

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**



**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ**



**ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΤΟΜΕΑΣ : ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ : ΣΧΕΔΙΟΥ ΜΕΛΕΤΗΣ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ**

---



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**"ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΦΙΛΙΚΑ ΠΡΟΣ ΤΟ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ "**

**Β Α Ϊ Δ Η Σ Ι Ω Α Ν Ν Η Σ**

*Επιβλέπων καθηγητής*

**ΜΑΡΑΒΕΛΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ**

**ΧΑΝΙΑ 2012**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

*Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Μαραβελάκη Μανώλη, την κα Μανδαλάκη Μαρία καθηγήτρια της βιοκλιματικής του Πολυτεχνείου Κρήτης και το τεχνικό και πολιτιστικό πάρκο Λαυρίου για οποιαδήποτε βοήθεια μου παρείχε.*

## ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

1. Εξεταστής :
2. Εξεταστής :
3. Εξεταστής :

Σε μια ταχεία αναπτυσσόμενη κοινωνία όπου όλα είναι άμεσα αναλώσιμα και αλλοιώσιμα, έχουμε θυσιάσει την ποιότητα στο βωμό της ποσότητας. Τόσο οι πόλεις όσο και τα κτήρια τα οποία ζούμε είναι η απεικόνιση αυτού της κατάστασης. Παρατηρώντας αυτό το ζήτημα πραγματευόμαστε τόσο με ουσιαστικές λύσεις όσο με όλα τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκληθούν από ένα κτήριο τόσο στο περιβάλλον όσο στην υγεία και την ψυχολογία του ανθρώπου, από την κατασκευή του μέχρι το τέλος «ζωής» ή πιθανής ανακύκλωσης των υλικών του. Ως γνώμονα μας την ταχεία νέο αναπτυσσόμενη επιστήμη της βιοκλιματικής, μιας επιστήμης η οποία πραγματεύεται με καθολικές μεθόδους οικολογικής προσέγγισης στην αρχιτεκτονική κτηρίων.

Η σωστή έρευνα και η εφαρμογή της ορθής μελέτης για το οίκημα τόσο σε θεσμικό όσο και νομοθετικό πλαίσιο ολιστικής πολεοδομίας, θα καλυτερέψουν αναμφίβολα την ποιότητα, το επίπεδο και το όριο ζωής μας.

### **Abstract**

In a rapidly developing society that everything is directly expendable and changeable, we have sacrificed quality over quantity.

The cities as much the buildings we are living in are an illustration of that condition. Observing this matter, we negotiate as much essential solutions as all the possible problems which could be introduced by a building both to the environment, the health and the psychology of the human being, from its construction until it's «end of life» or a possible recycling of its materials. Having had as a guideline the fast new-developing science of Bioclimatology, a science which is dealing with universal methods of ecological approach in building architecture.

The correct research and application of the proper study of the building both in institutional and legislative frame of holistic town planning, will without a doubt improve our quality level and life expectancy.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΠΪΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΈΝΩΝ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b>                             | <b>1</b>  |
| <b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>                                | <b>2</b>  |
| <b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b>                             | <b>3</b>  |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>                              | <b>4</b>  |
| <b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>                                | <b>4</b>  |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>                              | <b>33</b> |
| <b>ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ &amp; ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ</b>           | <b>33</b> |
| <b>ΥΛΙΚΑ</b>                                   | <b>42</b> |
| <b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b>                              | <b>49</b> |
| <b>ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ &amp; ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΕΣ</b> | <b>49</b> |
| <b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>                            | <b>55</b> |
| <b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>                            | <b>56</b> |
| <b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>                               | <b>57</b> |

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Οικολογική δόμηση

Η οικολογική δόμηση, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Τον σχεδιασμό των κτιρίων.
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση

### 1.2 Εισαγωγή στην οικολογική νοοτροπία

Οι σχέσεις μεταξύ οργανισμών και περιβάλλοντος μελετώνται από την επιστήμη τις οικολογίας. Είναι μια κατά βάση για βίο-επιστήμη, η οποία λόγω των σοβαρών περιβαλλοντικών προβλημάτων και της αυξανόμενης κοινωνικής ευαισθητοποίησης έχει αποκτήσει ευρύτερες διαστάσεις στη σύγχρονη εποχή.

