EPS (διογκωμένη ή διηλασμένη πολυστερίνη) προκαλεί εκπομπή βενζολίου και στυρενίου. Η ανακύκλωση τους είναι τεχνικά δυνατή αλλά πραγματοποιείται σπάνια.

Το πολυβινυλοχλωρίδιο είναι από τα πλέον χρησιμοποιούμενα συνθετικά υλικά. Είναι θερμοπλαστικό υλικό και παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο. Υπολογίζεται ότι μόνο στη Γερμανία το 25% του διαθέσιμου χλωρίου καταναλώνεται για την παραγωγή υλικών PVC. Παράγεται με βάση το χλωροαιθυλένιο το οποίο μετασχηματίζεται αρχικά σε διχλωροαιθυλένιο, EDC και κατόπιν σε μονομερές βινυλοχλωρίδιο. Το PVC τελικά παράγεται με πολυμερισμό του μονομερές βινυλοχλωριδίου, υλικό αποδεδειγμένα καρκινογόνο. Κατά την παραγωγή του PVC διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα σημαντικές ποσότητες βινυλοχλωριδίου, υδραργύρου και διοξινών. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητας του σε χλώριο, η καύση του παράγει ιδιαίτερα επιβλαβή συστατικά όπως οι διοξίνες, το χλωροβενζόλιο, τα φουράνια κτλ. Κατά τη διάρκεια της χρήσης του εκπέμπονται αλειφατικοί και αρωματικοί υδρογονάνθρακες, αλκυλοφαινόλη, ακυκλικοί και αρωματικοί εστέρες του ανθρακικού οξέος, κλπ.

Για την βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων του χρησιμοποιούνται μια σειρά από προσθετικές ουσίες με ιδιαίτερα επιβλαβείς ιδιότητες. Πολλά από τα προσθετά αυτά περιέχουν βαρέα μέταλλα.

Κατά τα τελευταία χρόνια λόγω κυρίως προβλημάτων ρύπανσης κατά την παραγωγή και την διάθεση που δημιουργεί η χρήση του PVC καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια για την αντικατάσταση του υλικού αυτού. Ως εναλλακτικά υλικά είναι δυνατόν, μεταξύ άλλων, αν χρησιμοποιηθούν τα κεραμικά, το ξύλο, το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο.

### **3.7 Μέταλλα**

Στον οικοδομικό τομέα χρησιμοποιείται μόνο μικρή ποσότητα μετάλλων. Τα μέταλλα χρησιμοποιούνται αυτούσια σαν οικοδομικά υλικά είτε ως προσμίξεις σε άλλα δομικά υλικά. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα των μετάλλων εντοπίζονται κυρίως στην διαδικασία εξόρυξης τους καθώς και στην ενεργειακή κατανάλωση που απαιτείται τόσο η εξόρυξη όσο και η επεξεργασία τους. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα των μετάλλων είναι η ανακυκλωσιμότητα τους.

Το σημαντικότερο πρόβλημα του αλουμινίου σχετίζεται με την εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση ενέργειας που απαιτεί η παραγωγή του από τον βωξίτη. Η εξόρυξη και η κατεργασία του βωξίτη προκαλούν τοπική ρύπανση του αέρα και των νερών και αλλοίωση του τοπιού. Το αλουμίνιο είναι ανακυκλώσιμο υλικό αλλά η διεργασία είναι ιδιαίτερα χρονοβόρα.

Η παραγωγή χάλυβα από τα μεταλλεύματα σιδηρού δημιουργεί σημαντική ρύπανση. Συγκριτικά με άλλα μέταλλα η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή του χάλυβα είναι μικρή. Για την αποφυγή διάβρωσης του χάλυβα συνήθως επιλέγεται επιφανειακή επεξεργασία με κράματα νικελίου και χρωμίου ώστε να παραχθεί ανοξειδωτος χάλυβας. Τα κράματα αυτά των βαρέων μετάλλων μπορούν να προκαλέσουν εκπομπές κατά την φάση παραγωγής του ανοξειδωτου χάλυβα

Η εξόρυξη του ψευδαργύρου προκαλεί εκπομπές καδμίου που είναι ιδιαίτερα επιβλαβείς για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ψευδάργυρος δεν είναι τοξικός, αντίθετα είναι αναγκαίος υπό την μορφή ιχνοστοιχείων, για τον άνθρωπο. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό εντούτοις το υψηλό κόστος της ανακύκλωσης την κάνει ασύμφορη, τουλάχιστον προς το παρόν.

Ο μόλυβδος έχει τοξική επίδραση στους βιολογικούς οργανισμούς και η παραγωγή του είναι ενεργοβόρος. Απορροφούμενος από τον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί αναιμία και προβλήματα στα οστά και στο νευρικό σύστημα. Η χρήση του θα πρέπει να αποφεύγεται, ιδίως στην περίπτωση των χρωμάτων.

Τα άλατα του χαλκού που εισέρχονται μέσω του δικτύου ύδρευσης στο πεπτικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία, ανωμαλίες έως και φλεγμονές. Ο χαλκός είναι ανακυκλώσιμο υλικό και το κόστος της ανακύκλωσης του είναι αρκετά χαμηλό.

### **3.8 Υφάσματα και ταπετσαρίες**

Υπάρχουν δυο βασικά προβλήματα με τα υφάσματα και τις ταπετσαρίες όσον αφορά την ποιότητα του εσωτερικού αέρα το ότι αποτελούν υλικά με χνούδι, τα οποία παγιδεύουν χημικές και μικροβιολογικές ουσίες και τις απελευθερώνουν στον αέρα και κατά την παραγωγή τους μπορεί να έχουν επεξεργασθεί με χημικές ουσίες, οι οποίες πάλι διοχετεύονται στον αέρα μετά την τοποθέτησή τους. Τα υφάσματα από φυσικές ή συνθετικές ίνες συχνά επεξεργάζονται με χημικές ουσίες για μεγαλύτερη αντοχή, πυροπροστασία και μεγαλύτερη αντίσταση στην επίδραση του νερού και της σκόνης. Η φορμαλδεΰδη παρουσιάζει το μεγαλύτερο ποσοστό εμφάνισης και στα ίδια τα υφάσματα αλλά και στα υλικά επεξεργασίας τους ωστόσο πάνω από 120 άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις έχουν εντοπισθεί και αναγνωρισθεί.

Τα υφάσματα περιλαμβάνονται σε υλικά όπως:

- Κουρτίνες
- Καλύμματα
- Μοκέτες
- Ταπετσαρίες
- Είδη ρουχισμού
- Κλινοσκεπάσματα

Έχουν εντοπισθεί συγκεντρώσεις φορμαλδεΐδης και διοξειδίου του θείου σε υφάσματα κουρτινών. Επίσης κατά την επεξεργασία κατά του λεκιάσματος χρησιμοποιούνται χημικά όπως η ακετόνη, διαλυτικά, και σιλικόνες. Οι ουσίες που χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι της φωτιάς μπορεί να είναι υδρογονάνθρακες και φωσφορικό άλας. Ακόμη χρησιμοποιούνται αντιμικροβιακά βακτηριοκτόνα ή ακόμη και αποσμητικά. Μεγάλες ποσότητες όζοντος χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των οσμών υστέρα από μια φωτιά ή πλημμυρά. Πολλές φορές τα διαλυτικά κάνουν την εμφάνιση τους για την αφαίρεση λεκέδων από λίπη, η βενζίνη, το βενζένιο, το μεθυλοχλωρίδιο. Και τέλος η εμφάνιση της μούχλας, ανάλογα με τη φυσική αντίσταση του υφάσματος μπορεί να το καταστρέψει ολοκληρωτικά.

Οι τρόποι αποφυγής των προβλημάτων της ποιότητας του αέρα λόγω των υφασμάτων είναι η εξής: η αγορά υφασμάτων τα οποία δεν έχουν υποστεί διεργασίες με επικίνδυνα χημικά, η προμήθεια επιπλώσεων με όσο το δυνατό λιγότερης επιφανείας ταπετσαρίας, η τοποθέτηση δαπέδων από συμπαγή, ακατέργαστης χημικά ξυλείας ή λινολαίου αντί χαλιών. Επίσης η διατήρηση των ποσοστών υγρασίας μεταξύ 40 και 60 % για την αποφυγή ανάπτυξης μυκήτων, ο τακτικός καθαρισμός τους για την αποφυγή της ανάπτυξης όλων αυτών των επιβλαβών για τον άνθρωπο ουσιών. Και τέλος η χρήση υλικών με χαμηλή περιεκτικότητα σε πτητικές οργανικές ενώσεις και φορμαλδεΐδης.

### **3.9 Έπιπλα**

Η φορμαλδεΐδη και κάποια αλλά VOC αποτελούν τις βασικότερες μολύνσεις του εσωτερικού αέρα που προέρχονται από την επίπλωση εσωτερικών χώρων. Περισσότερα από 900 διαφορετικά είδη πτητικών οργανικών ενώσεων έχουν εντοπισθεί σε χώρους γραφείων, και έχουν άμεση σχέση με το “σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου”. Τα έπιπλα εκτός από πηγές αυτών των ουσιών απορροφούν χημικά από αλλά δομικά υλικά και δραστηριότητες τα οποία απελευθερώνουν αργότερα. Όταν αναπτύσσεται υγρασία μετατρέπονται σε σοβαρή πηγή ανάπτυξης μυκητών και μούχλας.

### **3.10 Βαφές - Χρώματα**

Τα χρώματα και οι βαφές ταξινομούνται με βάση τη σύνθεση τους και τις ουσίες που περιέχουν. Τα κυριότερα συστατικά τους είναι οι συνδετικές ουσίες, οι διαλυτές τα διογκωτικά και τα προσθετά. Στα προσθετά κατατάσσονται για παράδειγμα οι χρωστικές, τα στεγνωτικά, τα γυαλιστικά και τα αντί – αφρώδη.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα των χρωμάτων είναι η απελευθέρωση (κατά την διάρκεια εργασιών αλλά και μετά τη στερέωση τους), οργανικών ενώσεων (υδρογονανθράκων). Αυξημένη συγκέντρωση αρωματικών υδρογονανθράκων στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων μπορεί να προκαλέσει σημαντικά πρόβλημα στον άνθρωπο.

Επίσης, οι υδρογονάνθρακες συμβάλλουν στη γενική ατμοσφαιρική ρύπανση αντιδρώντας με NO<sub>x</sub> και παράγοντας νέφος. Επικίνδunami αρωματικοί υδρογονάνθρακες περιέχονται για παράδειγμα στους διαλυτές.

Τα προσθετά επίσης έχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Οι χρωστικές για παράδειγμα, είναι πιθανόν να περιέχουν ιδιαίτερα επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, βαρέα μέταλλα. Συμφωνά με τη νομοθεσία απαγορεύεται η χρήση ανθρακικού μόλυβδου, όξινου ανθρακικού μόλυβδου και θειϊκού μολύβδου. Στην περίπτωση που η περιεκτικότητα των χρωμάτων σε μόλυβδο ξεπερνά το 0,15% του βάρους τους είναι υποχρεωτική η αναγραφή σχετικής προειδοποίησης στην συσκευασία. Παράλληλα, δεν πρέπει να περιέχουν αρσενικό σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 0,3% και κάδμιο άνω του 0,01%. Οι κυριότεροι εμπορικοί τύποι των χρωμάτων και τα κυριότερα χαρακτηριστικά τους παρουσιάζονται παρακάτω:

**Ακρυλικές βαφές:** οι βαφές του τύπου αυτού εμπεριέχουν ακρυλικές ρητίνες ως συνδετικά υλικά. Η περιεκτικότητα των οργανικών διαλυτών στις ακρυλικές βαφές είναι περιορισμένη στο 10% της αντίστοιχης των συμβατικών χρωμάτων, ενώ ως διαλυτικό χρησιμοποιείται το νερό. Μειονέκτημα τους είναι ότι περιέχουν επιβλαβή συστατικά, όπως αντιδιαβρωτικές ουσίες και έχουν περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή τους. Πάντως τα υδατοδιαλυτά χρώματα είναι από τα σοβαρότερα κριτήρια για την απόδοση <<οικολογικού σήματος>>.

**Φυσικά χρώματα:** το πλεονέκτημα των φυσικών χρωμάτων συνιστάται στη χρήση συστατικών φυσικής ή ζωικής προέλευσης, σε αντίθεση με τους υπόλοιπους τύπους χρωμάτων που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ως βάση. Τα απόβλητα των φυτικών χρωμάτων είναι γενικά βιο-διασπώμενα. Από την άλλη μεριά όμως η χρησιμοποίηση αρωματικών υδρογονανθράκων στους διαλυτές αποτελεί πρόβλημα.

**Βραστές βαφές:** οι βαφές αυτού του τύπου είναι φυσικές και παράγονται με μακράς διάρκειας βρασμό φυτικών προϊόντων, περιέχουν θειϊκό σίδηρο ως συντηρητικό νερό και φυσικές χρωστικές. Το είδος αυτών των βαφών προκαλεί πολύ μικρή ρύπανση και χρησιμοποιείται κυρίως στις Σκανδιναβικές χώρες. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όμως σε εξωτερικά κουφώματα.

**Βαφές Alkyd:** τα χρώματα αυτά περιέχουν alkyd ως συνδετικό προϊόν και αρωματικούς υδρογονάνθρακες ως διαλυτικό. Όλα τα συμβατικά χρώματα ανήκουν σε αυτήν την κατηγορία. Εξελιγμένη μορφή του τύπου αυτού αποτελούν τα χρώματα με «υψηλή περιεκτικότητα σε στερεά». Το πλεονέκτημα τους είναι ότι περιέχουν μικρότερη ποσότητα οργανικών διαλυτών.

**Χρώματα χαμηλής περιεκτικότητας σε πτητικές οργανικές ενώσεις (low – VOC paint):** Ο καλύτερος τρόπος για μείωση της έκθεσης σε αυτές τις επιβλαβείς ουσίες, είναι η επιλογή χρωμάτων χαμηλής περιεκτικότητας σε VOC. Οι συμβατικές λαδομπογιές (ελαιοχρώματα) περιέχουν πάνω από 50% της σύστασης τους πετροχημικά, σε αντίθεση με τα χρώματα που έχουν βάση

τους το νερό (υδροχρώματα) ή το λάτεξ που περιέχουν 5-15% πετροχημικά αλλά εξακολουθούν να περιέχουν επικίνδυνα διαλυτικά. Οι low – VOC paint είναι λευκού χρώματος ή παλ αποχρώσεων ενώ τα έντονα χρώματα απαιτούν τη χρήση πετροχημικών για να αποδώσουν αυτή την λάμψη οπότε ελκύουν περισσότερες πτητικές οργανικές ενώσεις.

Χρώματα από Latex: Οι συγκεκριμένες βαφές περιέχουν μικρά ποσοστά παρασιτοκτόνων το οποίο σημαίνει ότι είναι 90 – 95 % περισσότερο απαλλαγμένοι από μυκητοκτόνα και συντηρητικά από ότι τα χρώματα με βάση το νερό τα οποία περιέχουν αυτές τις ουσίες για την αποφυγή ανάπτυξης μούχλας. Αντίθετα, οι λαδομπογιές δεν περιέχουν αυτές τις ενώσεις αφού είναι από μονές τους τοξικές ως προς την ανάπτυξη μούχλα και μυκήτων.

Φυσικές μπογιές: Στην αγορά διατίθενται τέτοιες μπογιές οι οποίες δεν περιέχουν καθόλου πετροχημικά, αλλά παρόλα αυτά περιέχουν φυσικές πτητικές οργανικές ενώσεις όπως ρητίνες και τερεβινθέλαιο. Τα φυσικά αυτά VOC's ,μπορούν επίσης να προκαλέσουν προβλήματα υγείας στον άνθρωπο όπως αναπνευστικά προβλήματα. Τα χρώματα αυτά περιέχουν ρητίνες από φυτά, και φυσικές χρωστικές ουσίες. Κοστίζουν πιο ακριβά από τις άλλες μπογιές, χρειάζονται περισσότερο χρόνο για να στεγνώσουν απαιτούν περισσότερες επιχρίσεις αλλά είναι λιγότερο τοξικές.

Χρώματα με βάση το γάλα ή ασβέστη: Είναι τα λιγότερο τοξικά από όλα τα χρώματα. Οι βαφές με βάση το γάλα φτιάχνονται με πρωτεΐνες γάλακτος, ασβεστόνερο και γαλακτώματα. Δεν περιέχουν διαλυτικά και χρειάζονται ανά τακτά χρονικά διαστήματα επαλείψεις. Ο ασβέστης περιέχει ασβεστοκονίαμα, νερό και άλατα και χρησιμοποιείται ευρέως σε τοίχους πλαστικούς, τσιμεντένιους και τοίχους από γυψομάρμαρο.

Τα χρώματα αποτελούν σημαντικότερη πηγή μόλυνσης του εσωτερικού αέρα, και τοποθετούνται στα πέντε πρώτα επιβλαβέστερα υλικά για τον άνθρωπο. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος προέρχεται από τις πτητικές οργανικές ουσίες που ελκύονται συμπεριλαμβανομένων της βενζόλης, της φορμαλδεΐδης, του τολουενίου και του ξυλένιου. Αυτές οι ενώσεις έχει αποδειχθεί ότι προκαλούν καρκίνο και προβλήματα στο νευρικό σύστημα. Επίσης, χρώματα που έχουν παραχθεί πριν το 1978 είναι πιθανό να περιέχουν μόλυβδο, ο οποίος προκαλεί πολλά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Οι μπογιές που κατασκευάζονταν πριν το 1950 περιείχαν πάνω από 50% μόλυβδο.

Οι διαλυτές που χρησιμοποιούνται στις μπογιές είναι και αυτοί πολύ επικίνδυνοι για τον άνθρωπο ειδικά για άτομα με καρδιαγγειακές παθήσεις αφού η μεθανόλη και κάποια άλλα συστατικά τους επιβραδύνουν την καρδιά. Ακόμη τα άτομα που φορούν φακούς επαφής υποφέρουν αφού οι φακοί απορροφούν αυτές τις ουσίες και τις κατακρατούν μέσα στα ματιά, προκαλώντας ερεθισμούς ή βλάβες στα ματιά.

Όσον αφορά στη ουσία που χρησιμοποιείται ως βάση στην παρασκευή των χρωμάτων αυτή μπορεί να είναι το νερό οπότε πρόκειται για υδροχρώματα, το λαδί οπότε πρόκειται για ελαιοχρώματα, ή διαφορές πλαστικές ουσίες οπότε αναφερόμαστε στα πλαστικά χρώματα. Ανάλογα με τους χώρους για τους οποίους προορίζονται, διακρίνονται σε χρώματα εξωτερικής χρήσης και σε χρώματα εσωτερικής χρήσης.

Έχει μετρηθεί ότι όταν στεγνώσει το χρώμα, τα επίπεδα των πτητικών οργανικών ενώσεων στους εσωτερικούς χώρους γίνονται χίλιες φορές μεγαλύτερα, από αυτά των εξωτερικών χώρων. Ο λόγος που τα χρώματα εκλύουν τόσους πολλούς ατμούς είναι επειδή τα VOC's διαχέονται πολύ εύκολα στην ατμόσφαιρα, και οι επιφάνειες που καλύπτονται με χρώματα είναι πολύ μεγάλες. Επειδή πολλές μπογιές είναι τοξικές, στην Καλιфорνία τα συμβατικά χρώματα όταν τίθενται σε αχρηστία, θεωρούνται τοξικά απόβλητα.

Οι μπογιές συνήθως εφαρμόζονται συνήθως σε καλυμμένους από άτομα χώρους, και οι άνθρωποι εκτίθενται στις οσμές που εξατμίζονται από τις φρεσκοβαμμένες επιφάνειες. Οι εκπομπές των VOC's από τις μπογιές συσχετίζονται ακόμη για έξι μήνες μετά την εφαρμογή τους. Οι κυρίες πηγές τους είναι από το βερνικόχρωμα και τα λούστρα των ξύλινων επιφανειών σε νεόδμητες κατασκευές.

Τα μετρά προφύλαξης είναι τα εξής: οι επαγγελματίες ελαιοχρωματιστές εκτίθενται σε μεγάλες συγκεντρώσεις χημικών για μεγάλο χρονικό διάστημα. Γι' αυτό και θα πρέπει να εργάζονται πάντα φορώντας προσωπίδες ή μάσκες, γάντια και γυαλιά. Θα πρέπει να ακολουθούν τις οδηγίες των κατασκευαστών και δεν πρέπει να αγοράζονται χρώματα χωρίς ετικέτες με τις οδηγίες χρήση τους. Αν κάποιος ελαιοχρωματιστής κατά τη διάρκεια της εργασίας του αισθανθεί αδιαθεσία θα πρέπει να διακόψει την εργασία του και να φύγει από τον συγκεκριμένο χώρο. Όταν γίνονται χρωματισμοί κλειστών χώρων οι πόρτες και τα παράθυρα πρέπει να είναι εντελώς ανοικτά και οι κουρτίνες τραβηγμένες. Επιπλέον, πρέπει να χρησιμοποιούνται φορητοί εξαεριστήρες με σκοπό, ο αερισμός των χώρων να είναι πλήρης και συνεχής καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών, αλλά και για τις επόμενες 3 ημέρες. Σε κλειστούς χώρους που έχουν χρωματιστεί δεν πρέπει να κοιμούνται άνθρωποι για κάποιο χρονικό διάστημα. Η αποθήκευση χρωμάτων και δοχείων τους, έστω και κενών, δεν ενδείκνυται σε κλειστούς χώρους. Είναι προτιμότερο όλοι οι χρωματισμοί χώρων, επίπλων, πατωμάτων κλπ, να γίνεται κατά τις θερινές περιόδους, όπου τα χρώματα στεγνώνουν πιο γρήγορα.

Στον πίνακα 3.10.1 δίνονται ορισμένα από τα κυριότερα υλικά που προκαλούν ρύπανση του εσωτερικού περιβάλλοντος, οι παράμετροι που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, καθώς και οι τεχνικές που πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της προκαλούμενης ρύπανσης.

Πηγή ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
<b>Δομικά υλικά</b>	Διαλυτικά	Να επιλέγονται προϊόντα χαμηλής τοξικότητας
• Κόλλες και στεγανοποιητικά		
• Γυαλί	Ενδιάμεσα φύλλα και επιχρίσματα	-----
• Σιδηρούχα και μη μέταλλα	Βαφή προπαρασκευής	-----
• Συντήρηση ξύλου	Χρήση τοξικών συντηρητικών	Χρήση αλάτων βόρακα, ανθεκτική ξυλεία
• Τούβλα και πλίνθοι	Φυσική ραδιενέργεια	Να χρησιμοποιούνται υλικά από περιοχές με μικρή φυσική ραδιενέργεια
• Προϊόντα μπετόν	Φυσική ραδιενέργεια, προσθετικά	Να μην χρησιμοποιούνται προσθετικά προϊόντα με τέφρα λιγνιτωρυχείου
• Θερμομονωτικά υλικά	Ίνες και εκπομπές οργανικών ενώσεων	Να επιλέγονται φυσικά μονωτικά υλικά
<b>Σύστημα θέρμανσης, αερισμού και δροσισμού</b>	Ανάπτυξη και μεταφορά μικροοργανισμών	Ορθός σχεδιασμός και συντήρηση του συστήματος



Πηγή ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
<b>Υλικά εσωτερικών Χώρων</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Συνθετικά ξυλά (plywood)</li> </ul>	Εκπομπές φορμαλδεΐδης και πτητικών οργανικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Φύλλα πλαστικού</li> </ul>	Εκπομπές οργανικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Γύψος / γυψοσανίδες</li> </ul>	Χαμηλές εκπομπές, αλλά εστία συγκέντρωσης ρυπών	-----
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Κεραμικά πλακάκια</li> </ul>	Εκπομπές από κόλλες/υλικά πλήρωσης αρμών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<b>Καλύψεις τοίχων</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ταπετσαρία και χαρτί τοίχου</li> </ul>	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής-καθυστερήση στη χρήση του κτιρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρώματα</li> </ul>	Αέριες εκπομπές από τα διαλυτικά και τα προσθετικά κατά και μετά τη χρήση	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής-καθυστερήση στη χρήση του κτιρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές
<b>Καλύψεις δαπέδων</b> Χαλιά/ μοκέτες	Οσμές και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων, συσσώρευση μικροβίων	Επιλογή συνθετικών προϊόντων, συγκολλητικών υλικών χαμηλής εκπομπής, σχολαστικός καθαρισμός
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μουσαμάς δαπέδου (linoleum)</li> </ul>	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλαστικά πατώματα από βινύλιο</li> </ul>	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων μακροχρόνια	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<b>Επίπλωση</b>	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων από εξαρτήματα και υλικά επικάλυψη επιφανειών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής – μη επεξεργασμένη ξυλεία
<b>Εξοπλισμός και</b>	Οργανικές πτητικές	Επιλογή συσκευών

συσκευές	ενώσεις και όζον από φωτοαντιγραφικά και εκτυπωτές	χαμηλής εκπομπής ρυπών Χρήση συστημάτων αερισμού
----------	--	---

Πηγή ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
---------------	------------------------	---------------------

Προϊόντα καθαρισμού	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή καθαριστικών χαμηλής εκπομπής
---------------------	-------------------------------------	---------------------------------------

**Πίνακας 3.10.1 : Πηγές εσωτερικής ρύπανσης, παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται και προτεινόμενες ενέργειες αντιμετώπισης του προβλήματος**

Πηγή: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ) ΚΑΙ ΥΠΕΧΩΔΕ ΔΝ/ΣΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ & ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Σε ότι αφορά τις ανεκτές συγκεντρώσεις των ρυπών στους εσωτερικούς χώρους, δεν υπάρχουν διεθνώς αποδεκτά πρότυπα. Στον Πίνακα 3.10.2 δίνονται ενδεικτικά τα ανώτατα όρια συγκεντρώσεων ρυπών εσωτερικών χώρων που προταθήκαν να ισχύσουν στις Ολυμπιακές εγκαταστάσεις του Σίνδευ εν οψει των Ολυμπιακών Αγώνων του 2000.

ΡΥΠΟΣ	ΑΝΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ	ΣΤΟΙΧΕΙΑΜΕΤΡΗΣΗΣ
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	10000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ή 9 ppb	Μέσος όρος 8ωρου. Υπέρβαση ορίου όχι πάνω από μια φορά ετησίως
Φορμαλδεΰδη	120 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ή 0,1 ppm	Καμιά υπέρβαση ορίου
Μόλυβδος	1,5 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Μέσος όρος τριμηνου
Οζον	210 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ή 0,1 ppm	Μέγιστη ωριαία τιμή. Υπερβαση οριου όχι πανω από μια φορα καθ'ετος
Ραδόνιο	200Bq. $\text{m}^{-3}$ ή 5,4 nCi. $\text{m}^{-3}$	Μέσος ετήσιος όρος
Θειικό άλατα	15 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Μέσος ετήσιος όρος
Διοξείδιο του θείου	700 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ή 0,25 ppm	Μέσος όρος 10 λεπτού
Ολικά αιρούμενα σωματίδια	90 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Μέσος ετήσιος όρος
Πτητικές οργανικές ενώσεις	500 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Μέση ωριαία τιμή

**Πίνακας 3.10.2: Όρια συγκεντρώσεων ρυπών εσωτερικών χώρων για το Σύνδευ Αυστραλίας**

Πηγή: : ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ) ΚΑΙ ΥΠΕΧΩΔΕ ΔΝ/ΣΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ & ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

### 3.11 Θερμική και οπτική άνεση των κτιρίων

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς και την θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια και τους ανοιχτούς χώρους. Ιδιαίτερα η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας τόσο στα κτίρια όσο στις λοιπές καλυμμένες επιφάνειες μειώνει την απορροφημένη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία, η ισχύς αυτής της ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα τη θερμότητα που απορροφούν. Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται τα υλικά με συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0,6.

Ερευνητικές προσπάθειες των τελευταίων χρόνων έχουν οδηγήσει στην ανάπτυξη υλικών με προηγμένα οπτικά χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν αυξημένη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, ενώ παράλληλα θα ήταν δυνατόν να χαρακτηρισθούν φιλικά προς το περιβάλλον. Η κατηγορία αυτή των υλικών είναι γνωστή με το όνομα ψυχρά υλικά.

Τα υπάρχοντα ψυχρά υλικά για κτίρια αφορούν τρεις κατηγορίες:

- Τα χρώματα και τις επικαλύψεις
- Τις μεμβράνες οροφής
- Τα κεραμίδια και τις πλάκες

Ψυχρά χρώματα που χρησιμοποιούνται σε επικαλύψεις οροφών και σε εξωτερικούς τοίχους, είναι τα λευκά και τα ανοιχτά χρώματα ή τα χρώματα αλουμινίου. Τα ψυχρά λευκά χρώματα περιέχουν διαπερατά πολυμερή υλικά, π.χ. ακρυλικά και ένα λευκαντικό συστατικό όπως το οξείδιο του τιτανίου ή το οξείδιο του ψευδαργύρου τα οποία όμως είναι τοξικά για τον άνθρωπο και τα οικοσυστήματα. Η ανακλαστικότητα των επικαλύψεων αυτών στο ηλιακό φάσμα είναι ιδιαίτερα υψηλή και κυμαίνεται στο 70-80%.

Οι ανοιχτόχρωμες βαφές παρασκευάζονται με προσθήκη χρώματος σε λευκές βαφές. Η ανακλαστικότητα τους συνεπώς είναι μειωμένη και κυμαίνεται από 0,4 έως 0,7 ανάλογα με την ποσότητα του προστιθέμενου χρώματος. Ο συντελεστής εκπομπής τους όμως παραμένει ο ίδιος όπως και για τα λευκά χρώματα.

Τα χρώματα αλουμινίου παρασκευάζονται συνήθως από ασφαλικού τύπου ρητίνες που περιέχουν ρινίσματα αλουμινίου. Ο συνδυασμός πραγματοποιείται έτσι ώστε τα ρινίσματα του αλουμινίου να συγκεντρώνονται στο ανώτατο στρώμα της επικάλυψης εξασφαλίζοντας έτσι μεγαλύτερη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και στην προστασία του ασφαλικού υποστρώματος από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Η ανακλαστικότητα των χρωμάτων αλουμινίου κυμαίνεται γύρω στο 50%, αλλά ο συντελεστής εκπομπής τους είναι σχετικά μικρός ( 0,4-0,6).

Οι μεμβράνες οροφής συνήθως περιέχουν ένα ύφασμα από fiberglass ή πολυεστερικό υλικό που συνδυάζεται με ένα ευέλικτο πολυμερές υλικό όπως η άσφαλτος και το EPDM (συνθετικό ελαστικό). Γενικά οι μεμβράνες κατασκευάζονται από αδιάβροχα ευέλικτα και σκληρά υλικά που αποτελούνται από ένα ή πολλαπλά στρώματα. Το χρώμα και η ανακλαστικότητα των μεμβρανών εξαρτώνται από την ανώτερη επιφάνεια τους η οποία καλύπτεται από βαφή ή χαλίκι οροφής. Η ανακλαστικότητα τους στην ηλιακή ακτινοβολία φτάνει έως και 0,8 ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους κυμαίνεται γύρω στα 0,9.

Τέλος τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί πλακίδια ή κεραμικά για το εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων που παρουσιάζουν σχετικά μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία. Ανάλογα με το χρώμα τους η ανακλαστικότητα τους κυμαίνεται από 0,3 έως 0,8 ενώ ο συντελεστής εκπομπής τους κυμαίνεται γύρω στο 0,9.

Όπως προαναφέρθηκε η επιλογή των δομικών υλικών σχετίζεται με την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων συμπεριλαμβανομένης της οπτικής και θερμικής άνεσης. Σχετίζεται επίσης με την κατανάλωση της ενέργειας, αφού υλικά παίζουν ρόλο τόσο στην συμπεριφορά του κελύφους, όσο και στη λειτουργία των εσωτερικών χώρων. Τα κτίρια για την επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται τόσο στους εσωτερικούς όσο και στους εξωτερικούς χώρους συνοψίζονται παρακάτω.

Τα υλικά των εσωτερικών χώρων καθώς και τα υλικά κατασκευές του κτιριακού κελύφους θα πρέπει, όπως προαναφερθήκαμε να μην δημιουργούν ρύπανση στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Παράλληλα θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις δηλαδή να συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης εντός των κτιρίων και στην ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο κατά την θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Τα υλικά του κελύφους (μονωτικά, τζαμιά, κλπ.), θα πρέπει να συντείνουν κατά την ψυχρή περίοδο στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών των κτιρίων και στην μεγιστοποίηση των θερμικών και ηλιακών κερδών. Παράλληλα κατά την θερινή περίοδο και για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες τα υλικά του εξωτερικού κελύφους θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη μέγιστη δυνατή ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και την μέγιστη δυνατή εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας προς το περιβάλλον.

Και να συνεισφέρουν στη δημιουργία βέλτιστης οπτικής άνεσης εντός των χώρων. Συγκεκριμένα τα υλικά θα πρέπει να επιτρέπουν την αδιατάρακτη ροή του φωτός, να συμβάλλουν στην επίτευξη των ικανοποιητικών επιπέδων φωτισμού να μην προκαλούν θάμβωση και να επιτρέπουν την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους θα πρέπει να έχουν χαμηλές έως μηδενικές εκπομπές προς το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου ενώ παράλληλα θα πρέπει να συντελούν στη δημιουργία βέλτιστου θερμικού κλίματος στην περιοχή χρήσης τους. Για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση <<ψυχρών υλικών>>, δηλαδή υλικών που παρουσιάζουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής και να μην υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον δηλαδή να μην δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό σε γειτονικά κτίρια. Η εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων για την προτιμότερη περιβαλλοντική επιλογή είναι άμεσα εξαρτημένη με τη γνώση των χαρακτηριστικών των διαθέσιμων υλικών. Επειδή, η ποικιλία των υλικών διατίθενται στο εμπόριο είναι μεγάλη κρίνεται απαραίτητο να παρουσιαστούν τα χαρακτηριστικά των σημαντικότερων από αυτά.

### **3.11.1 Θερμομόνωση του κελύφους**

Οι απώλειες θερμότητας από ένα κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον κατά τη διάρκεια του χειμώνα ( ή ανεπιθύμητα θερμικά κέρδη από αυτά κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού) καθορίζονται με βάση τη ροή θερμότητας διάμεσο του κελύφους του. Η ροή της θερμότητας εξαρτάται κυρίως από τη διάφορα θερμοκρασίας μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος και τη θερμική αντίσταση των υλικών από τα οποία κατασκευάζονται το κέλυφος του κτιρίου.

Κέλυφος ενός κτιρίου ονομάζεται το σύνολο των διαφανειών και αδιαφανών στοιχείων τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτιρίου και διαχωρίζουν το εξωτερικό από τον εσωτερικό χώρο. Ο τρόπος κατασκευής του κελύφους είναι καθοριστικός για τη διαμόρφωση του εσωτερικού κλίματος. Από το είδος τον σχεδιασμό και την ποιότητα κατασκευής του κελύφους, εξαρτώνται μεταξύ άλλων:

- Η μετάδοση θερμότητας από και προς το κτίριο που οφείλεται στην οριζόντια και την κατακόρυφη κίνηση του αέρα.
- Ο ρυθμός των λοιπών θερμικών απωλειών και κερδών.
- Η απαγωγή θερμικής ενεργείας.
- Η εισροή ηλιακής ενεργείας στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Η θερμοχωρητικότητα του κτιρίου.
- Οι παράμετροι του αερισμού και του φωτισμού.
- Η αξιοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενεργείας.
- Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του κτιρίου τόσο στον εσωτερικό χώρο όσο και στον εξωτερικό.

Από τα παραπάνω είναι προφανές ότι το κτίριο κέλυφος παίζει πρωτεύοντα ρολό στη θερμική και περιβαλλοντική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Σε σωστά θερμομονωμένα κτίρια, η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό είναι έως 40% μικρότερη από αυτή ενός κτιρίου χωρίς θερμομόνωση.

Η θερμική αντίσταση (R) ενός υλικού ονομάζεται το μέγεθος που εκφράζει τη δυσκολία με την οποία διαδίδεται η θερμότητα σε ένα υλικό. Η θερμική αντίσταση είναι συνάρτηση του πάχους του υλικού, των ρευστών που το περιβάλλουν και της θερμικής του αγωγιμότητας.

Η πιο κοινή μέθοδος για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η προσθήκη θερμομόνωσης δηλαδή υλικών με μεγάλη θερμική αντίσταση στο κέλυφος του κτιρίου έτσι ώστε να αυξηθεί η συνολική θερμική του αντίσταση. Άλλος τρόπος περιορισμού των απωλειών ιδιαίτερα λόγω ακτινοβολίας αποτελεί η προσθήκη φραγμάτων στη ροή θερμότητας με τοποθέτηση για χρήση υαλοπινάκων με πολύ χαμηλή ικανότητα εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας. Η σωστή και πλήρης θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου έχει ως αποτέλεσμα:

- Τη μεγάλη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Τη μείωση της πιθανότητας σχηματισμού υδρατμών στις επιφάνειες του κτιρίου, αφού εξαφανίζει τις θερμογέφυρες, δηλαδή τα σημεία συνάντησης στοιχείων του κελύφους των οποίων ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας είναι μεγάλος, και τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη τοπική ροή θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον λόγω απότομης πτώσης της θερμοκρασίας επιφανείας.
- Την αύξηση του κατασκευαστικού κόστους αλλά και τη μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτιρίου, χάρη στη αναμενομένη εξοικονόμηση ενεργείας.
- Τη διατήρηση των θερμικών ηλιακών κερδών επί μεγάλο χρονικό διάστημα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Η τοποθέτηση της θερμομόνωσης θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και ομοιόμορφα έτσι ώστε να αποφεύγεται οι θερμογέφυρες. Ταυτόχρονα η επιλογή του υλικού και της θέσης της (εσωτερική ή εξωτερική) θα πρέπει να αξιολογούνται ανάλογα με τη στρατηγική θέρμανσης και τα χαρακτηριστικά του κτιρίου δηλαδή το ωράριο λειτουργίας, η θερμική μάζα, τα ηλιακά κέρδη, κτλ. Τέλος το πάχος του μονωτικού υλικού θα πρέπει να υπολογίζεται με βάση όχι μόνο τα ενεργειακά οφέλη αλλά και το κόστος. Εξάλλου τα ενεργειακά κέρδη από την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού σε ένα δομικό στοιχείο δεν είναι ευθέως ανάλογα με το πάχος του μονωτικού στρώματος καθώς από κάποια τιμή και πάνω η εξοικονομούμενη ενεργεία είναι ασήμαντη.

Η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας του κτιριακού κελύφους περιλαμβάνει παρεμβάσεις στους εξωτερικούς τοίχους, το δώμα και το δάπεδο, όταν αυτό συνορεύει με μη θερμαινόμενους χώρους ( υπόγειο) ή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή). Ο βαθμός της παρέμβασης στη θερμομόνωση του κτιρίου εξαρτάται κατά πολύ από το αν αυτό κατασκευάζεται εξ αρχής ή ανακαινίζεται. Στις νέες κατασκευές υπάρχει υποχρέωση λόγω του κανονισμού θερμομόνωσης για την κατασκευή ενός κελύφους όσο γίνεται καλύτερα μονωμένου. Στις ανακαινίσεις είναι πιο δύσκολο να γίνουν μεγάλες βελτιώσεις στη θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου. Με βάση τις σύγχρονες τεχνικές οι εξωτερικοί τοίχοι κατασκευάζονται με δυο κυρίως τρόπους. Πρώτον με χρήση θερμομονωτικών συμπαγών δομικών υλικών (θερμομονωτικών τούβλων, thermo block, monoblock) τα οποία είναι πορώδη υλικά με μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Προτείνεται και η χρήση ενός μονωτικού επιχρίσματος για την περαιτέρω βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του υλικού και δεύτερων με χρήση συμβατικών δομικών υλικών ( τούβλων, τσιμέντου) και ενός στρώματος μονωτικού υλικού (συνήθως εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης, υαλοβάμβακα, μονωτικού υλικού με μεταλλικές ή φυτικές ίνες).

Η εξωτερική μόνωση του πλευρικού τοίχου εξαφανίζει τις θερμογέφυρες αυξάνει το χρόνο ζωής του κτιρίου προστατεύοντας το κέλυφος από τις καιρικές συνθήκες και εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα των τούβλων για την εφαρμογή παθητικών τεχνικών θέρμανσης και δροσισμού.

Η σωστή θερμομόνωση της οροφής είτε κεκλιμένη είτε επίπεδη είναι σημαντική για τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά όλου του κτιρίου. Οι απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει η οροφή κυρίως η επίπεδη που είναι και η πιο συνήθης σήμερα ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση του κτιρίου και να ρυθμίζονται οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες συνοψίζονται στα εξής:

- Πρέπει να είναι υδατοστεγής ώστε να προστατεύεται το κτίριο από τη βροχή και την υγρασία.
- Πρέπει να έχει την απαραίτητη κλίση ώστε να διευκολύνεται η απομάκρυνση του νερού.
- Πρέπει να περιέχει την απαραίτητη θερμική προστασία, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, στο εσωτερικό του κτιρίου.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη θερμομόνωση του δώματος είναι διάφοροι τύποι εξηλασμένης πολυστερίνης, ο υαλοβάμβακας και η μόνωση με μεταλλικές ίνες ενώ κυρίως σε στέγες με κεραμίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και φυσικά μονωτικά υλικά προς το περιβάλλον όπως το ανακυκλωμένο χαρτί, ο φελλός, το βαμβάκι και οι φυτικές ίνες τα οποία έχουν όμως σχετικά αυξημένο κόστος.

Σε επίπεδες οροφές η μόνωση τοποθετείται εξωτερικά του οπλισμένου σκυροδέματος έτσι ώστε η θερμική μάζα να βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου ενώ ενδεδειγμένη τεχνική είναι η χρήση ανάστροφου δώματος δηλαδή ενός στρώματος ελαφρού σκυροδέματος ή αλλού υλικού (π.χ. χαλίκι) το οποίο τοποθετείται πάνω από το μονωτικό υλικό για την καλύτερη προστασία του δώματος.

Η μόνωση των κεκλιμένων οροφών είναι γενικά εύκολη και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Ενδεδειγμένη είναι η λύση κατά την οποία τοποθετούνται στρώματά μονωτικού υλικού τόσο κάτω από την κεραμοσκεπή όσο και στο δάπεδο του οριζόντιου δώματος.

Το δάπεδο ενός κτιρίου έρχεται σε επαφή με το έδαφος (υπόγειο), ή με το εξωτερικό περιβάλλον (πυλωτή). Υπάρχουν πολλές δυνατότητες για την βελτίωση της μόνωσης αυτών των δομικών στοιχείων. Η μόνωση είναι εσωτερική ή εξωτερική και αποτελείται συνήθως από ένα στρώμα μονωτικού υλικού και ένα μονωτικό επίχρισμα.

Η μόνωση του δαπέδου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι συνήθως περιττή καθώς η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται αργά και συνήθως είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα και μικρότερη από αυτή το καλοκαίρι. Στα θερμά κλίματα η έλλειψη μόνωσης στο δάπεδο βοηθά την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας στο έδαφος.

Σε περίπτωση που το δάπεδο είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή πυλωτή, η προσθήκη μόνωσης είναι ενδεδειγμένη παρόλο που οι απώλειες δεν είναι τόσο έντονες όσο από αλλά δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες μειώνουν σημαντικά τις απώλειες διαμέσου των διαφανών στοιχείων του κελύφους, επιτρέποντας έτσι την τοποθέτηση περισσότερων και μεγαλύτερων διαφανών δομικών στοιχείων με αποτέλεσμα την βελτίωση φυσικού φωτισμού και των ηλιακών κερδών.

- Ημιδιαφανή μονωτικά υλικά και υαλοπίνακες με aerogel.
- Υαλοπίνακες πολλαπλών στρωμάτων (διπλοί,τριπλοί) σε συνδυασμό με τη χρήση αδρανών αερίων (αργό, κρυπτό) ανάμεσα στα φύλλα γυαλιού και επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας.
- Διαφανής μόνωση: είναι η μόνωση που χρησιμοποιεί υλικά με μικρές θερμικές απώλειες και υψηλή διαπερατότητα στο ηλιακό φως.



### 3.12 Ο φυσικός φωτισμός ως στοιχείο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού

Πριν από την ανάπτυξη του τεχνητού φωτισμού οι παραδοσιακές κοινωνίες στην Νοτιά Ευρώπη έδιναν μεγάλη σημασία στην επάρκεια του φυσικού φωτισμού. Η κυρίαρχη ανάγκη για τον έλεγχο της καλοκαιρινής θερμότητας οδήγησε στη χρήση πολύ διαφορετικών ανοιγμάτων και την υιοθέτηση διαφορετικής γεωμετρίας στους εσωτερικούς χώρους. Η υιοθέτηση της εσωτερικής αυλής αποδείχθηκε πηγή ποικιλίας λύσεων. Το φως του ηλίου αντί να εισέρχεται απευθείας στους χώρους, υφίστατο πολλαπλές ανακλάσεις στα γύρω κτίρια, ενώ η βλάστηση του περιβάλλοντος χώρου συχνά χρησίμευε για την ρύθμιση και εξασθένιση του καλοκαιρινού φωτισμού αλλά και τον έλεγχο της υπερθέρμανσης αντίθετα τον χειμώνα τα φύλλα έπεφταν αφήνοντας περισσότερο φως να περνά επιτρέποντας παράλληλα μεγαλύτερα θερμικά κέρδη από τον ήλιο. Το μικρό κλίμα του κτιρίου ήταν συνεπώς παράμετρος σχεδιασμού για την επάρκεια του φυσικού φωτισμού.

Ο σχεδιασμός κτιρίων με σωστή ενεργειακή συμπεριφορά αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αιτίες που επανέφεραν τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων στην επικαιρότητα. Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και ψυχτικό φορτίο του κτιρίου. Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- Στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.
- Στην μείωση ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό.
- Στην μείωση του ψυχτικού φορτίου.

Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα με την αποτελεσματική χρήση του φυσικού φωτισμού. Όμως ο φυσικός φωτισμός μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου όταν χρησιμοποιείται ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος που περιλαμβάνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στον φυσικό και τον τεχνητό φωτισμό ή την σκίαση ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς και τις συνθήκες και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό έως και 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρήση του τεχνητού φωτισμού, η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

Η βελτιστοποίηση της σχέσης μεταξύ επιφανειών των φυσικά φωτιζόμενων χώρων και διαστάσεων των εξωτερικών ανοιγμάτων βελτιώνει την οπτική συμπεριφορά του κτιρίου και την οπτική άνεση στο εσωτερικό του. Η κατανόηση της σχέσης αυτής επιτρέπει στον σχεδιαστή του κτιρίου να ενσωματώνει στο κέλυφος τεχνικές και στοιχεία φυσικού φωτισμού τα οποία επιτρέπουν την είσοδο στο κτίριο ποσότητας φωτός ικανής να εξυπηρετήσει τις λειτουργικές του ανάγκες.

Η βελτιστοποίηση των στρατηγικών φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτιρίου απαιτεί να εξετασθούν οι παρακάτω παράμετροι:

Η γεωμετρία των εσωτερικών χώρων, η γεωμετρία και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων, η ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών  $T_a$ , το μέγεθος και ο τύπος των γειτονικών κτιρίων. Και τέλος ο προσανατολισμός των στοιχείων που εισάγουν φως στο κτίριο.

Η κατασκευή χώρων με μεγάλο βάθος σε απόσταση από το κέλυφος του κτιρίου πρέπει να αποφεύγεται. Σημαντικό ρολό παίζει η κάτοψη του κτιρίου. Η μεγιστοποίηση της επιφανείας των χώρων με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του βάθους είναι δυνατή με επιλογή κατόψεων σχήματος E,F,U,L,O και H.

Το ύψος του κάτω μέρους της κάσας του ανοίγματος (πρεβάζι), καθώς και το συνολικό ύψος και πλάτος του παραθύρου είναι σημαντικές παράμετροι στην επίτευξη βέλτιστων συνθηκών φυσικού φωτισμού. Τα παράθυρα με μεγάλο πλάτος οδηγούν σε ομοιογενή κατανομή της φωτεινότητας στον χώρο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Στην περίπτωση αυτή η φωτεινότητα έχει ζωνική κατανομή παράλληλη με τον τοίχο του παραθύρου. Αντίθετα τα παράθυρα με μεγάλο ύψος προκαλούν χωρική κατανομή της φωτεινότητας σε ζώνες κάθετες προς τον τοίχο του παραθύρου, οδηγώντας έτσι σε ένα φωτεινό περιβάλλον το οποίο μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το παράθυρο αυτού του τύπου προσφέρει βαθύτερη διείσδυση του φωτός και μεγαλύτερη δυνατότητα για φυσικό αερισμό αλλά προκαλεί μεγαλύτερη θάμβωση. Τέλος, η τοποθέτηση ενός ανοίγματος στο μέσο ενός τοίχου οδηγεί σε καλύτερη κατανομή του φωτισμού ενώ ένα γωνιακό παράθυρο προκαλεί λιγότερη θάμβωση.

Η ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανακλαστικότητα τόσο περισσότερη είναι η διείσδυση του φυσικού φωτός στο βάθος του δωματίου και τόσο πιο ομοιογενής είναι η κατανομή του φωτός στον χώρο.

Το μέγεθος και ο τύπος των γειτονικών κτιρίων ή άλλων ψηλών εμποδίων καθώς αυτά επηρεάζουν το φως που ανακλάται μέσα στον χώρο και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αποκόπτεται από την ύπαρξη εμποδίων. Για τον λόγο αυτόν, η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού σε πυκνό αστικό περιβάλλον είναι περιορισμένη.

Ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει μεγαλύτερα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια του χειμώνα (το οποίο είναι επιθυμητό), αλλά και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (πρέπει να αντιμετωπίζονται με την τοποθέτηση κατάλληλων σκίαστρων). Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα παρέχουν φωτισμό, ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά κατά την διάρκεια της ημέρας. Ειδικά τα νοτιοδυτικά ανοίγματα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του θέρους.

Η είσοδος του φυσικού φωτός σε ένα κτίριο μπορεί να βελτιωθεί αν ακολουθηθούν οι παρακάτω απλές υποδείξεις:

- Τοποθέτηση των βεραντών σε ανατολικές – δυτικές διευθύνσεις, και των γειτονικών σπιτιών σε νότιες – βόρειες διευθύνσεις.
- Τοποθέτηση των χώρων στάθμευσης στο βορρά.
- Τοποθέτηση των αυλών στον νότο.
- Κατασκευή στεγών χαμηλού προφίλ
- Επιλογή οικοπέδου με κλίση και νότιο προσανατολισμό για την κατασκευή ενός νέου κτιρίου.

Η αξιοποίηση της κεκλιμένης οροφής είναι μια από τις απλούστερες ιδέες για την βελτίωση της κατανομής του φυσικού φωτισμού στο εσωτερικό ενός χώρου. Η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται από κατακόρυφα ανοίγματα στο ανώτερο μέρος του δωματίου και ανακλάται προς τα κάτω. Μια παραλλαγή αυτής της τεχνικής είναι η τοποθέτηση στην οροφή κατάλληλα προσανατολισμένων εσωτερικών ανακλαστήρων ώστε να ανακλούν το φως σε συγκεκριμένα σημεία του χώρου.

Στην περίπτωση της χρήσης πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής η κατανομή του φωτισμού εξαρτάται κυρίως από τον αριθμό των ξανοιγμάτων και από τις μετεωρολογικές συνθήκες. Όταν ο ουρανός καλύπτεται από σύννεφα, τα ανοίγματα παρέχουν γενικά ομοιογενή φωτισμό. Όταν όμως ο ουρανός είναι αίθριος η κατανομή του φωτισμού εξαρτάται από τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Τα βόρεια προσανατολισμένα ανοίγματα παρέχουν μια ομαλή κατανομή του φωτός, ενώ τα νότια επιτρέπουν την είσοδο της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου.

Οι κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής είναι ανοίγματα στις πλευρές ανυψωμένων τομέων της στέγης. Μια σειρά από τέτοια ανοίγματα παρέχει φυσικό φωτισμό με ομαλή κατανομή στο οριζόντιο επίπεδο. Όταν ο ουρανός είναι αίθριος δημιουργούνται λωρίδες έντονης και μη φωτεινότητας.

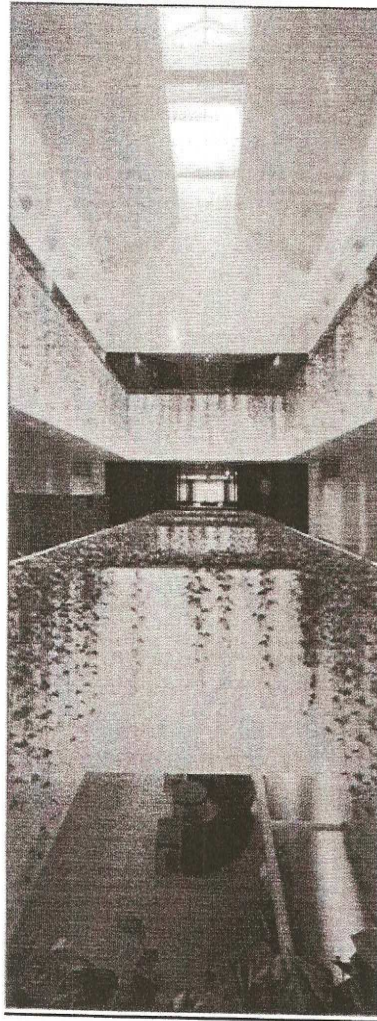
Η προσθήκη αίθριου στα κτίρια προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα ως προς την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου δεδομένου ότι:

- Τα παράθυρα των προσόψεων που βλέπουν στο αίθριο μπορούν να έχουν αυξημένη επιφάνεια και άρα αυξημένα επίπεδα φωτισμού χωρίς τις αντίστοιχες θερμικές απώλειες.
- Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του αιθρίου είναι γενικά υψηλότερη από την εξωτερική, με συνέπεια την μείωση των θερμικών απωλειών των γειτονικών κτιρίων.
- Το δάπεδο του αιθρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λειτουργικός χώρος του κτιρίου, αφού προστατεύεται από τις εξωτερικές συνθήκες

Ο βασικός στόχος της κατασκευής ενός αιθρίου είναι η μεγιστοποίηση του τμήματος του κτιρίου που φωτίζεται με φυσικό φως. Ως προς το ενεργειακό μέρος η προσθήκη ενός αιθρίου έχει τα εξής αποτελέσματα:

- Μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό χάρη στην εκτεταμένη χρήση φυσικού φωτισμού.
- Μείωση του κλιματιστικού φορτίου αιχμής εξαιτίας της μη λειτουργίας των ηλεκτρικών λαμπτήρων
- Αύξηση των ηλιακών κερδών και μείωση των απωλειών κατά τον χειμώνα, με αποτέλεσμα τη μείωση του θερμικού φορτίου του κτιρίου.

Εντούτοις, η αύξηση των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι λόγω της παρουσίας του αίθριου πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για κτίρια που βρίσκονται σε θερμά κλίματα επειδή οι ανάγκες για ψύξη είναι πιθανό να αντισταθμίζουν τα οφέλη από τη μείωση θερμικού φορτίου το χειμώνα και τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό.



Σχ.1 Χρήση αιθρίου για αύξηση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου

### 3.13 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού. Γενικά, ο αερισμός των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου (φυσικός ή μηχανικός) είναι απαραίτητος όχι μόνο για τη μείωση της θερμοκρασίας, αλλά και για τη διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα του οξυγόνου και της ποιότητας του αέρα. Παραδοσιακά ο αερισμός των κτιρίων γινόταν με τη βοήθεια της φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. οι πρόσθετες απαιτήσεις αερισμού ικανοποιούνταν με απλό άνοιγμα των παραθύρων.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την διείσδυση του εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Αυτό οφείλεται στη διάφορα πιέσεων που δημιουργεί η ροή του ανέμου γύρω από ένα κτίριο. Η είσοδος του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου.

Η σύγχρονη αρχιτεκτονική και ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων έχουν μειώσει τη διείσδυση του αέρα στο ελάχιστο προκειμένου να μειώσουν τις απώλειες και να επιτύχουν ένα απολύτως ελεγχόμενο περιβάλλον. Οι νεότερες και ακριβές κατασκευές περιβάλλονται από τελείως στεγανοποιημένα κελυφη. Ειδικότερα, στα κτίρια γραφείων από γυαλί δεν επιτρέπεται καν το άνοιγμα των παραθύρων. Στα κτίρια αυτά οι δυνατότητες χρήσης συστημάτων φυσικού αερισμού είναι εξαιρετικά περιορισμένες. Αντίθετα η παραγωγή ψύξης βασίζεται 100% σε μηχανικά συστήματα.

Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού είναι δυνατό να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο να αυξήσει τη θερμική άνεση και να διατηρήσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού αερισμού καθορίζεται από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες, από το μικροκλίμα, από τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και την χωροταξία της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο.

Η εξωτερική θερμοκρασία, η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου είναι οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχή εφαρμογή των τεχνικών φυσικού αερισμού. Για το δροσισμό ο αέρας που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα του κτιρίου.

Οι τεχνικές φυσικού αερισμού για τον δροσισμό ενός κτιρίου είναι πολύ αποτελεσματικές στην διάρκεια της νύχτας όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι συνήθως μικρότερες από τις εσωτερικές.

Η υγρασία του αέρα είναι σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή τεχνικών του φυσικού αερισμού. Υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουν αρνητική επίδραση στη θερμική άνεση μέσα στο κτίριο. Συνεπώς σε περιοχές με υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στη διάρκεια του καλοκαιριού η χρήση συμβατικών συστημάτων κλιματισμού είναι απαραίτητη για την απόρριψη της υγρασίας από το εσωτερικό περιβάλλον (αφύγρανση). Υπό αυτές της συνθήκες, καλό είναι να αποφεύγεται ο φυσικός αερισμός τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας.

### **3.14 Συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC)**

Είναι ένας συνδυασμός διαφόρων συσκευών που πρωταρχικός ρόλος τους είναι να θερμαίνουν, να εξαερίζουν και να κλιματίζουν μεγάλους εσωτερικούς χώρους, όπως κτίρια γραφείων, ξενοδοχεία, σχολεία, δημόσια και ιδιωτικά κτίρια κλπ. Αυτά τα συστήματα αν και διαχειρίζονται τον αέρα δεν χαρακτηρίζονται ως αεροκαθαριστές. Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται και εγκαθίστανται σε μεγάλα κτίρια για να εφοδιάζουν τους εσωτερικούς χώρους με επαρκή αέρα που να έχει την κατάλληλη, ρυθμιζόμενη θερμοκρασία, υγρασία και να μην περιέχει επικίνδυνες συγκεντρώσεις ρυπαντών.

Η λειτουργία αυτών των συσκευών δεν συνίσταται απλώς στην κυκλοφορία του αέρα αλλά είναι πιο πολύπλοκη και περιλαμβάνει την εισαγωγή εξωτερικού αέρα, τη ρύθμιση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του, την ανάμειξη του με τον εσωτερικό αέρα, την κατανομή του μίγματος στους εσωτερικούς χώρους, και την εξαγωγή μέρους του εσωτερικού αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον. Και όταν αυτά τα συστήματα διαθέτουν συσκευές αεροκαθαρισμού τότε η λειτουργία τους εκτείνεται και στον αεροκαθαρισμό που τεχνητά είναι δυσκολότερος από τη λοιπή διαχείριση του αέρα.

Η χρήση αυτών των συστημάτων είναι σχεδόν υποχρεωτική στα καινούρια κτίρια τα οποία κατασκευάζονται χωρίς λειτουργικά παράθυρα για τον φυσικό αερισμό των χώρων. Η δυνατότητα αεροκαθαρισμού αυτών των συστημάτων περιορίζεται στη δυνατότητα των συσκευών αεροκαθαρισμού που διαθέτουν (κυρίως μηχανικά φίλτρα) που απομακρύνουν μόνο τα βλαβερά σωματίδια του αέρα και ελάχιστους αέριους ρυπαντές.

Για τον περιορισμό της ρύπανσης του αέρα των εσωτερικών χώρων προτείνεται η χρήση συστημάτων φυσικού αερισμού και ο έλεγχος των πηγών ρύπανσης. Τα συστήματα αερισμού ρυθμίζουν την ανανέωση του αέρα και επηρεάζουν συνήθως θετικά τη σύσταση και την ποιότητα του.

Αντίθετα τα μέτρα για την μείωση του φυσικού αερισμού για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας απομονώνουν το εσωτερικό από το εξωτερικό περιβάλλον και συμβάλλουν στη διατήρηση υψηλών επιπέδων ρύπανσης από εσωτερικές πηγές.

Από την άλλη μεριά ορισμένα συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιούν φίλτρα καθαρισμού τα οποία μετριάζουν τη συγκέντρωση ορισμένων ρύπων στους εσωτερικούς χώρους. Όπως είναι φανερό, η επιλογή της σωστής στρατηγικής για τη διασφάλιση μιας ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα, εξαρτάται από μια ποικιλία παραγόντων και σε τελευταία ανάλυση είναι αντικείμενο μελέτης του συγκεκριμένου περιβάλλοντος και χώρου.<sup>1,7</sup>

Οι απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων στην Ελλάδα ρυθμίζονται από την Τεχνική Οδηγία 2323/86 του Τ.Ε.Ε (εγκαταστάσεις στα κτίρια – Κλιματισμός). Ο Τεχνικός Οδηγός του Τ. Ε .Ε αναφέρει τρία κριτήρια για την εκτίμηση του ρυθμού ανανέωσης του αέρα σε εσωτερικούς χώρους:

- το μέγεθος του χώρου
- τον αριθμό των ατόμων που καταλαμβάνουν τον χώρο
- την ποιότητα του εσωτερικού αέρα χωρίς αερισμό

Οι προτεινόμενες αλλαγές του αέρα βάσει του πρώτου κριτηρίου, για διαφορετικούς χώρους στον πίνακα 3.14.1 και ο αριθμός αερισμού χώρων με διάφορες χρήσεις ανάλογα με τον αριθμό των ατόμων δίνονται στον πίνακα

### 3.14.2

ΧΩΡΟΣ	ΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ ΑΝΑ ΩΡΑ
Λουτρά	5-8
Βιβλιοθήκες	4-5
Γραφεία	4-8
Ξενώνες	5-10
Αμφιθέατρα	8-10
Εμπορικοί χώροι	4-6
Κινηματογράφοι / θέατρα	4-6
Καταστήματα	6-8
Νοσοκομεία	15-20
Αποδυτήρια	8-10
Γραφεία συσκέψεων	6-8
Χώροι συναντήσεων	5-10

**Πίνακας 3.14.1: Προτεινόμενες αλλαγές αέρα ανά ώρα για διαφορετικούς χώρους**

Πηγή: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ) ΚΑΙ ΥΠΕΧΩΔΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ Κ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ)

ΧΩΡΟΣ	Εκτίμηση αριθμού ατόμων ανά 100m <sup>2</sup> ωφέλιμης επιφάνειας	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ (m <sup>3</sup> /h ανά άτομο)	
		Ελάχιστος	Προτεινόμενος
<b>Μονοκατοικίες</b>			
Καθιστικό – υπνοδωμάτιο	5	8,5	12-17
Λουτρό – κουζίνα	-	34	50-85
<b>Διαμερίσματα</b>			
Καθιστικό – υπνοδωμάτιο	7	8,5	12-17
Λουτρό – κουζίνα	-	34	50-85



<b>Εκπαιδευτήρια</b>			
Αίθουσα διδασκαλίας	55	17	17-26
Εργαστήριο	32	17	17-26
Αμφιθέατρο	110	17	26-34
Βιβλιοθήκη	22	12	17-21
Γυμναστήριο	75	34	42-51
Εστιατόριο	110	17	26-34
Γραφείο	10	12	17-26
<b>Νοσοκομεία</b>			
Χώρος αναμονής	55	34	42-51
Θάλαμος ασθενών	22	17	26-34
Χειρουργείο	-	34	-
Ιατρείο	10	50	70-85
<b>Γραφεία</b>			
Χώρος εργασίας	10	25,5	25,5-34
Δωμάτιο συσκέψεων	65	42,5	51-68
Σχεδιαστήριο	22	12	17-25,5
Χώρος αναμονής	32	12	25,5-34
Αίθουσα υπολογιστών	22	8,5	12-17
<b>Ξενοδοχεία</b>			
Κρεβατοκάμαρα	5	12	17-25,5
Καθιστικό	22	17	25,5-34
Μπάνιο	-	34	51-85

**Πίνακας: 3.14.2 : Ελάχιστες και προτεινόμενες απαιτήσεις αερισμού ανά άτομο για διαφορετικούς χώρους**

Πηγή: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ) ΚΑΙ ΥΠΕΧΩΔΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ Κ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ)

Επίσης σημαντικό μέγεθος τόσο για την ποιότητα του αέρα όσο και για τη θερμική άνεση σε κλειστούς χώρους και για την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος κατ' επέκταση, είναι η ταχύτητα του αέρα σε αυτούς.

Ο ανεπαρκής εξαερισμός των κλειστών χώρων έχει άμεση σχέση με την πτωχή ποιότητα του αέρα. Ο εξαερισμός είναι η διαδικασία της μεταφοράς φρέσκου αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου και η διοχέτευση του χρησιμοποιούμενου αέρα στο περιβάλλον. Τα συστήματα αυτά ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του κτιρίου, καθώς και τα έπιπλα της υγρασίας.

Έρευνες έχουν αποδείξει ότι το 60% των προβλημάτων που αφορούν την ποιότητα του αέρα, έχουν άμεση σχέση με αυτά τα συστήματα. Όταν ο εξαερισμός δεν είναι επαρκής αναπτύσσονται ρυπαντικές ουσίες οι οποίες προκαλούν τη δυσανασχέτηση των ατόμων που καταλαμβάνουν τους

κλειστούς χώρους. Όταν ένα κτίριο έχει καλό σύστημα εξαερισμού μπορεί να μειώσει τα προβλήματα υγείας που προκαλούνται από την κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Έρευνες έχουν αποδείξει ότι σε κτίριο με φτωχό εξαερισμό οι συστηματικές απουσίες των εργαζομένων είναι 50% περισσότερες από αυτές των κτιρίων με επαρκή εξαερισμό.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά τμήματα σε αυτά τα συστήματα. Αυτά περιλαμβάνουν φούρνους ή λέβητες, τσίλερ, εσωτερικές και εξωτερικές μονάδες μηχανημάτων, φτερωτές, σωληνώσεις, στόμια, ρυθμιστές παροχής αέρα κλπ. Όταν τα τμήματα χρειάζονται να διατηρούνται καθαρά και σε καλή λειτουργική κατάσταση, ώστε να παρέχουν καλής ποιότητας αέρα στο κτίριο. Πολύ μεγάλης σημασίας είναι και η επιλογή της θέσης των μονάδων που εισάγουν τον αέρα, αν αυτές οι μονάδες βρίσκονται στις οροφές είναι πολύ πιθανόν να ρουφούν περιστέρια και ακαθαρσίες τους, και όλα αυτά να εισάγονται στο σύστημα. Όταν οι μονάδες εισαγωγής αέρα τοποθετούνται κοντά σε πηγές καυσαερίων, όπως καμινάδες, χώρους στάθμευσης αυτοκινήτων ή αυτοκινητοδρόμους υψηλής κυκλοφορίας, αυξάνονται οι πιθανότητες εισαγωγής μολυσμένου αέρα από καυσαέρια, VOC, μονοξειδίου του άνθρακα και σωματιδίων.

### **3.14.1 Προβλήματα που εμφανίζονται στα συστήματα εξαερισμού**

Συχνά τα προβλήματα που δημιουργούνται σχετικά με τα συστήματα εξαερισμού οφείλονται στο γεγονός ότι τα κτίρια χρησιμοποιούνται για διαφορετική χρήση από ότι είχαν σχεδιασθεί αρχικά, ή καταλαμβάνονται από μεγαλύτερο αριθμό ατόμων από ότι αρχικά είχε προβλεφθεί. Αν δηλαδή το κτίριο προοριζόταν για ελεύθερο εργοστασιακό χώρο, και στην πορεία του προστέθηκαν εσωτερικά χωρίσματα τότε σίγουρα θα προκύψουν προβλήματα. Επίσης, σημαντικό παράγοντα αποτελούν και οι δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στο συγκεκριμένο κτίριο αλλά και οι επεμβάσεις – προσθήκες που έχουν γίνει και αν έχει προσαρμοσθεί το σύστημα του εξαερισμού ανάλογα με τις ανάγκες.

Πάντα όταν γίνονται αλλαγές δημιουργούνται προβλήματα στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Για παράδειγμα στις αρχές του 1960 στη Βόννη της Γερμανίας κατασκευάστηκε ένα κτίριο, το οποίο αποτελείτο από τρία τμήματα τα οποία είχαν αυτονομία στον εξαερισμό τους. Μέχρι το 1980, κάποια τμήματα του κτιρίου χρησιμοποιούνταν για παραγωγή και αποθήκευση φαρμακευτικών προϊόντων. Όταν κάποια καινούργια εταιρεία κατέλαβε το κτίριο, τους συγκεκριμένους χώρους τους μετέτρεψε σε χώρους γραφείων. Όπως ήταν φυσικό οι εργαζόμενοι εξέφρασαν έντονα παράπονα για τον αέρα αφού δεν λήφθηκε υπόψη η προηγούμενη χρήση των χώρων.

Τα προβλήματα που αναφέρονται σχετικά με το σύστημα εξαερισμού περιλαμβάνουν:

- Ανεπάρκεια εισερχόμενου φρέσκου αέρα.
- Ανεπαρκή διανομή του αέρα στα διάφορα τμήματα του κτιρίου όπου βρίσκονται οι εργαζόμενοι.
- Κακό φίλτράρισμα του εξωτερικού αέρα.
- Ύπαρξη στάσιμου νερού μέσα στο σύστημα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται μικρόβια.
- Ορατή ανάπτυξη μούχλας και μύκητων μέσα στις σωληνώσεις.
- Δυσλειτουργία των υγραντήρων.
- Ανεπαρκές πρόγραμμα συντήρησης.

Τα συστήματα εξαερισμού σήμερα σχεδιάζονται και λειτουργούν όχι μόνο για να θερμαίνουν ή να ψύχουν τον αέρα αλλά και για να εισάγουν και να ανακυκλώνουν τον εξωτερικό αέρα. όταν δεν γίνεται σωστή μελέτη, χειρισμός και συντήρηση, προκαλούν προβλήματα στον αέρα των εσωτερικών χώρων. Προβλήματα που αφορούν τον εξοπλισμό του συστήματος εξαερισμού μπορεί να αφορούν:

- Συμπυκνώματα στα δοχεία και στο δίκτυο των σωληνώσεων.
- μόνωση από υαλοβάμβακα που πιθανότατα να έχει τοποθετηθεί μέσα στις σωληνώσεις. Όταν έχει βρωμίσει ή νοτισθεί από υγρασία μετατρέπεται σε παράδεισο για την ανάπτυξη μούχλας και μυκήτων.
- Σπασμένες σωληνώσεις μπορεί να εμποδίζουν την εισαγωγή φρέσκου αέρα.
- Η κακή ποιότητα των φίλτρων μειώνει την ικανότητα του συστήματος να διοχετεύει τον αέρα, και επιτρέπει την είσοδο βρωμιάς, σκόνης, σωματιδίων, γύρης και πηγών μικροβιακής ανάπτυξης.

Αυτά τα προβλήματα των μηχανικών μερών του συστήματος μπορούν με τη σειρά τους να προκαλέσουν προβλήματα θερμοκρασίας και υγρασίας. Αφού η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η μετακίνηση του αέρα σε ένα χώρο έχουν άμεση σχέση με την αίσθηση της άνεσης κάποιου να παραμένει σε αυτόν τον χώρο χωρίς να δυσανασχετεί, οι παράγοντες αυτοί συνδέονται άμεσα με το σύνδρομο " του άρρωστου κτιρίου " (SBS) και τις απουσίες των εργαζομένων από την δουλεία τους.

Η θερμοκρασία ενός χώρου ποτέ δεν πρόκειται να ικανοποιήσει όλους όσους παρευρίσκονται εκεί αφού παίζει ρόλο η ηλικία, το φύλλο, το είδος της δραστηριότητας του καθενός, η ενδυμασία και οι ιδιαίτερες προτιμήσεις του, και μετατρέπουν το θέμα σε καθαρά υποκειμενικό. Εφόσον οι προτιμήσεις των ανθρώπων διαφέρουν η ASHRAE (AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING and AIR – CONDITIONING ENGINEERS) συστήνει κάποια επίπεδα τα οποία ικανοποιούν ένα ποσοστό της τάξεως του 95%, χωρίς αυτό βέβαια να συμβαίνει πάντα. Η θερμοκρασία, σύμφωνα με τις συστάσεις της, θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 68° F και 78° F, αλλά πολύ συχνά σε θερμοκρασίες άνω των 75,2 F αναφέρονται παράπονα όπως πονοκέφαλοι και δερματικά προβλήματα.

Εκτός όμως από αυτά τα συμπτώματα οι μεταβολές τις θερμοκρασίας μπορεί να επιδράσουν και στην παραγωγικότητα των εργαζομένων. Αύξηση της θερμοκρασίας έχει διαπιστωθεί ότι προκαλεί μείωση της ταχύτητας διαβάσματος, δακτυλογράφησης και σκέψης ενώ μείωση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της ταχύτητας της χειροκίνητης εργασίας, της ευαισθησίας και της επιδεξιότητας.

Παρ' όλα αυτά η θερμοκρασία από μόνη της δεν αρκεί για την θερμική άνεση, αλλά ο συνδυασμός της μαζί με την υγρασία συντελούν στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Ποσοστά υγρασίας κάτω του 20% δημιουργούν στατικό ηλεκτρισμό, ερεθισμούς στα μάτια και στο λαιμό, ξηροδερμία και αλλά προβλήματα. Ο στατικός ηλεκτρισμός αποτελεί πρόβλημα αφού σπίθες που παράγονται μπορούν να καταστρέψουν τα ηλεκτρικά κυκλώματα στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Υψηλά ποσοστά υγρασίας προκαλούν ανάπτυξη μικροοργανισμών και διάβρωση του εξοπλισμού, ενώ οι οσμές γίνονται πιο έντονες.