Έχοντας τον άνθρωπο σαν κεντρικό παράγοντα γνωρίζουμε ότι η φυσική θέση του είναι στον περιβάλλοντα χώρο του. Έτσι τα τεχνολογικά οικοδομήματα του πολιτισμού αποσκοπώντας στην ευημερία και διευκόλυνση του έχουν αλλοιώσει την επαφή του με το περιβάλλον

Έπειτα από την ανάγκη για ευημερία, το λεγόμενο Ευ ζην, το οποίο επιτυγχάνεται κατά ένα μέρος από τις επιστήμες και την τεχνολογία γύρω από τις ζωές μας, τίθεται μια άλλη ανάγκη, η ανάγκη για διατήρηση του περιβάλλοντος. Η περιβαλλοντική διατήρηση μπορεί να μετρηθεί και για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε για τη μελέτη του περιβάλλοντος ο Δείκτης Περιβαλλοντικής Διατήρησης (ΔΠΔ), ο οποίος μπορεί να ποσοτικοποιήσει ένα τόσο πολύπλοκο φαινόμενο. Ο ΔΠΔ μπορεί να δώσει μία αίσθηση των υφιστάμενων περιβαλλοντικών συνθηκών και της δυνατότητας για μελλοντική παρέμβαση, ώστε να προσδιορισθούν οι μακροχρόνιες και περιβαλλοντικές τάσεις. Οι βασικές παράμετροι δείκτη είναι:

- Η ποιότητα περιβαλλοντικών συνθηκών
- Η επίδραση του ανθρώπινου παράγοντα στις περιβαλλοντικές συνθήκες
- Οι επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία
- Η θερμική και τεχνολογική επάρκεια
- Η διακρατική συνεργασία

Η πόλη, το κτήριο, το δομημένο περιβάλλον γενικότερα, είναι ένα φίλτρο που αποσκοπεί στην ευημερία του ανθρώπου. Έχοντας σαν ρόλο να προστατεύει τον άνθρωπο από τις εναλλαγές και τις επιθέσεις του εξωτερικού περιβάλλοντος. Το κτήριο λοιπόν είναι μία δράση του ανθρώπου που και ως δράση του αυτού επιδρά και αυτό στο περιβάλλον. Μπορεί να προκύπτει ως απόβλητο μετά τη χρήση του, ή μπορεί ακόμα και κατά τη φάση της λειτουργίας του να επιδρά αρνητικά στον περιβάλλοντα του χώρο. Για το λόγο αυτό αναπτύσσονται διάφορα κριτήρια που καθορίζουν την οικολογική συμπεριφορά του κτηρίου η οποία ορίζεται ως η βελτιστοποίηση των θετικών δράσεων και η ελαχιστοποίηση των αρνητικών που μπορεί να έχει ένα κτήριο έναντι του ανθρώπου και του φυσικού οικοσυστήματος.

### 1.3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

#### ***1.3.1 Πράσινο Κτήριο***

Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε τι είναι «πράσινος σχεδιασμός» και να αναφέρουμε συνοπτικά τις αρχές του, για να μπορέσουμε να για να γίνει κατανοητό τι σημαίνει έξυπνο κτήριο από πλευράς υλικών. Η επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή τη συντήρηση και τον εξοπλισμό ενός κτηρίου εξαρτάται άμεσα από μια σειρά από οικονομικές, περιβαλλοντολογικές και ενεργειακές παραμέτρους. Ο κύκλος των εργασιών που συνδέεται με την παραγωγή και τη 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 του εσωτερικού αέρα των κτηρίων και μπορεί να έχουν σημαντική επίδραση στην υγεία των χρηστών. Παράλληλα τα υλικά καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτηρίων και επηρεάζουν το εξωτερικό περιβάλλον. Η διαδικασία παραγωγής των υλικών, ο κύκλος ζωής τους και η τελική τους διάθεση (απόρριψη) έχει σημαντικές επιπτώσεις στο γενικότερο περιβάλλον.