Τα συστήματα εξαερισμού μπορούν να διοχετεύσουν μολυσμένο αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου όπως καπνό, γύρη σε συγκεκριμένες εποχές καυσαέρια από τις εξατμίσεις των οχημάτων, βακτήρια και όταν το στόμιο απαγωγής βρίσκεται πολύ κοντά στο στόμιο εισαγωγής του αέρα, ο αέρας παύει να είναι ανανεώσιμος.

Τα χημικά αυτά προστίθενται μέσα στο μπόϊλερ που παράγεται ο ατμός και διοχετεύονται στον αέρα. Αν και η μέθοδος με τον ατμό αποτελεί την καλύτερη για την ύγρανση του αέρα, παρ' όλα αυτά αποτελεί και την καλύτερη μέθοδο για την ανάπτυξη μούχλας και βακτηρίων. Έχουν εντοπισθεί VOC στις επενδύσεις των αεραγωγών, στα στεγανωτικά υλικά τους και στα μέρη συνδέσεως τους. Αυτές οι πτητικές οργανικές ενώσεις εισέρχονται στον αέρα και διοχετεύονται μέσω του συστήματος στον χώρο.

Οι χώροι όπου επιτρέπεται το κάπνισμα θα πρέπει να ανήκουν σε ξεχωριστό σύστημα ώστε ο καπνός από το τσιγάρο να μην μεταφέρεται στους υπόλοιπους χώρους μέσω του συστήματος εξαερισμού. Ο καλύτερος τρόπος για την αποφυγή αυτού του φαινομένου είναι η απαγόρευση του καπνίσματος σε ολόκληρο το κτίριο. Επίσης η κακή χρήση αντιβιοτικών, υλικών στεγανοποίησης και καθαριστικών προϊόντων οι διαρροές φυσικού αερίου ή προπανίου μπορούν εύκολα να διεισδύσουν στο σύστημα εξαερισμού αλλά και οι μεταδοτικές ασθένειες

Έχει παρατηρηθεί ότι οι άνθρωποι μπορούν πολύ εύκολα να μολυνθούν από κάποια μολυσματική ασθένεια όταν βρίσκονται σε κακώς αεριζόμενα κτίρια. Με τον βήχα ή το φτέρνισμα διοχετεύονται τα μολυσμένα σταγονίδια στον αέρα, και όταν δεν υπάρχει επαρκής αερισμός του χώρου ώστε να τα διασκορπίσει και να απομακρύνει ο ιός μπορεί εύκολα να επικαθίσει πάνω σε γραφεία ή χερούλια και να επιβιώσει για αρκετές ώρες.

Τα κατάλληλα μελετημένα, τοποθετημένα και καλό συντηρημένα συστήματα δεν πρέπει να εμφανίζουν τέτοιου είδους προβλήματα. Ακόμα και αν υπάρξει κάποια δυσλειτουργία και παρακρατηθεί ποσότητα νερού με την σχολαστική συντήρηση το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί. Με το σωστό φιλτράρισμα τα βακτήρια, η γύρη και η σκόνη μπορούν να κρατηθούν εκτός του κτιρίου.

Οι αεραγωγοί θα πρέπει να προσέχονται ιδιαίτερα όταν έχουν επενδυθεί με υαλοβάμβακα ο οποίος συγκρατεί την υγρασία. Κατά τη διάρκεια επιθεώρησης των σωληνώσεων κάποιων κτιρίων ανεβρέθησαν μανιτάρια αρκετών εκατοστών ύψους, τα οποία αναπτύσσονταν μέσα στο σύστημα εξαερισμού.

Έχει παρατηρηθεί ότι η εισαγωγή φρέσκου αέρα σε μερικά κτίρια έχει μειωθεί δραματικά στο βωμό της εξοικονόμησης ενέργειας. Μερικά συστήματα έχουν σχεδιασθεί έτσι ώστε να μην επιτρέπουν την εισαγωγή αρκετού φρέσκου αέρα. Η ανακύκλωση του ήδη χρησιμοποιημένου αέρα αυξάνει τις πιθανότητες μόλυνσης του σε επικίνδυνα επίπεδα. Μερικά στόμια εξαερισμού απαγωγής του αέρα δεν καταλήγουν στο εξωτερικό περιβάλλον, κι αυτό μπορεί να συμβεί σε λουτρά ή χώρους καπνιστηρίου.

Κατά αρχήν θα πρέπει ολοι οι χώροι να έχουν τουλάχιστον δυο στόμια εξαερισμού, ένα για την εισαγωγή φρέσκου αέρα και ένα για την απαγωγή του σε εξωτερικό χώρο. Επίσης, τα στόμια αυτά θα πρέπει να είναι καθαρά και ίσως να χρειάζονται και επιπλέον φίλτρα αφού βέβαια διαπιστωθεί ότι το σύστημα μπορεί να ανταπεξέλθει. Για να ελεγχθεί η λειτουργία του συστήματος αρκεί να τοποθετηθεί ένα κομμάτι χαρτί στο στόμιο και να διαπιστωθεί αν το σπρώχνει ή το ρουφάει. Τα στόμια θα πρέπει να είναι ελεύθερα και να μην παρεμβάλλονται εμπόδια, ενώ δεν θα πρέπει να βρίσκονται σε κοντινές αποστάσεις το ένα με το άλλο ώστε να μην μολύνεται γρήγορα ο καθαρός αέρας.

### 3.15 Μηχανικά μέσα καθαρισμού του εσωτερικού αέρα

Είναι κάθε συσκευή που απομακρύνει ένα ή περισσότερους ρυπαντές από τον αέρα. Μπορεί να είναι αυτόνομες συσκευές ή να συνδυάζονται με συσκευές θέρμανσης, κλιματισμού, ύγρανσης και ξήρανσης του αέρα. Ανάλογα με την μέθοδο που χρησιμοποιούν κατά των ρυπαντών του αέρα διακρίνονται σε αεροκαθαριστές, στους οποίους χρησιμοποιούνται μηχανικά φίλτρα, σε ηλεκτρονικούς καθαριστές, σε γεννήτριες ιόντων (ιονιστές), σε γεννήτριες όζοντος, συσκευές ύγρανσης και ξήρανσης και σε υβριδικές συσκευές.

Οι αεροκαθαριστές που χρησιμοποιούν μηχανικά φίλτρα χρησιμοποιούν τη μέθοδο φιλτραρίσματος του αέρα και διαθέτουν έναν απορροφητήρα που αναγκάζει τον απορροφούμενο αέρα να περνά από ένα φίλτρο στο οποίο κατακρατούνται τα αιωρούμενα σωματίδια.

Υπάρχουν δυο ειδών φίλτρα που αποτελούνται από ένα στρώμα από υαλοβάμβακα ή από παχύρρευστη συγκολλητική ουσία για να συσκρατούνται. Το πρώτο είδος φίλτρου είναι ένα επίπεδο, ορθογώνιο στρώμα που συγκρατεί τα μεγαλύτερα σωματίδια που αιωρούνται στον αέρα, αλλά ένα μικρό μόνο μέρος των μικροσκοπικών αναπνεύσιμων σωματιδίων. Το δεύτερο είδος φίλτρου είναι ένα κυματοειδές στρώμα από μικρότερες ίνες, που έχει μεγαλύτερη επιφάνεια, είναι πυκνότερο και έχει την ικανότητα να απορροφά μεγαλύτερο μέρος των αναπνεύσιμων σωματιδίων. Τα μηχανικά φίλτρα είναι δυνατόν να διαθέτουν και μια μόνιμα φορτισμένη πλαστική μεμβράνη η οποία έλκει τα σωματίδια και τα αναγκάζει να κατακαθίσουν πάνω στο φορτισμένο υλικό. Τα φίλτρα αυτά μπορούν να τοποθετηθούν μέσα σε αεραγωγούς κεντρικής θερμάνσεις ή στις σωληνώσεις συστημάτων κλιματισμού, αλλά μπορούν να αποτελούν και αυτόνομες συσκευές.

Οι ηλεκτρονικοί αεροκαθαριστές είναι συνήθως ηλεκτροστατική συλλέκτες ή φίλτρα μόνιμα φορτισμένων ιών που δημιουργούν ηλεκτρικό πεδίο και παγιδεύουν φορτισμένα σωματίδια του αέρα. Η λειτουργία τους στηρίζεται στον ιονισμό των σωματιδίων που αιωρούνται στον αέρα τα οποία μετα έλκονται και κατακάθονται στους ηλεκτροστατικούς συλλέκτες ή στις ίνες των φορτισμένων φίλτρων. Τοποθετούνται μέσα σε αγωγούς θέρμανσης ή σε σωληνώσεις συστημάτων κλιματισμού ή είναι αυτόνομες συσκευές. Σε αυτούς τους αεροκαθαριστές αν προσθέσουμε προσροφητικά ή ενεργά υλικά μέσα από τα οποία μπορεί να διέρχεται ο αέρας, είναι δυνατόν αυτά τα υλικά να συγκρατούν μέρος των αέριων ρυπαντών. Αυτά τα απορροφητικά υλικά μπορεί να είναι ενεργός άνθρακας, οξειδία του χαλκού, αλουμίνια και άλλες χημικές ουσίες, κάθε μια από τις οποίες είναι κατάλληλη ενός ή δυο ρυπαντών και όχι όλων.

Οι γεννήτριες ιόντων ή ιονιστές χρησιμοποιούν στατικά φορτία για να απομακρύνουν τα σωματίδια από τον αέρα. Η μέθοδος στην οποία βασίζεται η λειτουργία τους συνίσταται στην φόρτιση των σωματιδίων του αέρα ενός χώρου τα οποία λόγω του φορτίου τους, έλκονται από τους τοίχους, τα πατώματα, τις κουρτίνες κλπ., όπου βρίσκονται μέσα στο χώρο όπου και επικάθονται. Οι ιονιστές είναι δυνατόν να διαθέτουν και ένα συλλέκτη που να έλκει τα σωματίδια μέσα στη συσκευή, και διατίθεται μόνο με την μορφή ανεξάρτητων συσκευών. Τα μη απορροφούμενα φορτισμένα σωματίδια εναποτίθενται στα αναπνευστικά όργανα και τους πνεύμονες ευκολότερα από ότι τα μη φορτισμένα, και έτσι αυξάνεται ο κίνδυνος ερεθισμών και βλαβών των οργάνων αυτών.

Τα τελευταία χρόνια επικράτησε η αντίληψη ότι το όζον μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως απορρυπαντής του εσωτερικού αέρα, όμως η επιστήμη απέδειξε ότι το όζον, ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί γι' αυτόν τον σκοπό, ενώ μπορεί να καταστεί αυτό καθ' αυτό επικίνδυνο για τον άνθρωπο.

Όταν τα επίπεδα υγρασίας του αέρα είναι κάτω από 40%, ο αέρας θεωρείται ξηρός και ακατάλληλος ως εισπνεύσιμος και πρέπει να υγραίνεται. Η ύγρανση του αέρα επιτυγχάνεται είτε με φυσικό εξαερισμό είτε με τις ειδικές συσκευές που ονομάζονται υγραντήρες. Αντίστοιχα, όταν τα επίπεδα υγρασίας του αέρα είναι πάνω 60%, τότε ο αέρας είναι υγρός και πρέπει να ξηραίνεται με τις ειδικές συσκευές που ονομάζονται ξηραντές. Και στις δυο περιπτώσεις, είναι δυνατόν να είναι ανεξάρτητες φορητές συσκευές ή να συνοδεύουν τα συστήματα κλιματισμού. Δεν είναι συσκευές αεροκαθαρισμού και δεν απομακρύνουν κανένα ρυπαντή όμως μπορεί να θεωρηθεί ότι έμμεσα συμβάλλουν στην απορρύπανση του εσωτερικού αέρα αφού διατηρούν μέσα στα κανονικά όρια υγρασίας και αποτρέπουν την ανάπτυξη ρυπαντών της υγρασίας.

Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι καλύτερος υγραντής και ξηραντής ο αποτελεσματικότερος, ο ευκολότερος, ο φθηνότερος και χωρίς δυσμενείς συνέπειες για την υγεία, είναι ο φυσικός αερισμός.

Οι υβριδικές συσκευές αεροκαθαρισμού είναι συσκευές που χρησιμοποιούν δυο ή περισσότερες μεθόδους αεροκαθαρισμού που διαθέτουν μηχανικά φίλτρα αεροκαθαρισμού, ηλεκτροστατικούς συλλέκτες σωματιδίων και ιονιστές για να κάνουν αποτελεσματικότερη την απορρύπανση του αέρα.

<p style="text-align: center;"><b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup></b> <b>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΙ</b> <b>ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ</b></p>
--

#### **4.1 Παραδοσιακά, εναλλακτικά, ανακυκλωμένα υλικά**

Ο καταναλωτής δεν έχει στην διάθεσή του πάντα ένα αξιόπιστο κριτήριο για την επιλογή των δομικών προϊόντων, των λειτουργικών συστημάτων και των μεθόδων που θα χρησιμοποιήσει κατά την κατασκευή και τη συντήρηση ενός κτιρίου. Η κατάσταση περιπλέκεται ακόμη περισσότερο λόγω της πληθώρας των αμφιβόλων ποιότητας σημάτων που τίθενται στα προϊόντα από τους κατασκευαστές και περιλαμβάνουν χαρακτηρισμούς όπως «οικολογικό», «εναλλακτικό», «βιολογικό», «φυσικό» ή «παραδοσιακό».

##### **4.1.1 Παραδοσιακά υλικά**

Το κριτήριο του παραδοσιακού υλικού μολονότι δεν είναι πάντα αξιόπιστο είναι ως ένα βαθμό αιτιολογημένο και δεν είναι δυνατόν να χρησιμεύει ως ένα κριτήριο οικολογικής επιλογής. Ο αριθμός των παραδοσιακών υλικών είναι περιορισμένος και παραμένει σταθερός. Τα παραδοσιακά υλικά χρησιμοποιούνται επί πολύ μακρά χρονικά διαστήματα ώστε τυχόν αρνητικές επιπτώσεις τους στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον να είναι ήδη γνωστές.

- Δεν περιλαμβάνουν συνθετικά υλικά και σύνθετα νέα υλικά που δεν είναι δοκιμασμένα στο χρόνο.
- Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και συνεπώς επιτρέπουν την εξοικονόμηση φυσικών πόρων.
- Προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε αφθονία ή είναι ανανεώσιμοι (πέτρες, λάσπη, αμμοκονίασμα, ξύλο, υδροχρώματα).
- Οι εισροές ενέργειας κατά την κατεργασία τους είναι χαμηλές.

##### **4.1.2 Εναλλακτικά δομικά προϊόντα**

Τα εναλλακτικά δομικά προϊόντα υπόκεινται σε δύο περιορισμούς. Η δομική και οικολογική τους συμπεριφορά δεν είναι πιστοποιημένη και δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα με τα συμβατικά δομικά υλικά που κυκλοφορούν στην αγορά, τόσο από την άποψη των λειτουργιών που επιτελούν όσο και από την άποψη της αισθητικής. Πολλά από τα προϊόντα αυτά ταυτίζονται με τα παραδοσιακά δομικά υλικά αλλά το φάσμα τους είναι ευρύτερο γιατί καλύπτει προβιομηχανικά προϊόντα από όλες τις περιοχές καθώς και νέα εναλλακτικά προϊόντα βασισμένα σε φυσικές και ανακυκλώσιμες, ανακτήσιμες ή επαναχρησιμοποιούμενες πρώτες ύλες και φυσικές μεθόδους παραγωγής



### 4.1.3 Δομικά προϊόντα από ανακυκλωμένα και δευτερογενή υλικά

Η τάση για χρησιμοποίηση ανακυκλωμένων και δευτερογενών υλικών αυξάνεται. Ανακυκλωμένα είναι τα υλικά που ανακτώνται από τα υλικά κατεδαφίσεως και δευτερογενή αυτά που είναι παραπροϊόντα άλλων διεργασιών.

Το γεγονός ότι η χρήση ανακυκλωμένων και δευτερογενών υλικών επιτρέπει την εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων φυσικών πόρων και μειώνει τα προβλήματα που συνεπάγεται η ασφαλής διάθεση των υλικών κατεδαφίσεων πρέπει να συνυπολογίζεται όταν εξετάζονται οι οικολογικές παράμετροι των δομικών προϊόντων. Τα προβλήματα ωστόσο πολλαπλασιάζονται γιατί η σύνθεση των ανακυκλωμένων και δευτερογενών υλικών ποικίλει ανάλογα από την πηγή.

Τα φυσικά συστατικά του τσιμέντου είναι ασβεστόλιθοι, άμμος και άργιλος. Στα υλικά αυτά προστίθεται στα διάφορα στάδια παραγωγής, ανακυκλωμένα και δευτερογενή υλικά, με κατά περίπτωση διαφορετική σύσταση και σε διαφορετικές συγκεντρώσεις.

Ανακυκλωμένα και δευτερογενής υλικά (π.χ. οργανικοί διαλύτες, ορυκτέλαια, λάστιχα αυτοκινήτων) χρησιμοποιούνται επίσης ως καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης θερμότητας. Τα άκαυστα υλικά καθώς και οι σκόνες που συγκρατούνται από τα φίλτρα συλλέγονται και προστίθενται και αυτά στο τσιμέντο.

Σημαντικό για την οικολογική συμπεριφορά του τσιμέντου και των παραγώγων του δομικών προϊόντων είναι ότι στην σκόνη που συγκρατείται από τα φίλτρα και προστίθενται στο τσιμέντο, περιλαμβάνονται ουσίες διαλύτες στο νερό που ενδέχεται να εκπλύθουν και να προκαλέσουν ρύπανση των υδάτων.

Τα βαρέα μέταλλα δεσμεύονται στο τσιμέντο και βραχυπρόθεσμα, η έκλυση τους από τα δομικά προϊόντα είναι κατά κανόνα μικρή. Η μακροπρόθεσμη συμπεριφορά του τσιμέντου παραμένει άγνωστη όσον αφορά την ικανότητα του να δεσμεύει σταθερά τα βαρέα μέταλλα. Η ικανότητα του αυτή μειώνεται δραστικά παρουσία αλογονούχων ενώσεων.

## 4.2 Ενεργειακά συστήματα στο κτίριο

Η χρήση συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού και την μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια, είναι από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση τους στα αστικά κτίρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι τα εξής:

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια.
- Ο προσανατολισμός και το πλάτος των δρόμων.
- Ο τρόπος κατασκευής των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων.
- Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθήσεις στα καλύμματα των συλλεκτών.
- Η πυκνότητα της δόμησης.

### 4.2.1. Φωτοβολταϊκά συστήματα

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (Φ/Β) που επιτρέπουν την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση Φ/Β έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το υψηλό κόστος των Φ/Β σήμερα οι τιμές του μειώνονται συνεχώς και πολύ σύντομα θα είναι ανταγωνιστικές με τις τιμές της κιλοβατώρας που παράγεται από τα συμβατικά καύσιμα. Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων. Χάρη στην μεγάλη ηλιοφάνεια σχεδόν όλες της εποχές του έτους, η χρήση Φ/Β συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις για το περιβάλλον, είναι ιδιαίτερα ελκυστική.

Ιδιαίτερα σε απομονωμένες κατοικίες που δεν συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα Φ/Β συστήματα είναι η καλύτερη και οικονομικότερη λύση για την κάλυψη των ηλεκτρικών της αναγκών. Η χρήση Φ/Β είναι ωστόσο επιθυμητή και σε κατοικημένες περιοχές.

Η ενσωμάτωση Φ/Β στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος ενός κτιρίου είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία. Σήμερα τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται κυρίως σε κτίρια τα οποία οι ανάγκες τους για θέρμανση των χώρων και για παραγωγή ζεστού νερού, είναι ιδιαίτερα χαμηλές και το μεγαλύτερο ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας καταναλώνεται για την λειτουργία του φωτισμού και των ηλεκτρικών συσκευών.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική με την βοήθεια του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δύο στρωμάτων παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι Φ/β στοιχείων είναι τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου και τα άμορφα πολυκρυσταλλικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά διαφέρουν τόσο ως προς τον τρόπο κατασκευής τους, όσο και ως προς τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, εμφάνιση, ανακλαστικότητα, κλπ.)

Ομάδες Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα διαμορφώνουν ένα Φ/Β πλαίσιο. Το πιο σημαντικό από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου είναι η ισχύς αιχμής (W) που εκφράζει την παραγόμενη ηλεκτρική ισχύ όταν το Φ/Β πλαίσιο εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{KW}/\text{m}^2$ . Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από την Φ/Β συστοιχία, τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

- Αυτόνομο σύστημα. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφέα).
- Σύστημα διασυνδεδεμένο με το δίκτυο. Αποτελείται από συστοιχία Φ/Β στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο.
- Υβριδικό σύστημα. Είναι ένα αυτόνομο σύστημα αποτελούμενο από την φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (π.χ. με μία γεννήτρια πετρελαίου ή άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως μια ανεμογεννήτρια).
- Συστήματα μικρής ισχύος. Εγκαθίσταται συνήθως σε κτίρια που διαθέτουν ενεργητικά ή παθητικά ηλιακά συστήματα.

Η τεχνολογία των Φ/Β όπως και οι περισσότερες τεχνολογίες ανανεώσιμων ενεργειακών πηγών, παρουσιάζει ιδιαιτερότητες κατά την χρήση της, οι οποίες δυσχεραίνουν την άμεση ποσοτική σύγκρισή της με τις συμβατικές τεχνολογίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι:

- Το κόστος της παραγόμενης ενέργειας εξαρτάται μόνο από το κόστος της αρχικής επένδυσης, ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησής τους είναι σχεδόν μηδαμινό.
- Τα Φ/Β συστήματα σχεδιάζονται συνήθως με γνώμονα τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.
- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στον τόπο που χρησιμοποιείται.
- Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι μηδενική.
- Τα Φ/Β στοιχεία έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής (15-20 χρόνια)
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη.
- Έχουν χαμηλό μεταφορικό κόστος.
- Είναι δυνατή η ενσωμάτωσή τους σε οροφές και προσόψεις κτιρίων.
- Είναι δυνατή η επέκταση του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμποδίζουν σήμερα την ευρεία εξάπλωση αυτής της τεχνολογίας είναι:

- Το υψηλό κόστος των Φ/Β πλαισίων.
- Η απαίτηση συσσωρευτών για την αποθήκευση της ενέργειας στα αυτόνομα κτίρια.
- Η απαίτηση σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάστασή τους λόγω της μικρής τους ισχύος.

#### **4.2.2. Ηλιακά συστήματα αέρος**

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διαμέσω αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγόμενη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας. Τα συστήματα αέρος δεν χρειάζονται στην αντιψυκτική προστασία και έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας. Εντούτοις παρουσιάζουν μία σειρά τεχνικών δυσκολιών στη μεταφορά και διανομή του αέρα οι οποίες όμως αντιμετωπίζονται με τον συνδυασμό των ηλιακών με συμβατικά συστήματα διανομής θερμού αέρα.

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρος περιέρχονται σε ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο του οποίου η άνω επιφάνεια καλύπτεται με γυαλί που παγιδεύει την εκπεμπόμενη θερμική ακτινοβολία. Με αυτόν τον τρόπο θερμαίνεται ο ψυχρός αέρας που διέρχεται ανάμεσα στο γυάλινο κάλυμμα και τον συλλέκτη. Όμως, επειδή η θερμική αγωγιμότητα του αέρα είναι μικρή, η επιφάνεια ενός ηλιακού συλλέκτη αέρος πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την επιφάνεια ενός αντίστοιχου συλλέκτη υγρού. Η απόδοση των ηλιακών συλλεκτών αέρος είναι γενικά μικρότερη από την απόδοση των συλλεκτών υγρού.

Η βέλτιστη χωρητικότητα του αποθηκευτικού συστήματος (το οποίο δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μικρό ώστε να χάνεται ενέργεια αλλά ούτε πολύ μεγάλο ώστε να δημιουργεί προβλήματα χώρου και κόστους), εξαρτάται από τα θερμικά φορτία που πρέπει να καλυφθούν, την απόδοση των συλλεκτών, την ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας καθώς και από οικονομικούς παράγοντες που καθορίζουν το κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας του συστήματος.

Η μέθοδος που εφαρμόζεται συνήθως για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στα συστήματα αέρος, είναι η χρήση ενός στρώματος από πέτρες ή χαλίκια με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Ο θερμός αέρας διοχετεύεται διαμέσω αυτού του στρώματος (το οποίο βρίσκεται σε καλά θερμομονωμένο χώρο) και το θερμαίνει. Τη νύχτα το σύστημα λειτουργεί αντίστροφα. Στο αποθηκευτικό στρώμα διοχετεύεται ψυχρός αέρας από το εξωτερικό του κτιρίου που απορροφά την αποθηκευμένη θερμότητα. Στην συνέχεια ο θερμός πλέον αέρας διοχετεύεται στον θερμαινόμενο χώρο. Για τα οικιακά συστήματα έχει υπολογισθεί πως ο βέλτιστος όγκος του αποθηκευτικού υλικού είναι 0,15 έως 0,3 m<sup>3</sup> για κάθε m<sup>3</sup> επιφάνειας συλλέκτη.

#### **4.2.3 Ηλιακά συστήματα υγρού**

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού (συνά νερού ή διαλύματος νερού) διαμέσω αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλιακών συλλεκτών υγρού. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι ο επίπεδος συλλέκτης, οι συλλέκτες κενού, οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες, τα συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας, τα θερμοσιφωνικά συστήματα, τα συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία και τα σύνθετα συστήματα.

Ο επίπεδος συλλέκτης είναι ο πιο κοινός τύπος συλλέκτη για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους. Αποτελείται από μία απορροφητική επιφάνεια με επικάλυψη ειδικού επιλεκτικού υλικού (έτσι ώστε να απορροφά το μέγιστο της θερμικής ακτινοβολίας) και ένα μονωμένο κλειστό πλαίσιο με διαφανές κάλυμμα (από γυαλί ή πλαστικό) που εμποδίζει την επανεκπομπή της απορροφημένης ακτινοβολίας. Η απορροφητική επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή

με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρουν τη συλλεγόμενη θερμότητα από τον συλλέκτη στην δεξαμενή αποθήκευσης θερμότητας. Ο συλλέκτης αυτού του είδους παρέχει θερμό νερό σε θερμοκρασία που φθάνει μέχρι και τους 95<sup>0</sup> C. Πλεονεκτήματά του είναι η απλή κατασκευή, το μικρό σχετικά κόστος, η εύκολη συντήρηση, η ανθεκτικότητα και η ικανότητα του να απορροφά την διάχυτη ακτινοβολία.

Οι συλλέκτες κενού πρόκειται για διατάξεις υψηλής τεχνολογίας στις οποίες ένας αγωγός θερμότητας (π.χ. Freon) κυκλοφορεί σε έναν σωλήνα που περιβάλλεται από έναν δεύτερο σωλήνα κενού. Η ύπαρξη του κενού μειώνει τις απώλειες και έτσι επιτυγχάνονται υψηλές αποδόσεις. Το θερμοαγωγό ρευστό αποδίδει στην κατανάλωση την θερμότητα του είτε με αλλαγή φάσης, είτε βοήθεια μέσω ενός κύκλου εξάτμισης – συμπύκνωσης και τη βοήθεια εναλλάκτη.

Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες πρόκειται για παραβολικούς ή κυλινδρικούς συλλέκτες με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια. Η ηλιακή ακτινοβολία συγκεντρώνεται είτε σε ένα σημείο, είτε σε έναν άξονα όπου και αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες. Οι συγκεντρωτικοί συλλέκτες έχουν μηχανισμό που επιτρέπει να παρακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Χρησιμοποιούνται σπάνια σε κτιριακές εφαρμογές, κυρίως λόγω του παρά πολύ υψηλού κόστους.

Στα συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας όπου η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται απευθείας εντός του συλλέκτη, και τον ρόλο του συλλέκτη τον παίζει η επιφάνεια της δεξαμενής. Τα συστήματα αυτά είναι πολύ απλά και κατάλληλα για εφαρμογές σε θερμά κλίματα ιδιαίτερα στο αστικό περιβάλλον καθώς απαιτούν μικρό χώρο και μπορούν να εγκατασταθούν στην οροφή του κτιρίου.

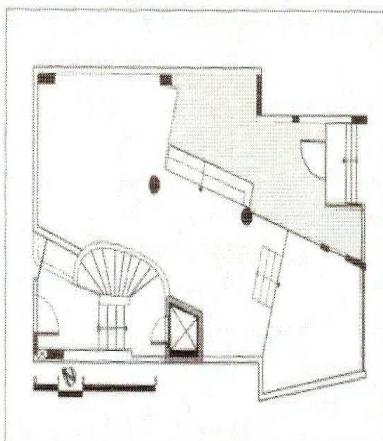
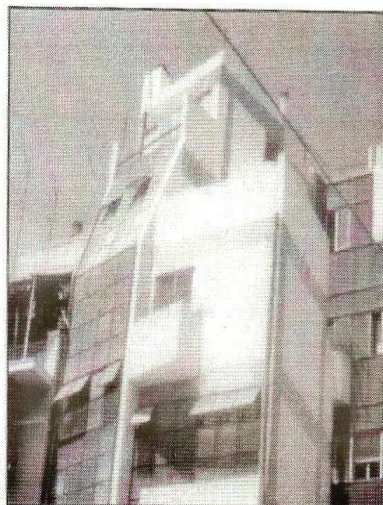
Τα Θερμοσιφωνικά συστήματα είναι οι γνωστοί ηλιακοί θερμοσίφωνες. Σε αυτά τα συστήματα η αποθηκευτική δεξαμενή είναι τοποθετημένη ψηλότερα από τον συλλέκτη. Το ελαφρότερο θερμό υγρό ανέρχεται από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή δημιουργώντας μια συνεχή κίνηση προς την φυσική κυκλοφορία του υγρού από τον συλλέκτη προς την δεξαμενή και από την δεξαμενή προς τον συλλέκτη. Στην ουσία πρόκειται για παθητικά συστήματα αφού λειτουργούν χωρίς αντλίες. Συνήθως όμως έχουν ηλεκτρική βοηθητική θέρμανση. Μειονεκτούν γιατί απαιτούν αρκετό χώρο για την εγκατάστασή τους.

Τα συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία σε αυτά τα συστήματα η κυκλοφορία του υγρού ανάμεσα στον συλλέκτη και την αποθηκευτική δεξαμενή γίνεται με την βοήθεια αντλιών και η παραγωγή και αποθήκευση της θερμότητας ελέγχονται από σύστημα αυτοματισμού. Έχουν υψηλότερη απόδοση από τα θερμοσιφωνικά συστήματα αλλά και υψηλότερο κόστος. Συνιστώνται πάντως σε εφαρμογές όπου θέλουμε να αποφύγουμε την ύπαρξη υπερυψωμένης δεξαμενής (ενσωμάτωση του συστήματος στο κέλυφος του κτιρίου).

Τα σύνθετα συστήματα είναι συστήματα μεγάλης κλίμακας που χρησιμοποιούνται σε συγκροτήματα κατοικιών οικοδομικών τετραγώνων ή και οικισμών. Αποτελούνται από μεγάλο αριθμό συλλεκτών συνδεδεμένους μεταξύ τους και διαθέτουν μεγάλους αποθηκευτικούς χώρους (συνήθως υπόγειους) για την μόνιμη αποθήκευση της θερμότητας.

#### 4.3 Παραδείγματα εφαρμογών οικολογικών κτιρίων

##### 1) ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΟΥΣ ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΟΥΣ ΑΤΤΙΚΗΣ



Σχήμα 2.  
ψη ισονείου.

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: Κ. ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: Κ.ΣΠΥΡΟΠΟΥΛΟΥ  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1979  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1980-1986

- Άμεσο ηλιακό κέρδος
- Τοίχοι μάζας
- Θερμοκήπιο
- Φυσικός αερισμός

Περιγραφή του έργου: η κατοικία βρίσκεται στην Αθήνα, στην περιοχή των Αμπελοκήπων κοντά στο ξενοδοχείο Hilton. Το οικόπεδο έχει εμβαδό μόνο 99 m<sup>3</sup>

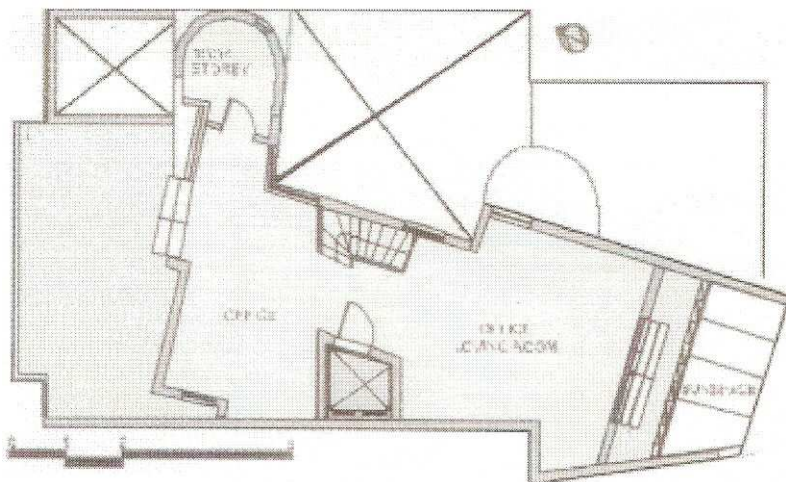
και το κτίριο έχει διαμορφωθεί σε τέσσερα επίπεδα με εμβαδό 210 m<sup>3</sup>. Σημαντικές για τον σχεδιασμό ήταν η εκμετάλλευση του μεσογειακού κλίματος για την εξοικονόμηση ενέργειας, ο προσανατολισμός του οικοπέδου, οι ανάγκες της οικογένειας καθώς και οι περιορισμοί στα θέματα ασφαλείας και οικονομίας.



Για την επίτευξη του ηλιασμού της κατοικίας δόθηκαν οι εξής λύσεις:

- Ο άξονας του κτιρίου στράφηκε στην κατεύθυνση βορρά – νότου, σε σχέση με την διεύθυνση των δρόμων.
- Το θερμοκήπιο προσαρμόστηκε στην νότια όψη των 9m έως τον 40 όροφο.
- Στην εσωτερική πλευρά του θερμοκηπίου, που εφάπτεται με το χώρο του καθιστικού, δημιουργήθηκε εσωτερικός εξώστης, συνδεδεμένος έμμεσα με το θερμοκήπιο.

Το μεσοπάτωμα που τοποθετήθηκε στο κέντρο της κατοικίας συνδυαζόμενο με το κενό τμήμα επιτρέπει τη διείσδυση του ήλιου σε μεγάλο βάθος την κυκλοφορία του θερμού αέρα και παράλληλα ενοποιεί τους χώρους. Η διαμπερής τοποθέτηση των ανοιγμάτων δημιουργεί ρεύματα αέρα που βοηθούν στο φυσικό δροσισμό του κτιρίου.



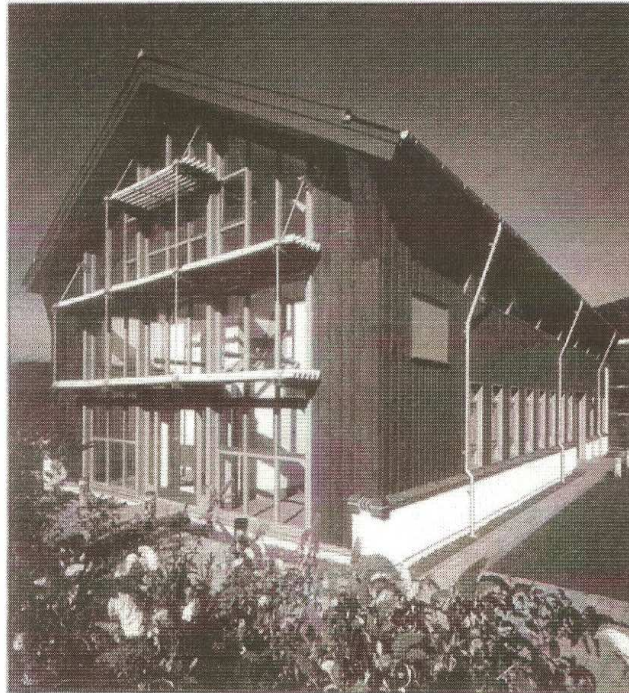
Σχ. 3 κάτοψη 4<sup>ου</sup> ορόφου

Τα παθητικά συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη θέρμανση του κτιρίου είναι:

- Το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα νότια ανοίγματα, απαραίτητα παράλληλα και για τον φωτισμό των χώρων.
- Το θερμοκήπιο.
- Οι τοίχοι μάζας στον ακάλυπτο χώρο.
- Ως βοηθητική πηγή θέρμανσης χρησιμοποιείται εγκατάσταση καλοριφέρ με καυστήρα φυσικού αερίου και ένα τζάκι.

## 2) Κτίριο Γραφείων, DUFU UNIT 1 ECO PARK, WALES

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: DUFU ECO PARK  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: PETER HOLDEN ARCHITECTS  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1994  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1995



Σχ. 1 Εξωτερική άποψη του κτιρίου

- Άμεσο ηλιακό κέρδος
- Φυσικός αερισμός
- Φυσικός φωτισμός
- Χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Περιγραφή του έργου: Το κτίριο είναι το πρώτο που χτίστηκε στο Dyfil Eco Park, το οποίο βρίσκεται στο Machynlleth της Ουαλίας. Στεγάζει μέρος των γραφείων μιας μεγάλης εταιρείας και αποτελείται από εργαστηριακούς χώρους, αίθουσα συσκέψεων και χώρους υποστήριξης στο ισόγειο και γραφεία στον πρώτο όροφο. Ο σκελετός του κτιρίου είναι ξύλινος, κατασκευασμένος από τοπική ξυλεία.

Στόχος των σχεδιαστών ήταν η μείωση στο ελάχιστο των κτιριακών ρύπων, η δημιουργία άνετου περιβάλλοντος για τους χρήστες και κάλυψη των ενεργειακών φορτίων που οδήγησαν στην εφαρμογή των παρακάτω βιοκλιματικών αρχών:

- Μεγιστοποίηση του φυσικού φωτισμού
- Σκιασμός της όψης, σταθερός
- Βελτιστοποίηση του παθητικού δροσισμού
- Προσεκτική χρήση υλικών και συστημάτων

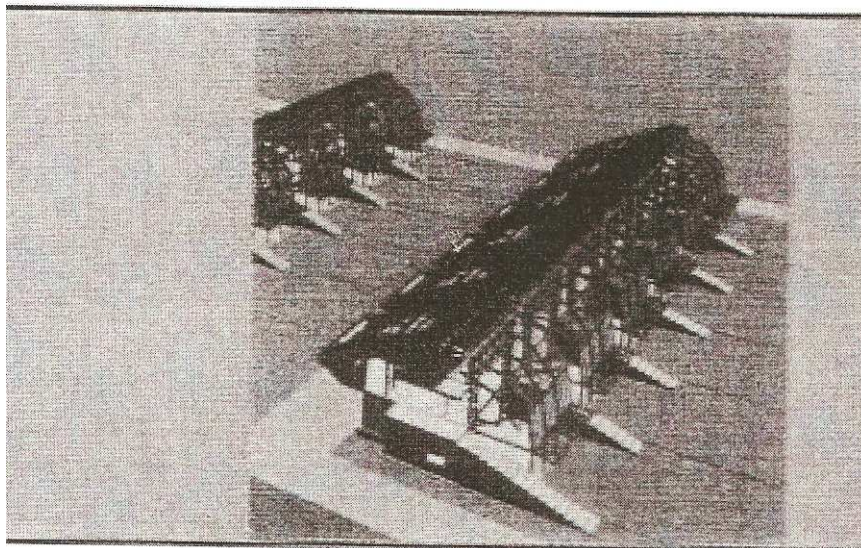
Το κτίριο διαμορφώνεται σε δύο επίπεδα. Η στέγη είναι καλυμμένη με πέτρινες πλάκες Ουαλίας. Οι εξωτερικοί τοίχοι έχουν μονωθεί με 150cm ανακυκλωμένης μόνωσης για την μείωση των θερμικών απωλειών. Η θέρμανση εξυπηρετείται από σύστημα καλοριφέρ με καυστήρα φυσικού αερίου και προγραμματιστή τριών καναλιών για την ρύθμιση του ζεστού νερού και με δυνατότητα απομόνωσης του ισογείου από τον πρώτο όροφο.

Το τμήμα της οροφής που λειτουργεί ως φωταγωγός, έχει διπλά υαλοστάσια και ηλεκτρονικά ανοιγόμενα παράθυρα. Τα σκίαστρα έχουν υπολογισθεί έτσι ώστε να επιτρέπουν την είσοδο του ήλιου σε μεγαλύτερο βάθος κατά την περίοδο του χειμώνα και να προστατεύουν από την ακτινοβολία κατά την θερινή περίοδο.

Τα ανοίγματα της ανατολικής και δυτικής όψης είναι περιορισμένα στο ισόγειο, ενώ στον πρώτο όροφο σκιάζονται επαρκώς από τη στέγη.

### 3) ΠΡΟΤΥΠΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ, ΛΟΝΔΙΝΟ

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: BILL DUNSTER  
ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: BILL DUNSTER  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1993  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1995



ΣΧ. 1 μακέτα του κτιρίου

- Άμεσο ηλιακό κέρδος
- Θερμοκήπιο
- Τοίχοι συλλέκτες
- Αυτόνομο σύστημα
- Φυσικός αερισμός

Περιγραφή του έργου: Η πρότυπη αυτή κατοικία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να είναι δυνατή η κατασκευή της από τον ίδιο τον ιδιοκτήτη, ικανοποιώντας τις ανάγκες μιας οικογένειας με πολύ χαμηλό κόστος. Είναι διαμορφωμένη σε τρία επίπεδα και ο προσανατολισμός σχετίζεται άμεσα με τις κλιματολογικές παραμέτρους της περιοχής για την επίτευξη φυσικού αερισμού, φωτισμού και την καλή κυκλοφορία του θερμού αέρα. Ακολουθεί τις αρχές της αυτονομίας και της αειφορίας. Ανακυκλώνει το μεγαλύτερο ποσοστό των αποβλήτων και δημιουργεί τις συνθήκες για καλλιέργεια φυτικών ειδών διατροφής.

Για την τοποθέτηση του κτιρίου στο χώρο δεν χρειάστηκαν εργασίες εκσκαφής και χρειάστηκε ελάχιστη προεργασία. Οι φέροντες τοίχοι είναι από τούβλα και η ελαφριά κατασκευή που αποτελεί το θερμοκήπιο και μέρος του ισογείου και πρώτου ορόφου είναι από ξύλο. Τα ανοίγματα έχουν εξοπλισθεί με διπλά υαλοστάσια καθώς και με ανοιγόμενα παράθυρα για την επίτευξη φυσικού αερισμού και δροσισμού.

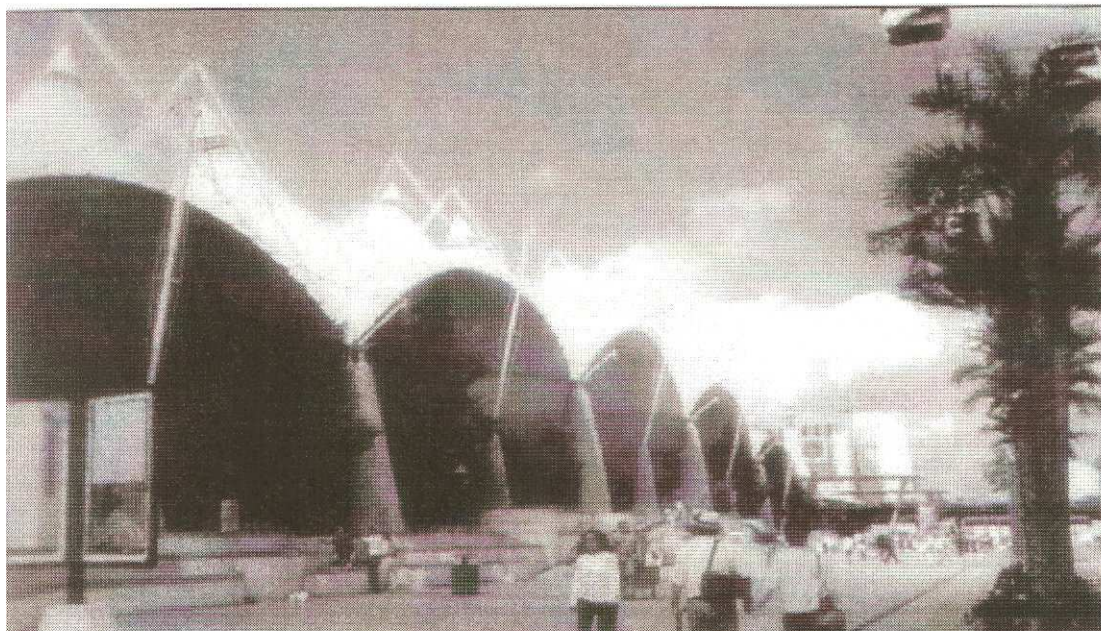
#### 4) SEVILLE EXPO 1992, THE PALENQUE

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΚΘΕΣΗ ΣΕΒΙΛΛΗΣ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ: MIGUEL DE PRADA POOLE

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1990

ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ: 1992



Σχ. 1 Εξωτερική άποψη του εκθεσιακού χώρου

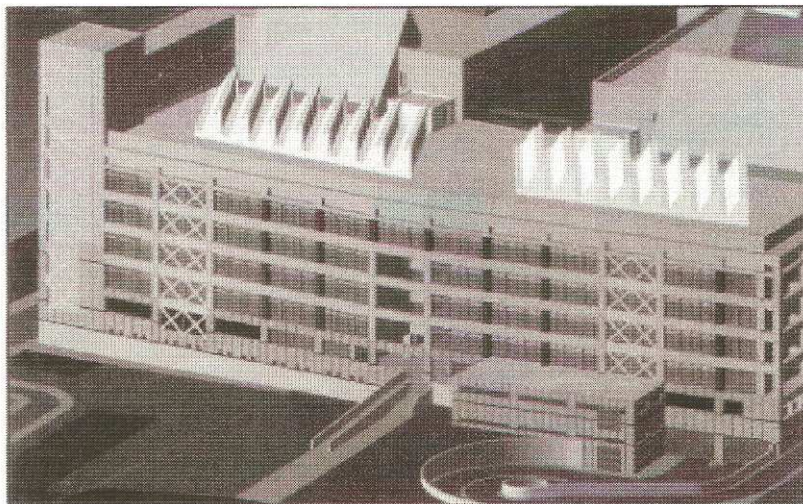
- Βελτίωση μικροκλίματος
- Σκίαση

Περιγραφή του έργου: Στα πλαίσια της διεθνούς έκθεσης της Σεβίλλης, μια ομάδα από αρχιτέκτονες και κατασκευαστές συνεργάστηκαν για τη βελτιστοποίηση του μικροκλίματος του εκθεσιακού χώρου έτσι ώστε να καταστήσουν τους εξωτερικούς χώρους πολύ πιο φιλόξενους. Το Palenque σχεδιάστηκε ως ημιυπαίθριος χώρος 8000m<sup>2</sup> με δυνατότητα να χρησιμοποιείται και ως αμφιθέατρο αλλά και ως χώρος για ξεκούραση. Είναι τοποθετημένο στο κέντρο της Expo '92. Ο χώρος έχει καλυφθεί από διπλή εφελκυστική μεμβράνη με κενό ενδιάμεσα και σύστημα ψεκασμού για τη δημιουργία και κυκλοφορία δροσερού αέρα. Η εξωτερική μεμβράνη βρέχεται συνεχώς, εμποδίζοντας έτσι την υπερθέρμανση του υλικού καθώς και την απορρόφηση ηλιακής ακτινοβολίας. Ο χώρος έχει διαιρεθεί σε δύο ζώνες, την κεντρική και τις δύο πλαϊνές. Η κεντρική περιλαμβάνει διαφοροποιείται από τον χώρο των θεατών με δύο μικρές λίμνες σε διαφορετικά ύψη και ενωμένες με έναν καταρράκτη.

Ανάμεσα στην κεντρική και τις πλαϊνές ζώνες, έχουν τοποθετηθεί σειρές από δέντρα και σιντριβάνια. Η περίμετρος έχει εξοπλισθεί με σιντριβάνια και σύστημα εκπομπής μικρών σταγόνων που εμποδίζουν την αύξηση της θερμοκρασίας από τον θερμό εξωτερικό αέρα και την ηλιακή ακτινοβολία. Το διάχυτο φως που διαπερνά τις μεμβράνες εξασφαλίζει καλά επίπεδα φυσικού φωτισμού. Οι κωνικές κατασκευές που αποτελούν την οροφή του συμπλέγματος, επιτρέπουν την είσοδο του ηλιακού φωτός και διαθλούν τον τεχνητό φωτισμό κατά τη διάρκεια νύχτας.

## 5) ΠΡΟΤΥΠΟ ΚΤΙΡΙΟ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ΥΠΕΧΩΔΕ, ΕΛΑΙΩΝΑΣ - ΑΘΗΝΑ

ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑ: ΚΤΗΜΑΤΙΚΗ ΕΤΑΙΡΙΑ ΔΗΜΟΣΙΟΥ (ΚΕΔ)  
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΛΕΤΗΣ: 1997 – 1998



Σχ. 1 πλαϊνή όψη (μακέτα)

- Άμεσο ηλιακό κέρδος
- Φυσικός φωτισμός
- Ηλιοπροστασία υπηρεσιών του
- Ηχομόνωση
- Θερμομόνωση

Περιγραφή του έργου: Το κτίριο που επιλέχθηκε για τη στέγαση των υπηρεσιών του ΥΠΕΧΩΔΕ είναι το υφιστάμενο πρώην βιομηχανικό κτίριο της καπνοβιομηχανίας ΚΕΡΑΝΗ μικτής ωφέλιμης επιφάνειας 45.000 m<sup>2</sup>, που βρίσκεται σε οικοπέδο 15 στρεμμάτων εντός της περιοχής του Ελαιώνα, στην οδό Θηβών, στα όρια του Δήμου Αγίου Ιωάννη Ρέντη. Το κτίριο αποτελείται από ισόγειο, υπόγειο και 6 ορόφους. Η ανακατασκευή του βιομηχανικού αυτού κτιρίου γίνεται με βάση το Κτιριολογικό Πρόγραμμα του ΥΠΕΧΩΔΕ και την ενεργειακή μελέτη που εκπονήθηκε και αποτελούσε απαίτηση της προκήρυξης. Η μελέτη αυτή περιλαμβάνει την βιοκλιματική μελέτη ως συμπλήρωμα της αρχιτεκτονικής μελέτης, την μελέτη των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και η μελέτη διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου που περιλαμβάνει τη δημιουργία βιοκλιματικού οικολογικού πάρκου. Στόχος είναι η δημιουργία ενός πρότυπου κτιρίου χαρακτηριστικά του οποίου θα είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και νερού και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στην όλη κατασκευή περιλαμβάνεται επίσης η δημιουργία αίθριων, η χρήση συστημάτων ηλιοπροστασίας, η χρήση δομικών υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, η χρήση φυσικού αερίου καθώς

και η χρήση συστημάτων ορθολογικής διαχείρισης απορριμάτων. Προβλέπονται επίσης αυτοματισμοί για τον έλεγχο και τη λειτουργία των εγκαταστάσεων. Με αυτούς τους τρόπους θα εξασφαλισθεί:

- Η εφαρμογή των οδηγιών του ΥΠΕΧΩΔΕ για την καλύτερη εξυπηρέτηση των Ατόμων με Ειδικές Ανάγκες.
- Η άριστη θερμομόνωση και ηχομόνωση του συνόλου του κελύφους
- Η μέγιστη αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού με την προσθήκη ραφιών φωτισμού.
- Η αξιοποίηση των ηλιακών κερδών από το κέλυφος του κτιρίου και τα αίθρια, καθώς και η αποθήκευση και κυκλοφορία του θερμού αέρα που δημιουργείται από αυτά.

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος από την εξόρυξη των πρώτων υλών και τη διαδικασία παραγωγής μέχρι τη χρήση του, παράγονται στερεά απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το προϊόν θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στόχος της διαχείρισης των αποβλήτων δεν είναι μόνο η ασφαλής τους διάθεση αλλά η ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών πόρων και η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια παραγωγής.

Για τις κατασκευαστικές δραστηριότητες όπως και για κάθε άλλη παραγωγική διαδικασία αυτό σημαίνει ότι τα πρωτογενή υλικά πρέπει να παραμένουν στον παραγωγικό κύκλο όσο το δυνατόν περισσότερο και κατά προτίμηση στον ίδιο παραγωγικό κύκλο.

Βασικές επιλογές για την οικολογική δόμηση είναι:

- Η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.
- Η χρήση δομικών στοιχείων με μεγάλο χρόνο ζωής και με υψηλό περιεχόμενο σε ανακυκλωμένα υλικά.
- Ο σχεδιασμός ευέλικτων κτιρίων κατάλληλων για πολλαπλές χρήσεις.
- Η ανακύκλωση μετά την κατεδάφιση.

Η οικολογική δόμηση έχει στόχο την ελάττωση των πιέσεων στους μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους που μακροπρόθεσμα τείνουν να εξαντληθούν και τον περιορισμό των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον σε κάθε στάδιο της ζωής των υλικών και των προϊόντων που χρησιμοποιούνται σε ένα κτίριο.



Οι βασικές αρχές συνοψίζονται ως εξής:

- Αποφυγή χρήσης περιττών υλικών.
- Αποδοτική χρήση υλικών.
- Χρήση υλικών από ανανεώσιμες πηγές και δευτερογενών (ανακυκλωμένων) υλικών.
- Επιλογή των υλικών με τις μικρότερες δυνατές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Τα κατασκευαστικά απόβλητα παράγονται κατά την εκτέλεση διαφόρων κατασκευαστικών έργων όπως η ανέγερση, ανακαίνιση και κατεδάφιση κτιρίων. Στον πίνακα 6.2.1 παρουσιάζεται η συνηθέστερη ταξινόμηση των κατασκευαστικών αποβλήτων ανάλογα με την προέλευσή τους.

Υλικά εκσκαφών	Μητρικά χώματα εκσκαφών, άμμος, πετρώματα, άργιλος, ιλύς και οποιαδήποτε άλλα υλικά παράγονται από εκσκαφές
Υλικά κατεδαφίσεων	Χώματα, χαλίκι, υλικά στραγγιστηριών και εξυγιαντικές στρώσεις, θραύσματα, κομμάτια ή στοιχεία από σκυρόδεμα, επιχρίσματα, τούβλα, πλάκες, πλακάκια, πουρί, γύψος, άμμος, λαξευμένες πέτρες, είδη υγιεινής και θραύσματά τους
Εργοταξιακά απόβλητα	Ξύλο, πλαστικό, χαρτί και χαρτόνι, γυαλί, μέταλλα, καλώδια, χρώματα, βερνίκια. Στοιχεία επικαλύψεων προσόψεων και γενικά όλα τα απορρίμματα που προέρχονται από τη λειτουργία εγκαταστάσεων κατασκευής, κατεδάφισης, επισκευής, ενίσχυσης, προσθήκης, επέκτασης και ανακαίνισης.

**Πίνακας 6.2.1 Ταξινόμηση κατασκευαστικών αποβλήτων ανάλογα με την προέλευσή τους**  
 Πηγή: ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ (ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΡΕΥΝΩΝ) ΚΑΙ ΥΠΕΧΩΔΕ ΔΝ/ΣΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Τα υλικά που περιλαμβάνονται στα κατασκευαστικά απόβλητα ποικίλουν ανάλογα με το είδος και την περιοχή του έργου καθώς υπάρχουν μεγάλες διαφορές στις μεθόδους και τα υλικά κατασκευής από χώρα σε χώρα και από περιοχή σε περιοχή. Για παράδειγμα οι κατοικίες στην Ευρώπη

κατασκευάζονται κυρίως από σκυρόδεμα, τούβλα και πέτρες ενώ στην Βόρεια Αμερική χρησιμοποιείται ευρύτατα το ξύλο.

Σύμφωνα με την Οδηγία 75/442/ΕΟΚ περί στερεών αποβλήτων, τα Απόβλητα από κατασκευές και κατεδαφίσεις ταξινομούνται ως ακολούθως:

- Σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια, κεραμικά και υλικά με βάση τον γύψο.
- Ξύλο, γυαλί και πλαστικό.
- Άσφαλτος, πίσσα και προϊόντα της πίσσας.
- Χρώματα και μάζα εκσκαφών.
- Μονωτικά υλικά (εκτός από όσα περιέχουν αμίαντο, ο οποίος κατατάσσεται στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων)
- Απόβλητων μικτών κατασκευών και κατεδαφίσεων.

#### **4.5.2. Μέθοδοι διάθεσης και ποσότητες των κατασκευαστικών αποβλήτων**

Τα κατασκευαστικά απόβλητα είναι ογκώδη βαριά και αδρανή. Δεν είναι κατάλληλα για καύση ούτε για επεξεργασία σε συνήθεις εγκαταστάσεις μηχανικής διαλογής και ανακύκλωσης υλικών. Ο πιο διαδεδομένος τρόπος για την διάθεσή τους είναι η υγειονομική ταφή και η απόθεση σε εγκεκριμένους και μη χώρους. Στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ), τα κατασκευαστικά απόβλητα θεωρούνται συχνά χρήσιμα υλικά καθώς χρησιμοποιούνται για τη διαμόρφωση των πρανών, την κατασκευή εσωτερικών δρόμων και την ημερήσια κάλυψη των απορριμάτων. Οι ΧΥΤΑ χρειάζονται για τη λειτουργία κατασκευαστικά απόβλητα θα αγοράσουν πρωτογενή υλικά (χώμα, χαλίκι, άμμο), αυξάνοντας τόσο το λειτουργικό τους κόστος, όσο και την κατανάλωση φυσικών πόρων. Ωστόσο οι ποσότητες των κατασκευαστικών αποβλήτων που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ είναι συνήθως πολύ μεγαλύτερες από αυτές που είναι απαραίτητες για την κάλυψη των λειτουργικών αναγκών τους. Συχνά τα κατασκευαστικά απόβλητα καταλαμβάνουν ένα σημαντικό μέρος του ωφέλιμου και ακριβού χώρου ενός ΧΥΤΑ. Η Ευρωπαϊκή και η Ελληνική νομοθεσία προβλέπουν την δυνατότητα δημιουργίας ΧΥΤΑ αποκλειστικά για κατασκευαστικά απόβλητα (ΧΥΤΑ αδρανών) οι οποίοι οφείλουν να πληρούν ελαστικότερες προδιαγραφές από τους ΧΥΤΑ αστικών αποβλήτων (ΚΥΑ 114218/97, ΦΕΚ 1016(Β) 17/11/07) καθώς τα κατασκευαστικά απόβλητα επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον. Τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα από την ταφή των απορριμμάτων σχετίζονται με τα οργανικά υλικά που βρίσκονται στα απορρίματα, τα οποία στον ΧΥΤΑ υποδομούνται υπό αναερόβιες συνθήκες και παράγουν βιοαέριο (αέριο που συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου) και στραγγίσματα (υγρά με υψηλό οργανικό φορτίο και μεγάλη συγκέντρωση βαρέων μετάλλων).

Η απόσταση των χώρων ταφής αποβλήτων από τις πόλεις αυξάνεται. Αυτό οφείλεται στην αυξανόμενη έλλειψη κατάλληλων χώρων και η αντίθεση του κοινού. Αποτέλεσμα είναι η αύξηση του οικονομικού και του περιβαλλοντικού κόστους για την μεταφορά και τη διάθεση των αποβλήτων. Ήδη το κόστος αυτό αποτελεί υπολογίσιμο μέρος του συνολικού κόστους ενός

οικοδομικού έργου, ιδιαίτερα αν πρόκειται για κατεδάφιση. Το κόστος που απαιτεί η μεταφορά και η διάθεσή τους αναμένεται να αυξηθεί καθώς σε όλες τις βιομηχανικές χώρες, αυξάνεται το κατασκευαστικό και λειτουργικό κόστος των ΧΥΤΑ. Σε πολλές χώρες όπως η Γερμανία, η Δανία και η Βρετανία, επιβάλλονται ήδη φόροι υγειονομικής ταφής.

Η παραγωγή αδρανών υλικών (άμμος, χαλίκι, αργιλικά) που απαιτούνται σε όλα τα κατασκευαστικά έργα από πρωτογενείς πηγές έχει το δικό της οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος. Η ανάκτηση και επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών αποβλήτων για την παραγωγή δευτερογενών αδρανών υλικών μπορεί να μειώσει την πίεση και στα δύο αυτά συστήματα. Ήδη, σε πολλές Ευρωπαϊκές χώρες και στις ΗΠΑ εφαρμόζονται εκτεταμένα προγράμματα για την ανακύκλωση των κατασκευαστικών αποβλήτων σε ειδικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Το υψηλό κόστος της ταφής και οι περιβαλλοντικοί φόροι στην ταφή και τα πρωτογενή αδρανή συμβάλλουν στην ανάπτυξη της ανακύκλωσης. Το 1996 τα απόβλητα που σχετίζονται με την κατασκευή, ανακαίνιση και κατεδάφιση των κτιρίων στις ΗΠΑ ανήλθαν σε 123 εκατομμύρια τόνους.

<b>ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ</b>	<b>ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ X 1000 ΤΟΝΟΙ</b>	<b>ΚΤΙΡΙΑ ΑΛΛΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ X 1000 ΤΟΝΟΙ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ X 1000 ΤΟΝΟΙ</b>
Κατασκευή	5.950	3.870	9.820
Ανακαίνιση	28.900	25.400	54.300
Κατεδάφιση	17.900	40.900	
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>52.750</b>	<b>70.170</b>	<b>122.920</b>

Πίνακας 4.5.2.α: Εκτιμώμενες ποσότητες κατασκευαστικών αποβλήτων από οικοδομικές στις ΗΠΑ το 1996

Πηγή: USEPA, 1998

Η μισή περίπου από αυτή την ποσότητα προέρχεται από κατεδαφίσεις, 8% από την κατασκευή νέων κτιρίων και το υπόλοιπο από ανακαινίσεις. Στην Δανία ο υψηλός φόρος ταφής σε συνδυασμό την ήπια φορολόγηση των πρωτογενών αδρανών υλικών, έχει δημιουργήσει τα απαραίτητα κίνητρα στους κατασκευαστές για την χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Σήμερα στη Δανία ανακυκλώνεται το 90% των κατασκευαστικών αποβλήτων.

Μέθοδος	1988	1992	1994	1996
Ταφή	84	10	3	1
Καύση	0	8	10	9
Ανακύκλωση	16	82	87	90

Πίνακας 4.5.2.β: Ποσοστιαία κατανομή των κατασκευαστικών αποβλήτων ανά μέθοδο διάθεσης στη Δανία κατά την χρονική περίοδο 1988-1996  
 Πηγή: Wastes Management, April 1999

Στην Ελλάδα η έλλειψη στατιστικών στοιχείων και μετρήσεων για τα κατασκευαστικά απόβλητα δυσχεραίνει τον προσδιορισμό της ποσότητάς τους. Σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία η ποσότητα των κατασκευαστικών αποβλήτων που καταλήγουν σε χώρους ελεγχόμενης ταφής αποτελεί το 3% των συνολικών αποβλήτων που δέχονται οι χώροι αυτοί. Η ποσότητα αυτή βρίσκεται σε πλήρη ασυμφωνία με τα δεδομένα για άλλες χώρες, όπου υπάρχουν καλύτερα οργανωμένα συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής.

Ελληνικές περιφέρειες και νομοί	Κατασκευαστικά απόβλητα (τόνοι)		Απόβλητα κατεδαφίσεων (τόνοι)		Σύνολο αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις (τόνοι)		Απόβλητα εκσκαφών (τόνοι)	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000	1999	2000
Περιφέρεια Αττικής	385.807	487.074	440.860	585.795	826.667	1.072.869	3.141.138	4.395.300
Περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας	86.493	85.732	30.934	27.905	117.427	113.637	1.408.680	1.323.504
Περιφέρεια κεντρικής Ελλάδας	91.690	106.184	54.729	44.995	146.419	151.179	1.281.462	1.292.382
Περιφέρεια Θεσσαλίας	110.808	105.855	59.704	56.460	170.512	162.315	1.350.258	1.299.480
Περιφέρεια Ηπείρου	70.779	58.011	29.420	27.905	100.199	85.916	844.662	720.174
Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας	64.652	53.560	6.922	6.273	71.574	59.833	995.904	687.960
Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας	291.225	309.076	105.997	114.217	397.222	423.293	3.244.332	3.125.850
Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας & Θράκης	91.496	93.985	42.399	44.346	133.895	138.331	1.130.766	1.174.992
Περιφέρεια Πελοποννήσου	98.847	87.053	41.750	31.799	140.597	118.852	1.540.266	1.402.128
Περιφέρεια Κρήτης	94.396	98.931	32.232	33.313	126.628	132.244	1.338.792	1.322.412
Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	58.020	44.160	20.334	16.873	78.354	61.033	942.942	800.436
Περιφέρεια Βόρειου Αιγαίου	24.686	28.903	21.632	28.771	46.318	57.674	546.546	532.350
Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου	49.843	75.673	14.493	13.196	64.336	88.869	1.063.608	1.134.042
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1.518.742</b>	<b>1.634.197</b>	<b>901.406</b>	<b>1.031.848</b>	<b>2.420.148</b>	<b>2.666.045</b>	<b>18.829.356</b>	<b>19.211.010</b>

Πιν. 4.5.2.γ: Παραγωγή αποβλήτων από κατασκευή, κατεδάφιση και εκσκαφές στην Ελλάδα, για την περίοδο 1999-2000

Πηγή: Construction Demolition Waste, Estimation Methods for the Generation of Construction and Demolition Waste in Greece

Στον πίνακα 4.5.2.Γ δίνει μία αντιπροσωπευτική εικόνα των κατασκευαστικών αποβλήτων που παράγονται στην Ελλάδα. Παρουσιάζεται μία αύξηση των ποσοτήτων των αποβλήτων που προέρχονται από τις κατασκευές και τις κατεδαφίσεις το έτος 2000 κυρίως στις δύο μεγαλύτερες περιφέρειες της Αττικής και της Θεσσαλονίκης.

Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω της αύξησης της κατασκευαστικής δραστηριότητας εν' όψει των Ολυμπιακών αγώνων 2004. Επίσης σημαντικό ρόλο έπαιξε ο καταστροφικός σεισμός το 1999 στην Αθήνα, όπου κατέρρευσαν αρκετά κτίριο. Κατά τη διάρκεια της κατασκευής νέων κτιρίων για την στέγαση αυτών που είχαν χάσει τα σπίτια τους δεν κατεδαφίστηκαν τα κτίρια που είχαν καταστραφεί από τον σεισμό, έως και μέχρι σήμερα. Αυτός είναι και ο λόγος που τα κατασκευαστικά απόβλητα είναι περισσότερα από αυτά των κατεδαφίσεων.

#### **4.5.3 Εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης: Μείωση – Επαναχρησιμοποίηση – Ανακύκλωση**

Για την αποτελεσματική μείωση και ανακύκλωση των οικοδομικών αποβλήτων απαιτείται καλός σχεδιασμός και μία στρατηγική για την διαχείριση της ροής των υλικών πριν από την έναρξη των εργασιών. Βέβαια ο καλύτερος τρόπος για τη μείωση των αποβλήτων από κατεδαφίσεις είναι να επιμηκυνθεί η διάρκεια της ζωής των κτιρίων. Αυτό απαιτεί καλή κατασκευή, σεβασμό των διαχρονικών αισθητικών αξιών και καλό σχεδιασμό του κτιρίου ώστε να είναι ευέλικτο και να μπορεί εύκολα να αλλάξει χρήση (π.χ. από γραφεία σε κατοικία).

Κατά τον σχεδιασμό ενός νέου κτιρίου θα πρέπει οι παραγγελίες των υλικών να υπολογίζονται με ακρίβεια και να χρησιμοποιούνται προκατασκευασμένα στοιχεία και τυποποιημένα μεγέθη. Έτσι αποφεύγονται τα επί τόπου κοψίματα και η δημιουργία αποβλήτων υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι κατά την κατασκευή αυτών των προϊόντων λαμβάνεται υπόψη η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών και υλικών εισροών. Η χρήση υψηλής ποιότητας υλικών μειώνει τις απώλειες και την δημιουργία αποβλήτων εξοικονομώντας πόρους και χρήματα για τον κατασκευαστή και τον ιδιοκτήτη. Η ανάπτυξη οικοδομικών προϊόντων δοκίμων στοιχείων και κτιρίων με μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και με τη χρήση λιγότερων υλικών είναι νέοι τομείς έρευνας που εξετάζονται σήμερα εντατικά.

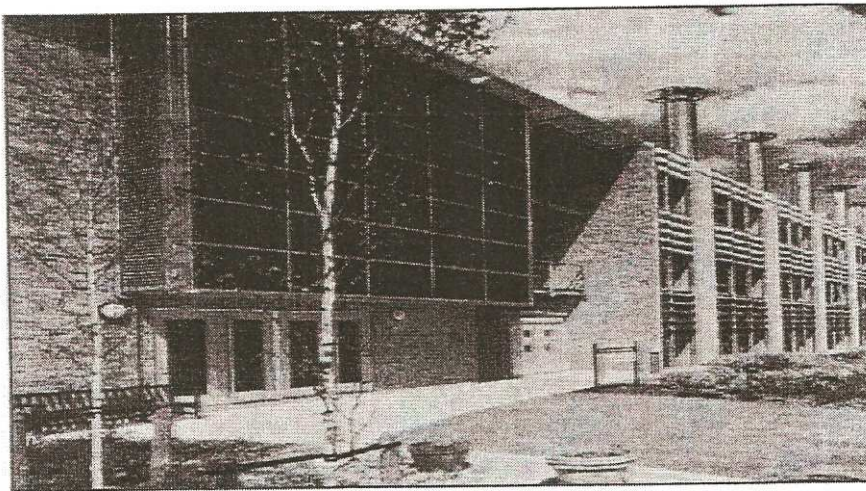
Οι συσκευασίες των υλικών που χρησιμοποιούνται στην οικοδομή συνήθως δεν επιστρέφονται και συνεισφέρουν στην αύξηση της ποσότητας των αποβλήτων στο εργοτάξιο. Τα συμβόλαια με τους προμηθευτές μπορούν να περιλάβουν συμφωνίες για την ελαχιστοποίηση και την επαναχρησιμοποίηση των συσκευασιών. Τέλος η καλή διαχείριση του εργοταξίου και η προσεκτική εκτέλεση των εργασιών μειώνουν τις απώλειες, το κόστος και την ποσότητα των αποβλήτων.

Με κατάλληλο διαχωρισμό ένα μεγάλο μέρος των αποβλήτων από τις κατεδαφίσεις και τις ανακαινίσεις είναι δυνατόν να ανακτηθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί. Στην Ελλάδα αυτό γίνεται άτυπα από μαστόρους και πλανόδιους εμπόρους που μαζεύουν υλικά υψηλής σχετικά αξίας, όπως δομικά στοιχεία αρχιτεκτονικού ενδιαφέροντος, πόρτες, παράθυρα, περισσεύματα υλικών, συσκευές και συσκευασίες, και τα πωλούν σε μάντρες ή επιχειρήσεις ανακύκλωσης. Είναι πολύ δύσκολο να υπολογισθεί με ακρίβεια η ποσότητα των κατασκευαστικών αποβλήτων που ανακτώνται με αυτόν τον τρόπο αλλά γενικά πρόκειται για μικρό ποσοστό του συνόλου των παραγόμενων αποβλήτων.

Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση υλικών και αντικειμένων είναι δυνατόν να διευκολυνθούν με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός κτιρίου. Στο πλαίσιο αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση συνθετικών υλικών που δεν μπορούν να διαχωρισθούν στο τέλος του κύκλου ζωής τους, καθώς και η τοποθέτηση και συγκόλληση στοιχείων έτσι ώστε να μην μπορούν να αποσυναρμολογηθούν χωρίς να καταστραφούν. Ολόκληρο το κτίριο πρέπει να σχεδιάζεται με τη λογική της αποσυναρμολόγησης και όχι της κατεδάφισης.

Ένα μεγάλο ποσοστό των κατασκευαστικών αποβλήτων μπορεί να ανακυκλωθεί και ήδη ανακυκλώνεται σε πολλές βιομηχανικές χώρες. Από τις διάφορες κατηγορίες των κατασκευαστικών αποβλήτων τα υλικά οδοποιίας είναι τα ευκολότερα να ανακυκλωθούν και μάλιστα με οικονομικό όφελος. Σήμερα το μεγαλύτερο μέρος των ανακυκλωμένων κατασκευαστικών αποβλήτων θρυμματίζεται και χρησιμοποιείται σε χαμηλής αξίας χρήσεις, όπως επιχωματώσεις και διαμόρφωση χώρων. Ένας σημαντικός τομέας έρευνας είναι η ανάπτυξη μεθόδων και τεχνολογιών για την ανακύκλωση όπως επίσης και η ανάπτυξη προτύπων και κανονισμών σχετικά με τις δυνατές χρήσεις για κάθε κατηγορία κατασκευαστικών αποβλήτων.

Ο διαχωρισμός των υλικών κατά κατηγορία και μέγεθος μέσα στο ίδιο το εργοτάξιο είναι η σημαντικότερη παράμετρος για την αποτελεσματική ανακύκλωση οικοδομικών αποβλήτων καθώς η εκ των υστέρων επεξεργασία ανάμεικτων υλικών είναι οικονομικά ασύμφορη. Ο επί τόπου διαχωρισμός απαιτεί κατ' αρχήν κατάρτιση του προσωπικού και οπωσδήποτε μια επιπλέον προσπάθεια. Όταν όμως ενσωματωθεί στις εργασιακές συνήθειες έχει ελάχιστο ή ακόμη και μηδενικό κόστος. Η βελτιωμένη διαχείριση και ο σχεδιασμός για την ελαχιστοποίηση των απορριμάτων μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα, καθώς αποφεύγεται η παραγγελία περιττών κιλών.



Σχ. 6.2.4: Η κατασκευή του κτιρίου BRE (British Research Establishment) στη Μ. Βρετανία αποτελεί ένα πρότυπο έργο επίδειξης για την επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση κατασκευαστικών αποβλήτων. Στο οικόπεδο υπήρξε προγενέστερο οίκημα το οποίο κατεδαφίστηκε. Η ανακύκλωση των υλικών του έφθασε στο 96%.

Πηγή: Demonstration of reuse and recycling – BRE Environmental building, IP 3/97. BRE 1997

#### 4.5.4 Πρακτικές οδηγίες για τα οικοδομικά απόβλητα

Πριν ξεκινήσει ο διαχωρισμός των οικοδομικών αποβλήτων να εξετάζεται ποιοι αγοράζονται ή δέχονται το κάθε υλικό. Στην Ελλάδα υπάρχουν αγοραστές κυρίως για μέταλλα, υλικά συσκευασίας και δομικά στοιχεία σε καλή κατάσταση. Επίσης να τοποθετούνται στο χώρο του εργοταξίου κάδοι ανακύκλωσης για κάθε υλικό με ευδιάκριτη σήμανση και σύντομες οδηγίες. Το προσωπικό πρέπει να ενημερωθεί για το πρόγραμμα διαχωρισμού και να του δοθούν απλές οδηγίες.

Τα οικοδομικά υλικά:

- Πρέπει να υπολογίζονται προσεκτικά οι ανάγκες σε οικοδομικά υλικά, ώστε να αποφευχθούν περισεύματα που θα καταλήξουν στα σκουπίδια.
- Κατά την κατασκευή, πρέπει να αποθηκεύονται σε κατάλληλο σημείο τα υλικά και να καλύπτονται οι προμήθειες (τούβλα, τσιμέντο, άμμος κλπ) για να αποφευχθούν ζημιές και η καταστροφή τους.
- Τούβλα, πέτρες, κεραμίδια, πλακάκια και άλλα οικοδομικά υλικά από κατεδαφίσεις και ανακατασκευές μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν. Υπάρχουν μάντρες που αγοράζουν τέτοια υλικά.
- Να ελέγχεται το ενδεχόμενο της επιστροφής οικοδομικών υλικών που περισσεύουν και βρίσκονται σε καλή κατάσταση.

Τα μεταλλικά στοιχεία και συσκευές:

- Κατά την ανακαίνιση ή την κατεδάφιση να ξεχωρίζονται τα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου (καλοριφέρ, σωλήνες, σχάρες, αλουμινένια κουφώματα) για την επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.
- Στο εργοτάξιο να ξεχωρίζονται στα μέταλλα για ανακύκλωση. Ειδικά ο μόλυβδος δεν πρέπει να καταλήγει σε χώρους ταφής απορριμάτων γιατί μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα.

Τα στοιχεία ξηρής δόμησης (π.χ. γυψοσανίδες):

- Τα στοιχεία της ξηρής δόμησης να παραγγέλλονται σε κατάλληλες διαστάσεις ώστε να προκύπτουν τα ελάχιστα δυνατά υπολείμματα από το κόψιμο. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να βασίζεται στις τυποποιημένες διαστάσεις των εμπορικά διαθέσιμων στοιχείων ξηρής δόμησης.
- Τα κομμάτια που περισσεύουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γέμισμα σε διάφορα σημεία της οικοδομής (π.χ. ντουλάπες)
- Τα υπολείμματα μπορούν να ανακυκλωθούν σε νέα προϊόντα όπως ηχομονωτικά πετάσματα, στόκος, διακοσμητικές βαφές, υλικά πυρασφάλειας κλπ, αλλά οι τεχνολογίες αυτές δεν έχουν αναπτυχθεί πολύ στην Ελλάδα.

Η ξυλεία:

- Η ξυλεία πρέπει να αποθηκεύεται σε ένα υπερυψωμένο επίπεδο, κάτω από υπόστεγο, για να αποφεύγεται η καταστροφή της από την υγρασία.
- Αν χρησιμοποιούνται ξύλινα κουφώματα, αυτά να σχεδιάζονται με βάση τις τυποποιημένες διαστάσεις που κυκλοφορούν στο εμπόριο, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα κοψίματα και τα απορρίμματα.
- Τα κομμάτια που περισσεύουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γέμισμα σε διάφορα σημεία της οικοδομής.
- Σε κατεδαφίσεις και ανακαινίσεις να εξετάζεται αν ορισμένα ξύλα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Ροκανίδια από ακατέργαστο ξύλο (χωρίς βερνίκια, χρώματα και συντηρητικά) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λιπασματοποίηση ή για απ' ευθείας κάλυψη του χώματος σε κήπους.

Το χαρτί, τα χαρτόνια και τα πλαστικά:

- Να αποφεύγονται τα υλικά που έχουν υπερβολική συσκευασία. Ωστόσο να βεβαιώνεται ότι η συσκευασία είναι επαρκής για να αποφευχθεί βλάβη του προϊόντος.
- Να διαχωρίζονται τα χαρτόνια, να τακτοποιούνται σε στίβες και να φυλάσσονται σε ξηρό μέρος.
- Επικοινωνία με εμπόρους παλαιόχαρτου για την ανακύκλωσή τους.
- Οι πλαστικές σακούλες και τα πλαστικά φύλλα μπορούν να ανακυκλωθούν.



- Ενημέρωση από τις αρμόδιες δημοτικές υπηρεσίες για το αν υπάρχει πρόγραμμα ανακύκλωσης πλαστικού ή εργοστάσιο επεξεργασίας.

Τα μονωτικά υλικά:

- Αν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα περισσεύματα της μόνωσης σε κάποια άλλη δουλειά, να χρησιμοποιούνται για γέμισμα σε κενά των τοίχων και της σκεπής.
- Αν περισσέψει ασφαλτόπανο από τη μόνωση της ταράτσας, χαρίστε το σε κάποιον που θα το χρησιμοποιήσει.
- Οι παλιές μονώσεις ενδέχεται να περιέχουν αμίαντο, υλικό αποδεδειγμένα καρκινογόνο. Οι εργασίες για την αφαίρεση του πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

Τα χρώματα, τα βερνίκια και τα διαλυτικά:

- Χρησιμοποιήστε τα υλικά που περίσσεψαν σε επόμενη δουλειά ή χαρίστε τα σε κάποιον που πρόκειται να τα χρησιμοποιήσει.
- Πολλά βερνίκια και διαλυτικά ανήκουν στην κατηγορία των επικίνδυνων αποβλήτων και απαιτούν ειδική κατά περίπτωση μεταχείριση.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### ΓΕΝΙΚΑ

Καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής των κτιρίων από την κατασκευή, την χρήση, τη συντήρηση, την ανακαίνιση ως την κατεδάφιση τους έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και παίζουν καθοριστικό ρολό στην ποιότητα της ζωής και την υγεία αυτών που τα κατοικούν, όσο και των περιοίκων.

Ο κλάδος των κατασκευών καταναλώνει μεγάλες ποσότητες φυσικών πόρων (αδρανή υλικά, ορυκτά, ξύλα και νερό) καθώς και ενέργειας. Το τσιμέντο, ο χάλυβας, το αλουμίνιο, το ξύλο, τα κεραμικά, τα συνθετικά, τα χρώματα, τα βερνίκια, οι οργανικοί διαλύτες και τα αλλά δομικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές, χρειάζονται μεγάλες ποσότητες φυσικών πρώτων υλών και ενέργειας για την παραγωγή τους, τη μεταφορά και την ενσωμάτωση τους το κτίριο.

Η θέρμανση, ο κλιματισμός, η παραγωγή ζεστού νερού, ο τεχνητός φωτισμός, απαιτούν μεγάλες ποσότητες ενέργειας και συνεπάγεται άμεσες ή έμμεσες εκπομπές ρύπων και διοξειδίου του άνθρακα.

Η ρύπανση του αέρα από τις ενεργειακές εκπομπές ενός κτιρίου έχει επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Επίσης πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή, την συντήρηση και την ανακαίνιση των κτιρίων περιέχουν τοξικές ουσίες που ρυπαίνουν τον αέρα και τα νερά και προκαλούν βλάβες στην υγεία των ανθρώπων και στα φυσικά οικοσυστήματα.

Οι αρνητικές επιπτώσεις από την κατασκευή ενός κτιρίου και η συνεπαγόμενη επέκταση του δομημένου έναντι του φυσικού περιβάλλοντος, δεν είναι δυνατό να εξαλειφθούν πλήρως. Είναι όμως δυνατόν να περιορισθούν δραστηκά με τον κατάλληλο σχεδιασμό και την κατάλληλη επιλογή δομικών υλικών και ενεργειακών συστημάτων.

Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή, την συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτιρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά οικονομικών, περιβαλλοντικών και ενεργειακών παραμέτρων. Ο κύκλος εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και διακίνηση των δομικών υλικών είναι τεράστιος και κατ' επέκταση τα κριτήρια επιλογής των υλικών έχουν μεγάλη σημασία. Τα υλικά διαμορφώνουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα το εσωτερικού αέρα των κτιρίων και μπορούν να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία αυτών που τα καταλαμβάνουν. Παράλληλα τα υλικά καθορίζουν σε

μεγάλο βαθμό την θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων και επηρεάζουν και το εξωτερικό περιβάλλον.

Τέλος η διαδικασία παραγωγής των υλικών και ο κύκλος ζωής τους ως την τελική διάθεση έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικό περιβάλλον

Παράγοντες που καθορίζουν την σχέση μεταξύ ρύπανσης και υγείας:

- Ο πρώτος παράγοντας που καθορίζει τη σχέση μεταξύ ρύπανσης και υγείας είναι το ύψος των συγκεντρώσεων των ρυπαντών που είναι απαραίτητες για να υπάρξουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Όσο υψηλότερη η συγκέντρωση, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η επικινδυνότητα της.
- Ο δεύτερος παράγοντας είναι ο χρόνος έκθεσης των ανθρώπων στους ρυπαντές. Σε αυτή την περίπτωση, πράγμα που ισχύει και για την προηγούμενη, υπάρχει σημαντική αβεβαιότητα και δεν έχει προσδιορισθεί ακόμη το χρονικό διάστημα της έκθεσης που έχει ως αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων υγείας. Επίσης, δεν έχει ακόμη προσδιορισθεί μετά από πόσο χρόνο εκδηλώνονται τα συμπτώματα μιας ασθένειας.
- Τρίτος σημαντικός παράγοντας είναι ο ίδιος ο άνθρωπος, αφού κάθε οργανισμός αντιδρά διαφορετικά. Γενικά η αντίσταση των ανθρώπων στη ρύπανση διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικία τους, με την υπάρχουσα κατάσταση υγείας τους, την κληρονομικότητα, την ιδιοσυγκρασία τους και τις ψυχοκοινωνικές τους καταβολές.
- Τέταρτος παράγοντας είναι αιτίες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, ο φωτισμός, τα εργονομικά προβλήματα και η κακή χρήση, λειτουργία και συντήρηση των εσωτερικών χώρων.

Η νομοθετική προσέγγιση για την πρόληψη και την αντιμετώπιση της ρύπανσης εμπίπτει στην αρμοδιότητα της Πολιτείας και συνιστάται στη λήψη νομοθετικών μέτρων και κανονιστικών αποφάσεων που καθορίζουν τα μετρά της πρόληψης και της αντιμετώπισης

Τα μετρά αυτά συνήθως αναφέρονται:

- Στον καθορισμό των ορίων ασφαλείας και επικινδυνότητας των ρυπαντών.
- Στην απαγόρευση της χρήσης ρυπαντών που υπερβαίνουν αυτά τα όρια.
- Στον καθορισμό των επιβλαβών επιπτώσεων του κάθε ρυπαντή.
- Στην απαγόρευση της ελεύθερης διάθεσης τοξικών χημικών.
- Στην υποχρέωση αναγραφής στην συσκευασία του κάθε βιομηχανικού ρυπαντή της χημικής σύστασης του, των επιβλαβών επιπτώσεων του, της ημερομηνίας λήξης του και των οδηγιών χρήσης του.

Πηγές εσωτερικής ρύπανσης, παράμετροι που πρέπει να ελέγχονται και προτεινόμενες ενέργειες αντιμετώπισης του προβλήματος

Πηγή ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
<b>Δομικά υλικά</b> • Κόλλες και στεγανοποιητικά	Διαλυτικά	Να επιλέγονται προϊόντα χαμηλής τοξικότητας
• Γυαλί	Ενδιάμεσο φύλλα και επιχρίσματα	-----
• Σιδηρούχα και μη μέταλλα	Βάφει προπαρασκευής	-----
• Συντήρηση ξύλου	Χρήση τοξικών συντηρητικών	Χρήση αλάτων βόρακα, ανθεκτική ξυλεία
• Τούβλα και πλίνθοι	Φυσική ραδιενέργεια	Να χρησιμοποιούνται υλικά από περιοχές με μικρή Φυσική ραδιενέργεια
• Προϊόντα μπετόν	Φυσική ραδιενέργεια προσθετικά	Να μην χρησιμοποιούνται προσθετικά προϊόντα με τέφρα λιγνιτωρυχείου
• Θερμομονωτικά υλικά	Ίνες και εκπομπές οργανικών ενώσεων	Να επιλέγονται φυσικά μονωτικά υλικά
<b>Συστήματα θέρμανσης, αερισμού και δροσισμού</b>	Ανάπτυξη και μεταφορά μικροοργανισμών	Ορθός σχεδιασμός και συντήρηση του συστήματος
<b>Υλικά εσωτερικών χώρων</b> • Συνθετικά ξυλά (plywood)	Εκπομπές φορμαλδεΐδης και πτητικών οργανικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
• Φύλλα πλαστικού	Εκπομπές οργανικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
• Γύψους/γυψοσανίδες	Χαμηλές εκπομπές, αλλά εστία συγκέντρωσης ρυπών	-----
• Κεραμικά πλακάκια	Εκπομπές από Κόλλες/υλικά πλήρωσης αρμών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής

<b>Καλύψεις τοίχων</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ταπετσαρία και χαρτί τοίχου</li> </ul>	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής – καθυστέρηση στη χρήση του κτιρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές
--	---	---

Πηγή ρύπανσης	Παράμετροι προς έλεγχο	Εναλλακτικές λύσεις
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Χρώματα</li> </ul>	Αέριες εκπομπές από τα Διαλυτικά και τα προσθετικά κατά και μετά τη χρήση	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής – καθυστέρηση στη χρήση του κτιρίου μέχρι να μειωθούν οι εκπομπές
<b>Καλύψεις δαπέδων</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Χαλιά / μοκέτες</li> </ul>	Οσμές και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων, συσσώρευση μικροβίων	Επιλογή μη συνθετικών προϊόντων, συγκολλητικών υλικών χαμηλής εκπομπής, σχολαστικός καθαρισμός
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μουσαμάς δαπέδου (linoleum)</li> </ul>	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλαστικά πατώματα από βινύλιο</li> </ul>	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων μακροχρόνια	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής
<b>Επίπλωση</b>	Φορμαλδεΐδη και εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων από εξαρτήματα και υλικά επικάλυψης επιφανειών	Επιλογή υλικών χαμηλής εκπομπής – μη επεξεργασμένη ξυλεία
<b>Εξοπλισμός και συσκευές</b>	Οργανικές πτητικές ενώσεις και όζον από φωτοαντιγραφικά και εκτυπωτές	Επιλογή συσκευών χαμηλής εκπομπής ρυπών χρήση συστημάτων εξαερισμού
<b>Προϊόντα καθαρισμού</b>	Εκπομπές οργανικών πτητικών ενώσεων	Επιλογή καθαριστικών χαμηλής εκπομπής

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται καθορίζουν σε ένα πολύ μεγάλο βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση καθώς και την θερμική και οπτική άνεση στα κτίρια και τους ανοιχτούς χώρους. Ιδιαίτερα η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και ο συντελεστής εκπομπής τους στην μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία, παίζουν καθοριστικό ρόλο στο ενεργειακό ισοζύγιο των αστικών περιοχών.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές επιφάνειες δέχονται την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Μέρος αυτής της ακτινοβολίας ανακλάται. Είναι προφανές ότι η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας, τόσο στα κτίρια Όσο και στις λοιπές καλυμμένες επιφάνειες, μειώνει την απορροφημένη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Τα υλικά εκπέμπουν θερμική ακτινοβολία, η ισχύς αυτής της ακτινοβολίας είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας καθώς και του συντελεστή εκπομπής του υλικού. Υλικά με μεγάλο συντελεστή εκπομπής αποβάλλουν ευκολότερα τη θερμότητα που απορροφούν.

Τα υλικά των εσωτερικών χώρων καθώς και τα υλικά κατασκευές του κτιριακού κελύφους θα πρέπει να μην δημιουργούν ρύπανση στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Παράλληλα θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις:

- Να συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης εντός των κτιρίων και στην ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης, τόσο κατά την θερινή, Όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Τα υλικά του κελύφους (μονωτικά, τζαμιά, κλπ), των θερμικών απωλειών των κτιρίων και στην μεγιστοποίηση των θερμικών και ηλιακών κερδών. Παράλληλα, κατά την θερινή περίοδο, και για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες, τα υλικά του εξωτερικού κελύφους θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη μέγιστη δυνατή ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και την μέγιστη δυνατή εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας προς το περιβάλλον.
- Να συνεισφέρουν στη δημιουργία βέλτιστης οπτικής άνεσης εντός των χώρων. Συγκεκριμένα τα υλικά, θα πρέπει να επιτρέπουν την αδιατάρακτη ροή του φωτός, να συμβάλλουν στην επίτευξη των ικανοποιητικών επιπέδων φωτισμού, να μην προκαλούν θάμβωση και να επιτρέπουν την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους θα πρέπει να έχουν χαμηλές έως μηδενικές εκπομπές προς το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου ενώ παράλληλα θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις δηλαδή να συντελούν στη δημιουργία βέλτιστου θερμικού κλίματος στην περιοχή χρήσης τους. Για τις Ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση <<ψυχρών υλικών>> δηλαδή υλικών που παρουσιάζουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής και να μην υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον δηλαδή να μη δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό σε γειτονικά κτίρια.

Η σωστή και πλήρης Θερμομόνωση του κελύφους ενός κτιρίου έχει ως αποτέλεσμα:

- Τη μεγάλη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου.
- Τη μείωση της πιθανότητας σχηματισμού υδρατμών στις επιφάνειες του κτιρίου, αφού εξαφανίζει τις θερμογέφυρες, δηλαδή τα σημεία συνάντησης στοιχείων του κελύφους των οποίων ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας είναι μεγάλος, και τα οποία έχουν ως αποτέλεσμα την έντονη τοπική ροή θερμότητας από το κτίριο προς το περιβάλλον λόγω της απότομης πτώσης της θερμοκρασίας επιφανείας.
- Την αύξηση του κατασκευαστικού κόστους αλλά και μείωση των λειτουργικών εξόδων του κτιρίου, χάρη στην αναμενομένη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Τη διατήρηση των θερμικών ηλιακών κερδών επί μεγάλο χρονικό διάστημα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Με βάση τις σύγχρονες τεχνικές οπή εξωτερικοί τοίχοι κατασκευάζονται με δυο κυρίως τρόπους:

- Με χρήση θερμομονωτικών συμπαγών δομικών υλικών (θερμομονωτικών τούβλων, thermo block, mono block) τα οποία είναι πορώδη υλικά με μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας. Προτείνεται και η χρήση ενός μονωτικού επιχρίσματος για την περαιτέρω βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του υλικού.
- Με χρήση συμβατικών δομικών υλικών (τούβλων, τσιμέντου) και ενός στρώματος μονωτικού υλικού (συνήθως εξηλασμένης ή διογκωμένης πολυστερίνης, υαλοβάμβακα, μονωτικού υλικού με μεταλλικές ή φυτικές ίνες).

Η εξωτερική μόνωση του πλευρικού τοίχου εξαφανίζει τις θερμογέφυρες, αυξάνει το χρόνο ζωής του κτιρίου προστατεύοντας το κέλυφος από τις καιρικές συνθήκες και εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα των τούβλων για την εφαρμογή παθητικών τεχνικών θέρμανσης και δροσισμού.

Η σωστή Θερμομόνωση της οροφής είτε είναι κεκλιμένη είτε επίπεδη είναι σημαντική για την βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά όλου του κτιρίου. Οι απαιτήσεις που πρέπει να καλύπτει η οροφή κυρίως η επίπεδη που είναι και η πιο συνήθης σήμερα, ώστε να αποφεύγεται η καταπόνηση του κτιρίου και να ρυθμίζονται οι εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, συνοψίζονται στα εξής:

- Πρέπει να είναι υδατοστεγής ώστε να προστατεύεται το κτίριο από τη βροχή και την υγρασία.
- Πρέπει να έχει την απαραίτητη κλίση ώστε να διευκολύνεται η απομάκρυνση του νερού.

- Πρέπει να παρέχει την απαραίτητη θερμική προστασία, τόσο το χειμώνα Όσο και το καλοκαίρι, στο εσωτερικό του κτιρίου.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται συνήθως για τη Θερμομόνωση του δώματος είναι διάφοροι τύποι εξηλασμένης πολυστερίνης, ο υαλοβάμβακας και η μόνωση με μεταλλικές Ίνες, ενώ κυρίως σε στέγες με κεραμιδιά μπορούν να χρησιμοποιηθούν και φυσικά μονωτικά υλικά προς το περιβάλλον όπως το ανακυκλωμένο χαρτί, ο φελλός, το βαμβάκι και οι φυτικές ίνες τα οποία έχουν όμως σχετικά αυξημένο κόστος.

Σε επίπεδες οροφές η μόνωση τοποθετείται εξωτερικά του οπλισμένου σκυροδέματος έτσι ώστε η θερμική μάζα να βρίσκεται στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ ενδεδειγμένη τεχνική είναι η χρήση ανάστροφου δώματος, δηλαδή ενός στρώματος ελαφρού σκυροδέματος ή αλλού υλικού (π.χ. χαλίκι), το οποίο τοποθετείται πάνω από το μονωτικό υλικό για την καλύτερη προστασία του δώματος.

Η μόνωση των κεκλιμένων οροφών είναι γενικά εύκολη και χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Ενδεδειγμένη είναι η λύση κατά την οποία τοποθετούνται στρώματα μονωτικού υλικού τόσο κάτω από την κεραμοσκεπή, Όσο και στο δάπεδο του οριζοντίου δώματος.

Η μόνωση του δαπέδου που έρχεται σε επαφή με το έδαφος είναι συνήθως περιττή καθώς η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται αργά και συνήθως είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα και μικρότερη από αυτή το καλοκαίρι. Σε θερμά κλίματα η έλλειψη μόνωσης στο δάπεδο βοηθά την απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας στο έδαφος.

Σε περίπτωση που το δάπεδο είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή πυλωτή η προσθήκη μόνωση είναι ενδεδειγμένη παρόλο που οι απώλειες δεν είναι τόσο έντονες Όσο από αλλά Δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Οι θερμομονωτικοί υαλοπίνακες μειώνουν σημαντικά τις απώλειες διάμεσο των διαφανών στοιχείων του κελύφους επιτρέποντας έτσι την τοποθέτηση περισσότερων και μεγαλύτερων διαφανών δομικών στοιχείων με αποτέλεσμα την βελτίωση του φυσικού φωτισμού και των ηλιακών τζαμιών.

- Ημιδιαφανή μονωτικά υλικά και υαλοπίνακες με aerogel.
- Υαλοπίνακες πολλαπλών στρωμάτων (διπλοί, τριπλοί) σε συνδυασμό με τη χρήση αδρανών αερίων (αργό, κρυπτό) ανάμεσα στα φύλλα γυαλιού και επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας
- Διαφανής μόνωση: είναι η μόνωση που χρησιμοποιεί υλικά με μικρές θερμικές απώλειες και υψηλή διαπερατότητα στο ηλιακό φως.



Ο σχεδιασμός κτιρίων με σωστή ενεργειακή συμπεριφορά αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αιτίες που επανέφεραν τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων στην επικαιρότητα. Ο τεχνητός φωτισμός αποτελεί σημαντική πηγή κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Ανάλογα με τον τύπο των λαμπτήρων ένα μικρό ή μεγάλο ποσοστό του φορτίου φωτισμού μετατρέπεται σε θερμότητα που επηρεάζει το θερμικό και ψυκτικό φορτίο του κτιρίου.

Ιδιαίτερη σημασία θα πρέπει να δίνεται στον σχεδιασμό των ανοιγμάτων που επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός. Ο σχεδιασμός αυτός θα πρέπει να συμβάλλει:

- Στην βελτίωση του φωτισμού στο εσωτερικό του κτιρίου και στην μεγαλύτερη οπτική άνεση.
- Στην μείωση ενεργειακής κατανάλωσης για φωτισμό.
- Στην μείωση του ψυκτικού φορτίου.

Σε πολλές περιπτώσεις δεν είναι δυνατόν να επιτευχθούν βέλτιστα αποτελέσματα με την αποκλειστική χρήση του φυσικού φωτισμού. Όμως ο φυσικός φωτισμός μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου όταν χρησιμοποιείται ως τμήμα ενός ολοκληρωμένου συστήματος, που περιλαμβάνει τη δυνατότητα επιλογής ανάμεσα στον φυσικό και τον τεχνητό φωτισμό ή την σκίαση ανάλογα με τις επιθυμητές συνθήκες φωτισμού και θερμοκρασίας στο εσωτερικό του κτιρίου καθώς και τις συνθήκες υλασμού και εξωτερικής θερμοκρασίας.

Η χρήση φυσικού φωτισμού κάνει δυνατή την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό έως και 80%. Στην περίπτωση όπου το κτίριο λειτουργεί σε 24ωρη βάση με την χρήση του τεχνητού φωτισμού η συνεισφορά του φυσικού φωτισμού φθάνει μέχρι και στο 40% της αρχικής κατανάλωσης.

Η βελτιστοποίηση της σχέσης μεταξύ των επιφανειών των φυσικά φωτιζόμενων χωρών και διαστάσεων των εξωτερικών ανοιγμάτων βελτιώνει την οπτική συμπεριφορά του κτιρίου και την οπτική άνεση στο εσωτερικό του. Η κατανόηση της σχέσης αυτής επιτρέπει στον σχεδιαστή του κτιρίου να ενσωματώνει στο κέλυφος τεχνικές και στοιχεία φυσικού φωτισμού τα οποία επιτρέπουν την είσοδο στο κτίριο ποσότητας φωτός ικανής να εξυπηρετεί τις λειτουργικές του ανάγκες.

Η βελτιστοποίηση των στρατηγικών φωτισμού στο εσωτερικό ενός κτιρίου απαιτεί να εξετασθούν οι παρακάτω παράμετροι:

- Η γεωμετρία των εσωτερικών χωρών. Η κατασκευή χωρών με μεγάλο βάθος σε απόσταση από το κέλυφος του κτιρίου πρέπει να αποφεύγεται σημαντικό ρόλο παίζει η κάτοψη του κτιρίου. Η μεγιστοποίηση της επιφάνειας των χωρών με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση του βάθους είναι δυνατή με επιλογή κατόψεων σχήματος E, F, U, L, O και H.
- Η γεωμετρία και η τοποθέτηση των ανοιγμάτων. Το ύψους του κάτω μέρους της κάσας του ανοίγματος (πρεβάζι), καθώς και το συνολικό ύψους και πλάτος του παραθύρου είναι σημαντικές παράμετροι στην

επίτευξη βέλτιστων συνθηκών φυσικού φωτισμού. Τα παράθυρα με μεγάλο πλάτος οδηγούν σε ομοιογενή κατανομή της φωτεινότητας στο χώρο καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Στην περίπτωση αυτή, η φωτεινότητα έχει ιωνική κατανομή παράλληλα με τον τοίχο του παραθύρου. Αντίθετα, τα παράθυρα με μεγάλο ύψους προκαλούν χωρική κατανομή της φωτεινότητας σε ζώνες κάθετες προς τον τοίχο του παραθύρου, οδηγώντας έτσι σε ένα φωτεινό περιβάλλον το οποίο μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το παράθυρο αυτού του τύπου προσφέρει βαθύτερη διείσδυση του φωτός και μεγαλύτερη θάμβωση. Τέλος, η τοποθέτηση ενός ανοίγματος στο μέσο ενός τοίχου οδηγεί σε καλύτερη κατανομή του φωτισμού, ενώ ένα γωνιακό παράθυρο προκαλεί λιγότερη θάμβωση.

- Η ανακλαστικότητα των εσωτερικών επιφανειών. Όσο μεγαλύτερη είναι η ανακλαστικότητα, τόσο περισσότερη είναι η διείσδυση του φυσικού φωτός στο βάθος του δωματίου και τόσο πιο ομοιογενής είναι η κατανομή του φωτός στον χώρο.
- Το μέγεθος και ο τύπος των γειτονικών κτιρίων ή άλλων ψηλών εμποδίων καθώς αυτά επηρεάζουν το φως που ανακλάται μέσα στον χώρο και το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που αποκόπτεται από την ύπαρξη εμποδίων. Για τον λόγο αυτό, η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού σε πυκνό αστικό περιβάλλον είναι περιορισμένη.
- Ο προσανατολισμός των στοιχείων που εισάγουν φως στο κτίριο. Ένα νοτιά προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει, μεγαλύτερα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια του χειμώνα ( το οποίο είναι επιθυμητό), αλλά και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ( πρέπει να αντιμετωπίζονται με την τοποθέτηση καταλλήλων σκιάστρων). Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα παρέχουν φωτισμό, ο οποίος μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της ημέρας. Ειδικά τα νοτιοδυτικά ανοίγματα μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του θέρους.

Η είσοδος του φυσικού φωτός σε ένα κτίριο μπορεί να βελτιωθεί αν ακολουθηθούν οι παρακάτω απλές υποδείξεις: Τοποθέτηση των βεραντών σε ανατολικές – δυτικές διευθύνσεις, και των γειτονικών σπιτιών σε νότιες – βόρειες διευθύνσεις.

- Τοποθέτηση των χωρών στάθμευσης στο βορρά.
- Τοποθέτηση των άλλων στο νότο.
- Κατασκευή στεγών χαμηλού προφίλ.
- Επιλογή οικοπέδου με κλίση και νότιο προσανατολισμό για την κατασκευή ενός νέου κτιρίου.

Οι διατάξεις φυσικού φωτισμού είναι οι εξής :

- Αξιοποίηση της κεκλιμένης οροφής
- Η χρήση πολλαπλών ανοιγμάτων οροφής.
- Κατακόρυφοι φεγγίτες οροφής.

- Αξιοποίηση των αιθρίων.

Η προσθήκη αιθρίου στα κτίρια προσφέρει μια σειρά από πλεονεκτήματα ως προς την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου, δεδομένου ότι:

- Τα παράθυρα των προσόψεων που βλέπουν στο αίθριο μπορούν να έχουν αυξημένη επιφάνεια και άρα αυξημένα επίπεδα φωτισμού χωρίς τις αντίστοιχες θερμικές απώλειες.
- Η θερμοκρασία στο εσωτερικό του αιθρίου είναι γενικά υψηλότερη από την εξωτερική, με συνεπεία την μείωση των θερμικών απωλειών των γειτονικών κτιρίων.
- Το δάπεδο του αιθρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λειτουργικός χώρος του κτιρίου αφού προστατεύεται από τις εξωτερικές συνθήκες.

Ο βασικός στόχος της κατασκευής ενός αίθριου είναι η μεγιστοποίηση του τμήματος του κτιρίου που φωτίζεται με φυσικό φως. Ως προς το ενεργειακό Μέρος η προσθήκη ενός αίθριου έχει τα εξής αποτελέσματα:

- Μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό χάρη στην εκτεταμένη χρήση φυσικού φωτισμού.
- Μείωση του κλιματιστικού φορτίου αιχμής εξαιτίας της μη λειτουργίας των ηλεκτρικών λαμπτήρων.
- Αύξηση των ηλιακών κερδών και μείωση των απωλειών κατά τον χειμώνα, με αποτέλεσμα τη μείωση του θερμικού φορτίου του κτιρίου.

Εντούτοις η αύξηση των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι λόγω της παρουσίας του αιθρίου, πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη για κτίρια που βρίσκονται σε θερμά κλίματα επειδή οι ανάγκες για ψύξη είναι πιθανό να αντισταθμίζουν τα οφέλη από τη μείωση θερμικού φορτίου το χειμώνα και τη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τεχνητό φωτισμό.

Ο φυσικός αερισμός είναι η σημαντικότερη τεχνική παθητικού δροσισμού. Γενικά ο αερισμός των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου ( φυσικός ή μηχανικός ) είναι απαραίτητος όχι μόνο για τη μείωση της θερμοκρασίας, αλλά και για τη διατήρηση σε ικανοποιητικά επίπεδα οξυγόνου και της ποιότητας του αέρα. Παραδοσιακά ο αερισμός των κτιρίων γινόταν με τη βοήθεια φυσικής κυκλοφορίας του αέρα. οι προσθετές απαιτήσεις αερισμού ικανοποιούνταν με απλό άνοιγμα των παραθύρων. Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την διείσδυση του εξωτερικού αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων. Αυτό οφείλεται στη διάφορα πιέσεων που δημιουργεί η ροή του ανέμου γύρω από ένα κτίριο. Η είσοδος του εξωτερικού αέρα γίνεται μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου.

Υπό την προϋπόθεση ότι οι εξωτερικές κλιματολογικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, η χρήση του φυσικού αερισμού είναι δυνατό:

- Να ελαττώσει το ψυκτικό φορτίο

- Να αυξήσει τη θερμική άνεση
- Να διατηρήσει την ποιότητα του εσωτερικού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου.

Η αποτελεσματικότητα των τεχνικών φυσικού αερισμού καθορίζεται από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες από το μικρό κλίμα, από τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και την χώρο αταξία της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Η εξωτερική θερμοκρασία, η υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου είναι οι καθοριστικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην επιτυχή εφαρμογή των τεχνικών φυσικού αερισμού. Για το δροσισμό ο αέρας που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να έχει χαμηλότερη θερμοκρασία από την θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα του κτιρίου. Οι τεχνικές φυσικού αερισμού για τον δροσισμό ενός κτιρίου είναι πολύ αποτελεσματικές την διάρκεια της νύχτας, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι συνήθως χαμηλότερες από τις εσωτερικές. Η υγρασία του αέρα είναι σημαντικότερος περιοριστικός παράγοντας για την εφαρμογή τεχνικών του φυσικού αερισμού. Υψηλά επίπεδα υγρασίας έχουν αρνητική επίδραση στη θερμική άνεση μέσα στο κτίριο. Συνεπώς σε περιοχές με υψηλά επίπεδα σχετικής υγρασίας στη διάρκεια του καλοκαιριού, η χρήση συμβατικών συστημάτων κλιματισμού είναι απαραίτητη για την απόρριψη της υγρασίας από το εσωτερικό περιβάλλον (αφύγρανση). Υπό αυτές τις συνθήκες καλό είναι να αποφεύγεται ο φυσικός αερισμός τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας Όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Τα συστήματα θέρμανσης, εξαερισμού και κλιματισμού (HVAC) είναι ένας συνδυασμός διαφορών συσκευών που πρωταρχικός ρόλος τους είναι να θερμαίνουν, να αερίζουν και να κλιματίζουν μεγάλους εσωτερικούς χώρους. Αυτά τα συστήματα αν και διαχειρίζονται τον αέρα δεν χαρακτηρίζονται ως αεροκαθαριστές. Τα συστήματα αυτά σχεδιάζονται και εγκαθίστανται σε μεγάλα κτίρια για να εφοδιάζουν τους εσωτερικούς χώρους με επαρκή αέρα που να έχει την κατάλληλη, ρυθμιζόμε θερμοκρασία, υγρασία και να μην περιέχει επικίνδυνες συγκεντρώσεις ρυπαντών. Τα προβλήματα που αναφέρονται σχετικά με το σύστημα εξαερισμού περιλαμβάνουν:

- Ανεπάρκεια εισερχομένου φρέσκου αέρα.
- Ανεπαρκή διανομή του αέρα στα διάφορα τμήματα του κτιρίου όπου βρίσκονται οι εργαζόμενοι
- Κακό φίλτράρισμα του εξωτερικού αέρα.
- Ύπαρξη στάσιμου νερού μέσα στο σύστημα, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται μικρόβια.
- Ορατή ανάπτυξη μούχλας και μυκητών μέσα στις σωληνώσεις.
- Δυσλειτουργία των υγραντήρων.
- Ανεπαρκές πρόγραμμα συντήρησης.

Τα Συστήματα εξαερισμού σήμερα σχεδιάζονται και λειτουργούν, όχι μόνο για να θερμαίνουν ή να ψύχουν τον αέρα αλλά και για να εισάγουν και να

ανακυκλώνουν τον εξωτερικό αέρα. όταν δεν γίνεται σωστή μελέτη, χειρισμός και συντήρηση, προκαλούν προβλήματα στον αέρα των εσωτερικών χώρων.

Οι αεροκαθαριστές είναι κάθε συσκευή που απομακρύνει έναν ή περισσότερους ρυπαντές από τον αέρα. Μπορεί να είναι αυτόνομες συσκευές ή να συνδυάζονται με συσκευές θέρμανσης, κλιματισμού, ύγρανσης και ξήρανσης του αέρα. Ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιούν κατά των ρυπαντών του αέρα διακρίνονται σε αεροκαθαριστές, στους οποίους χρησιμοποιούνται μηχανικά φίλτρα, σε ηλεκτρονικούς καθαριστές, σε γεννήτριες ιόντων (ιονιστές), σε γεννήτριες όζοντος, συσκευές ύγρανσης και ξήρανσης και σε υβριδικές συσκευές.

- Αεροκαθαριστές που χρησιμοποιούν μηχανικά φίλτρα
- Ηλεκτρονικοί αεροκαθαριστές
- Γεννήτριες ιόντων ή ιονιστές
- Γεννήτριες όζοντος
- Συσκευές ύγρανσης και ξήρανσης του εσωτερικού αέρα
- Υβριδικές συσκευές αεροκαθαρισμού

Η χρήση συστημάτων που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση χώρων, την παραγωγή ζεστού νερού και την μετατροπή της σε ηλεκτρική ενέργεια είναι από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση τους στα αστικά κτίρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι τα εξής:

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια.
- Ο προσανατολισμός και το πλάτος των δρόμων.
- Ο τρόπος κάσκες των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων.
- Η ρύπανση του αέρα που προκαλεί επικαθήσεις στα καλύμματα των συλλεκτών.
- Η πυκνότητα της δράσης.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενεργεία σε ηλεκτρική με τη βοήθεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δυο στρώματά ημιαγωγού υλικού συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δυο στρωμάτων παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα είναι :

- Το κόστος της παραγομένης ενέργειας εξαρτάται μόνο από το κόστος της αρχικής επένδυσης, ενώ το κόστος λειτουργίας και συντήρησης τους είναι σχεδόν μηδαμινό.
- Τα Φ/Β Συστήματα σχεδιάζονται συνήθως με γνώμονα τη μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας

- Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στον τόπο που χρησιμοποιείται.
- Η ρύπανση της ατμόσφαιρας είναι μηδενική
- Τα Φ/Β στοιχεία έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής ( 15-20).
- Η λειτουργία τους είναι αθόρυβη.
- Έχουν χαμηλό μεταφορικό κόστος.
- Είναι δυνατή η ενσωμάτωση τους σε οροφές και προσόψεις κτιρίων.
- Είναι δυνατή η επέκταση του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμποδίζουν σήμερα την ευρεία εξάπλωση αυτής της τεχνολογία είναι:

- Το υψηλό κόστος των Φ/Β πλαισίων.
- Η απαίτηση συσσωρευτών για την αποθήκευση της ενέργειας στα αυτόνομα κτίρια.
- Η απαίτηση σχετικά μεγάλων επιφανειών για την εγκατάσταση τους λόγω της μικρής του ισχύος.

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων αέρος βασίζεται στην κυκλοφορία θερμού αέρα διάμεσο αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Η παραγομένη θερμότητα αποθηκεύεται σε κατάλληλα αποθηκευτικά συστήματα. Τα συστήματα αέρος προσφέρονται για θέρμανση χώρων καθώς ο αέρας οχεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας. Τα συστήματα αέρος δεν χρειάζονται αντιψυκτική προστασία και έχουν χαμηλό κόστος λειτουργίας. Εντούτοις, παρουσιάζουν μια σειρά τεχνικών δυσκολιών στη μεταφορά και διανομή του αέρα, οι οποίες όμως αντιμετωπίζονται με τον συνδυασμό των ηλιακών με συμβατικά συστήματα διανομής θερμού αέρα.

Η λειτουργία των ηλιακών συστημάτων υγρού βασίζεται στην κυκλοφορία υγρού (συχνά νερού ή διαλύματος νερού) διάμεσο αγωγών από και προς έναν ηλιακό συλλέκτη. Υπάρχουν διάφοροι τύποι συλλεκτών υγρού. Οι σημαντικότεροι τύποι είναι:

- Επίπεδο συλλέκτης
- Συλλέκτες κενού
- Συγκεντρωτικοί συλλέκτες
- Συστήματα με εσωτερική αποθήκευση θερμότητας
- Θερμοσιφωνικά συστήματα
- Συστήματα υγρού με μηχανική κυκλοφορία
- Σύνθετα Συστήματα

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος από την εξόρυξη των πρώτων υλών και τη διαδικασία παραγωγής μέχρι την χρήση του, παράγονται στερεά απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του το ίδιο το προϊόν θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στόχος της διαχείρισης των αποβλήτων δεν είναι μόνο η ασφαλής διάθεση

αλλά η ολοκληρωμένη διαχείριση των φυσικών πόρων και η ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια παραγωγής και χρήσης.

Βασικές αρχές για την οικολογική δόμηση είναι:

- Η ελαχιστοποίηση των αποβλήτων.
- Η χρήση δομικών στοιχείων με μεγάλο χρόνο ζωής και με υψηλό περιεχόμενο σε ανακυκλωμένα υλικά.
- Ο σχεδιασμός ευέλικτων κτιρίων καταλλήλων για πολλαπλές χρήσεις.
- Η ανακύκλωση μετά την κατεδάφιση.
- Αποφυγή χρήσης περιττών υλικών.
- Αποδοτική χρήση υλικών.
- Χρήση υλικών από ανανεώσιμες πηγές και δευτερογενών-ανακυκλωμένων υλικών.

Επιλογή υλικών με τις μικρότερες δυνατές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι πρακτικές οδηγίες για τα οικοδομικά απόβλητα είναι οι εξής:

Τα οικοδομικά υλικά:

- Πρέπει να υπολογίζονται προσεκτικά οι ανάγκες, ώστε να αποφευχθούν περισσεύματα.
- Τα υλικά κατά την κατασκευή θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ασφαλές σημείο ώστε να αποφευχθεί πιθανή καταστροφή τους.
- Τα καθαρά μάζα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στο εργοτάξιο για το κλείσιμο των εκσκαφών.
- Πολλά υλικά από κατεδαφίσεις και ανακατασκευές μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Να γίνεται πάντα έλεγχος της πιθανότητας επιστροφής υλικών που περίσπεσαν.

Τα μεταλλικά στοιχεία:

- Κατά την ανακαίνιση ή κατεδάφιση να ξεχωρίζονται τα Μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου για να επαναχρησιμοποιήση ή ανακύκλωση.
- Στο εργοτάξιο να ξεχωρίζονται τα μέταλλα για ανακύκλωση. Ειδικά ο μόλυβδος δεν πρέπει να καταλήγει σε χώρους ταφής απορριμμάτων γιατί μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ρύπανση του υδροφόρου ορίζοντα.

Τα στοιχεία ξηρής δόμησης (π.χ. γυψοσανίδες):

- Τα στοιχεία της ξηρής δόμησης να παραγγέλλονται σε κατάλληλες διαστάσεις ώστε να προκύπτουν τα ελάχιστα δυνατά υπολείμματα από το κόψιμο. Ο σχεδιασμός θα πρέπει να βασίζεται στις τυποποιημένες διαστάσεις των εμπορικά διαθέσιμων στοιχείων ξηρής δόμησης.
- Τα κομμάτια που περισσεύουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γέμισμα σε διάφορα σημεία τη οικοδομής (π.χ. ντουλάπες).
- Τα υπολείμματα μπορούν να ανακυκλωθούν σε νέα προϊόντα όπως ηχομονωτικά περάσματα, στόκος, διακοσμητικές βαφές, υλικά

πυρασφάλειας, κλπ, αλλά οι τεχνολογίες αυτές δεν έχουν αναπτυχθεί πολύ στην Ελλάδα.

Η ξυλεία:

- Η ξυλεία πρέπει να αποθηκεύεται σε ένα υπερυψωμένο επίπεδο, κάτω από υπόστεγο, για να αποφεύγεται η καταστροφή της από την υγρασία.
- Αν χρησιμοποιούνται ξύλινα κουφώματα, αυτά να σχεδιάζονται με βάση τις τυποποιημένες διαστάσεις που κυκλοφορούν στο εμπόριο, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα κοψίματα και τα απορρίμματα.
- Τα κομμάτια που περισσεύουν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για γέμισμα σε διάφορα σημεία της οικοδομής.
- Σε κατεδαφίσεις και ανακαινίσεις να εξετάζεται αν ορισμένα ξυλά μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν.
- Ροκανίδια από ακατέργαστο ξύλο ( χωρίς βερνίκια, Χρώματα και συντηρητικά) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για λιπασματοποίηση ή για απ' ευθείας κάλυψη του χώματος σε κήπους.

Το χαρτί, τα χαρτόνια και τα πλαστικά:

- Να αποφεύγονται τα υλικά που έχουν υπερβολική συσκευασία. Ωστόσο να βεβαιώνεται ότι η συσκευασία είναι επαρκής για να αποφευχθεί βλάβη του προϊόντος
- Να διαχωρίζονται τα χαρτόνια, να τακτοποιούνται σε στοίβες και να φυλλάσσονται σε ξηρό μέρος.
- Επικοινωνία με εμπόρους παλιόχαρτου για την ανακύκλωσή τους.
- Οι πλαστικές σακουλές και τα πλαστικά φύλλα μπορούν να ανακυκλωθούν.
- Ενημέρωση από τις αρμόδιες δημοτικές υπηρεσίες για τον αν υπάρχει πρόγραμμα ανακύκλωσης πλαστικού ή εργοστάσιο επεξεργασίας.

Τα μονωτικά υλικά:

- Αν δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα περισσεύματα της μόνωσης σε κάποια άλλη δουλειά, να χρησιμοποιούνται για γέμισμα σε κενά τοίχων και της σκεπής.
- Αν περισσέψει ασφαλιόπανο από τη μόνωση της ταράτσας, χαρίστε το σε κάποιον που θα το χρησιμοποιήσει.
- Οι παλιές μονώσεις ενδέχεται να περιέχουν αμίαντο, υλικό αποδεδειγμένα καρκινογόνο. Οι εργασίες για την αφαίρεση του πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή.

Τα χρώματα, τα βερνίκια και τα διαλυτικά:

- Χρησιμοποιήστε τα υλικά που περίσσεψαν σε επόμενη δουλειά χαρίστε τα σε κάποιον που πρόκειται να τα χρησιμοποιήσει.
- Πολλά βερνίκια και διαλυτικά ανήκουν στην κατηγορία των επικινδύνων αποβλήτων και απαιτούν ειδική κατά περίπτωση μεταχείριση.



## Βιβλιογραφία

- Οικολογική δόμηση – ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ (ΔΙ.ΠΕ) – ΥΠΕΧΩΔΕ Δ/ΝΣΗ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ
- Construction demolition waste, editors: Mukesh C. Limbachiya, John J Roberts
- ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ περιοδικό του ΣΑΔΑΣ-ΠΕΑ τεύχος 34- περίοδος Β Ιούλιος / Αύγουστος 2002
- ΔΙΑΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ (όρια και προκλήσεις)
- ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ σε κτίρια-αθλητικά κέντρα –βιομηχανίες –μεταφορές Μηχανολόγου –Μηχανικού Πολυτεχνείου Λωζάνης ( Ε .Ρ .F . L )
- Περιοδικό <<Πυξίδα για την υγεία και την ασφάλεια >>
- Περιοδικό <<Γεωλογία>>
- Περιοδικό <<Οικολογία>>
- American Lung Association (ALA)
- Air pollution in your home
- Health effects and sources of indoor air pollution
- Reducing the health Risks of Second hand smoke
- Biological pollutants in your home
- Asbestos in your home
- What you should know Combustion Appliances and indoor air pollution
- American society of heating, refrigeration and conditioning Engineers “ Standard 62-1989, ventilation of acceptable indoor air quality “
- Environment Protection Agency USA ( EPA)
- The inside story: A guide to indoor air quality
- A citizens guide to Radon
- Residential air cleaning devices
- Indoor air fact sheet: sick building syndrome
- Protect your family and yourself from carbon monoxide poisoning
- Consume’s guide to radon reduction
- Targeting Indoor Air Pollution
- World health organization regional office for Europe
- Safety and health topics indoor air quality ([www.osha.gov](http://www.osha.gov))
- Materials with low off gassing ([www.toolbase.org](http://www.toolbase.org))
- Indoor air resources ([www.go2c.com](http://www.go2c.com))
- Elcosh ([www.cdc.gov/elcosh/sitemap.html](http://www.cdc.gov/elcosh/sitemap.html))
- Aerias, better health through indoor air quality ([www.aerias.gr](http://www.aerias.gr))
- About com [http – www.aiacolorado.org](http://www.aiacolorado.org)
- Το εσωτερικό περιβάλλον, Μαν Κ. Σφακιανάκης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ: Το ΤΕΙ Πειραιά για τις γνώσεις και την κατάρτιση που μου έδωσαν για να φέρω εις πέρας την διπλωματική μου εργασία και κυρίως την επιβλέπουσα και καθηγήτρια μου ΚΑ. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΠΕΖΕΡΙΔΟΥ