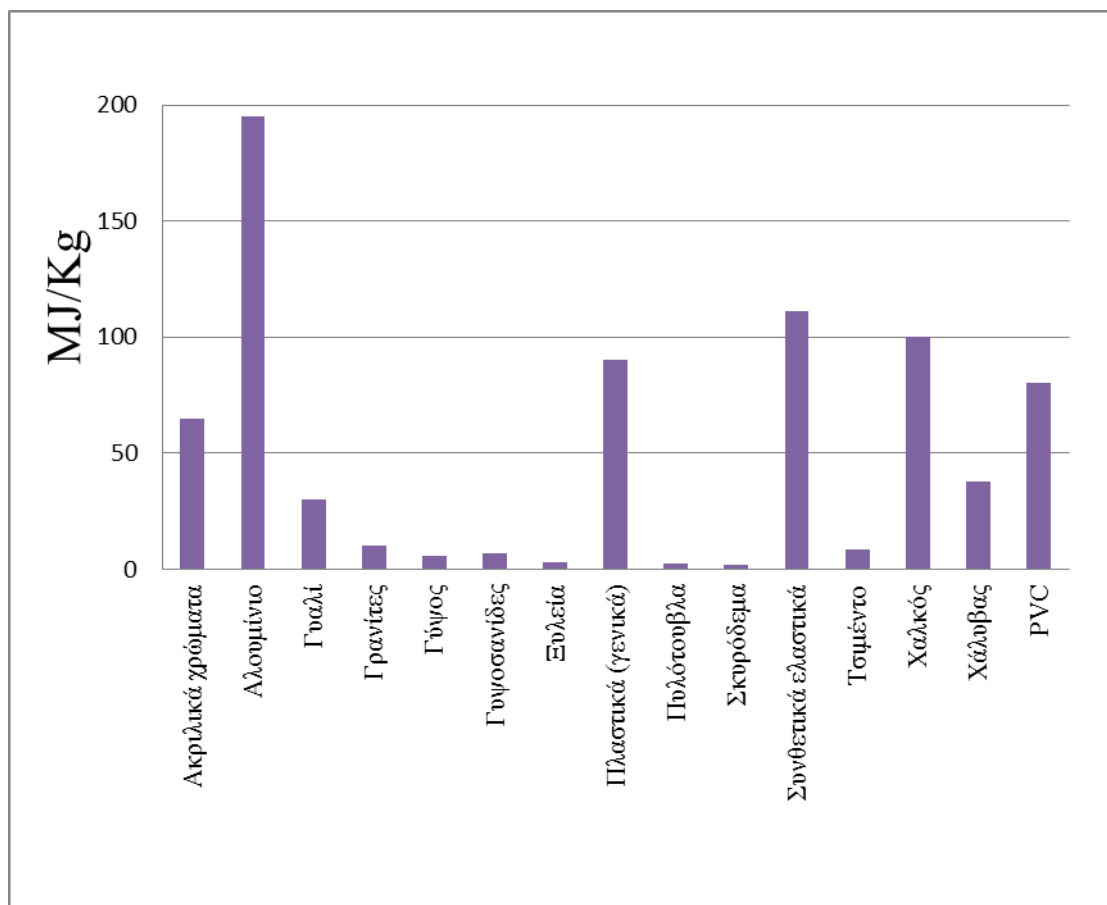
Στα νέα υλικά που αναπτύσσονται, γίνεται προσπάθεια να μην έχουν αρνητική επίδραση στο περιβάλλον. Στόχος τους θα ήταν να έχουν ένα θετικό εποικοδομητικό ρόλο στο οικοσύστημα. Επειδή όμως ιδεατά υλικά δεν υπάρχουν, για τον λόγο αυτό ο μηχανικός θα πρέπει να εντάσσει στο κτήριο οικοδομικά υλικά που να μπορούν να ικανοποιούν ολικώς ή και μερικώς τις παρακάτω παραμέτρους .

- Τον έλεγχο της τοξικότητας των υλικών.
- Την επιλογή του χρόνου ζωής των υλικών.
- Την ικανότητα του προϊόντος να ανακυκλώνεται (επαναχρησιμοποίηση του προϊόντος).
- Τη μικρή ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών (εξαρτάται από την διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς)
- Καθώς και άλλες παραμέτρους που σχετίζονται με την οικολογική συμπεριφορά των υλικών, όπως οι εκπομπές των υλικών σε CO<sub>2</sub> και NO<sub>x</sub> κατά την διάρκεια παραγωγής τους.

### 1.3.2 Ενσωματωμένη ενέργεια

#### 1.3.2.1 Γενικά

Ενσωματωμένη ενέργεια είναι η ενέργεια που χρησιμοποιείται για να δημιουργηθεί ένα προϊόν. Η κατανάλωση της ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή, τη δημιουργία, τη μεταφορά του προϊόντος που παρασκευάζεται αφορούν στην ενσωματωμένη ενέργειά του. Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού είναι μείζονος σημασίας καθότι υλικά με μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια προκαλούν γενικά κατά διαδικασία παραγωγής μεγάλες εκπομπές CO<sub>2</sub> και θερμική ρύπανση. Τα διαγράμματα που ακολουθούν και αναφέρονται στην ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών είναι ποιοτικού χαρακτήρα μιας και η ενσωματωμένη ενέργεια περιέχει πολλές μεταβλητές παραμέτρους για κάθε διαφορετική περίπτωση αλυσίδας παραγωγής ενός υλικού. Ενδεικτικά αναφέρεται για διάφορα υλικά το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειάς.



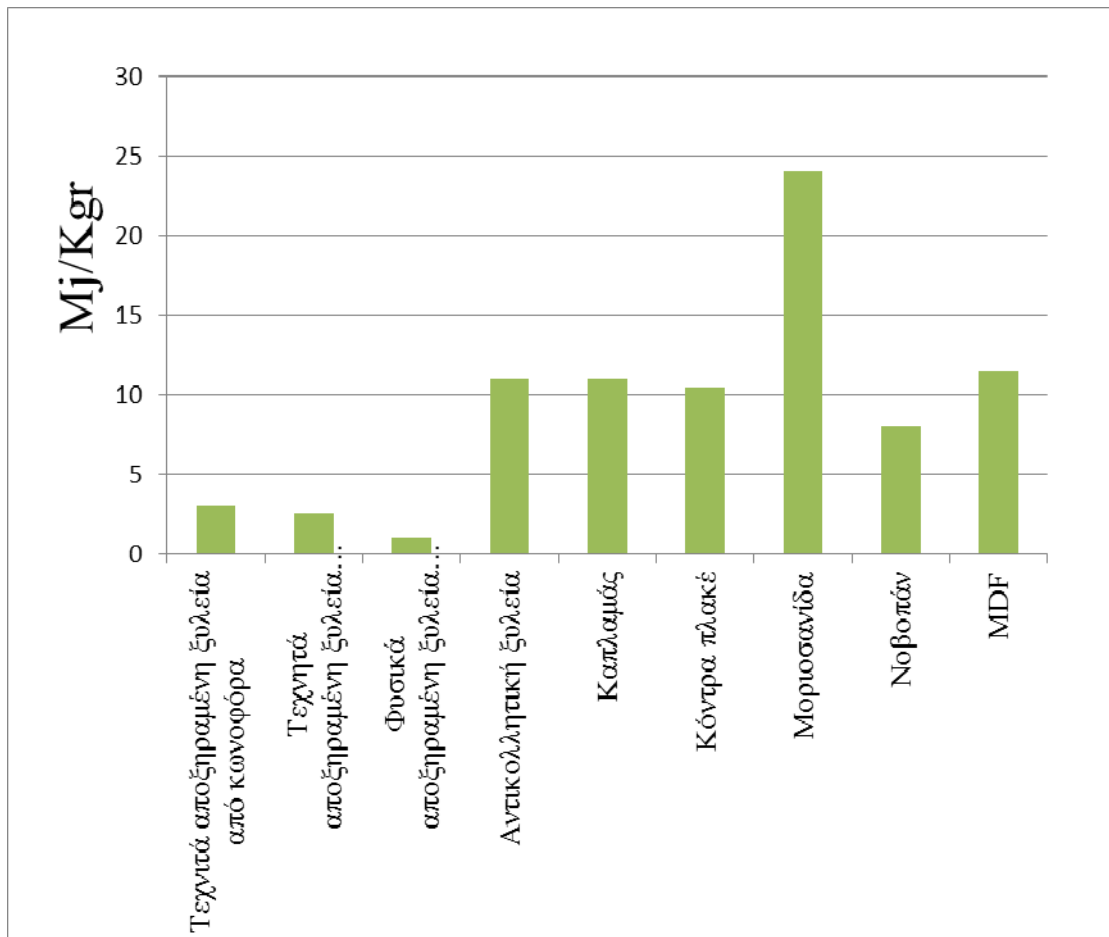
Διάγραμμα 1 : Ενσωματωμένη ενέργεια για διάφορα υλικά.



Οι τιμές αυτές αλλάζουν αναλόγως , σύμφωνα με τις παρακάτω παρατηρήσεις:

- 1 Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού που παράγεται σε μία χώρα με συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία είναι πολύ πιθανόν να είναι πολύ διαφορετική από την ενσωματωμένη ενέργεια του ίδιου υλικού που παράγεται σε άλλη χώρα με διαφορετική παραγωγική διαδικασία.
- 2 Επίσης στην ενσωματωμένη ενέργεια περιλαμβάνουμε και την ενέργεια μεταφοράς του υλικού στην τελική του θέση. Άρα το ξύλο που είναι ανανεώσιμη πρώτη ύλη με μικρή ενσωματωμένη ενέργεια, όταν έρχεται από τον Αμαζόνιο η ενσωματωμένη ενέργειά του αυξάνεται κατά πολύ.

Η ενσωματωμένη ενέργεια ενός υλικού εξαρτάται κυρίως από την επεξεργασία που δέχεται το υλικό αυτό. Για το λόγο αυτό διαφορετική είναι η ενσωματωμένη ενέργεια που περιέχεται σε διαφορετικές μορφές του ίδιου υλικού.

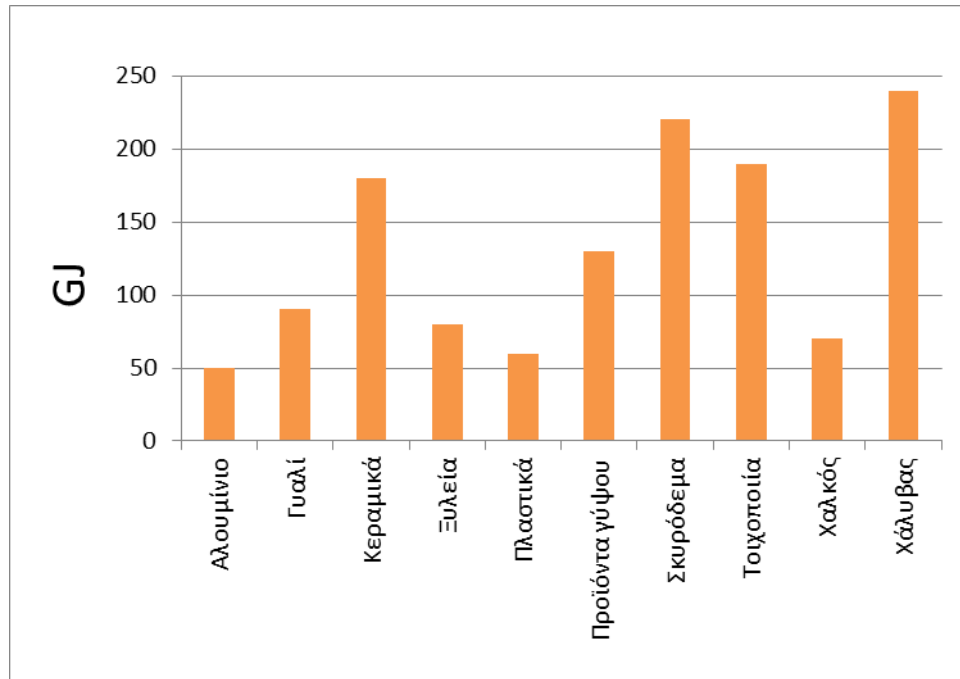


Διάγραμμα 2 : Ενσωματωμένη ενέργεια για προϊόντα ξύλου.

Είναι γνωστό ότι χρησιμοποιούνται πολλά και διαφορετικά υλικά σε ένα κτήριο με διαφορετικό ποσοστό συμμετοχής το καθένα. Σύμφωνα με το ποσοστό συμμετοχής

κάθε υλικού στην κατασκευή προκύπτει η συνολική ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών του κτηρίου. Η ενέργεια έχει υψηλό κόστος και το σύστημα έχει αντιδράσει σχεδόν από μόνο του και χρησιμοποιεί υλικά με μικρή ενσωματωμένη ενέργεια.

Από μελέτες έχει προκύψει ότι για ένα τυπικό διώροφο κτήριο η ενσωματωμένη ενέργεια που έχει καταναλωθεί σε κάθε κατασκευαστικό μέρος είναι:



Διάγραμμα 3 : Ενσωματωμένη ενέργεια σε ένα τυπ. κτήριο.

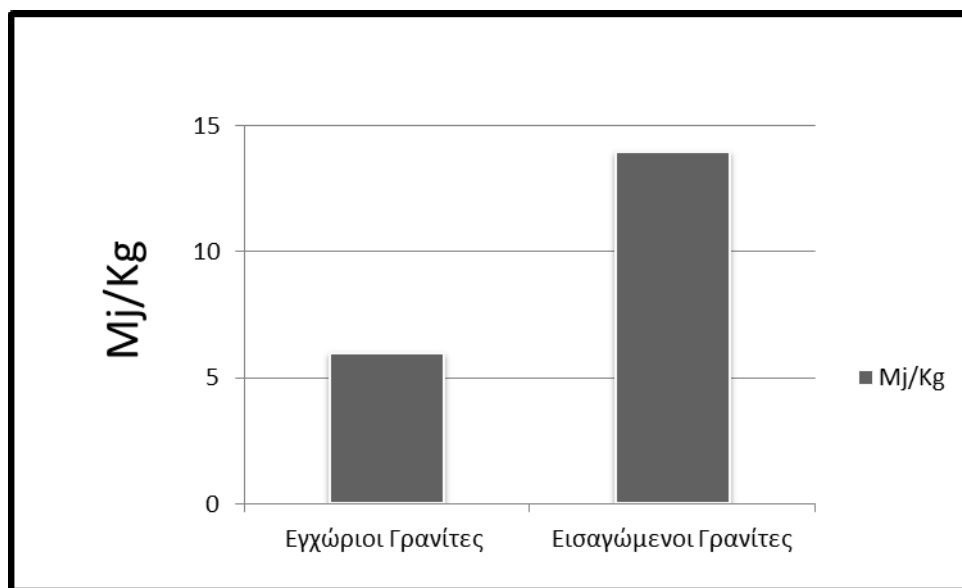
Από την επιλογή λοιπόν των υλικών και την κατασκευαστική λύση που θα προταθεί προκύπτει το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειας που θα περιλάβει η κατασκευή.

Στην ουσία η μείωση της ενσωματωμένης ενέργειας της κατασκευής επιτυγχάνεται με τη μείωση των χρησιμοποιούμενων υλικών. Υλικά που αγοράζονται χωρίς ποτέ να χρησιμοποιούνται, κτήρια που σχεδιάζονται για να καλύψουν ανάγκες που δεν υπάρχουν δεν αποτελούν οικολογικό σχεδιασμό εφ' όσον είναι άχρηστα, προκύπτουν ως απόβλητα ενώ ταυτόχρονα δαπανάται σημαντική ενέργεια.

Για τη οικολογικά βέλτιστη κατασκευαστική λύση αναφέρονται στην διεθνή βιβλιογραφία τα τρία R (Reuse, Reduce, Recycling) επανάχρηση, εξοικονόμηση, ανακύκλωση.

### 1.3.2.2 Παραγωγή και μεταφορά

Ένα υλικό που δεν επιβαρύνει περιβαλλοντικά με τη συλλογή των πρώτων υλών του μέσα από τη φύση, μπορεί να προκαλέσει οικολογική ζημιά μέσω της παραγωγικής του διαδικασίας (κατεργασία, μεταφορά). Τα μέταλλα και το γυαλί είναι ενεργειακά επιζήμια κατά την παραγωγή τους καθότι για την παραγωγή τους απαιτούνται μεγάλες ποσότητες ενέργειας ενώ οι φυσικοί λίθοι που απαιτούν μικρή σχετικά ενέργεια κατά την παραγωγή τους απαιτούν σχετικά μεγάλη ενέργεια για τη μεταφορά τους.



Διάγραμμα 4 : Ενσωματωμένη Ενέργεια Λόγω μεταφοράς.

Η μεταφορά ενός υλικού από τη θέση παραγωγής στη θέση εφαρμογής είναι επίσης ένα κριτήριο που επηρεάζει την οικολογική θέση του υλικού. Επιλέγοντας υλικά που παράγονται κοντά στο τόπο της κατασκευής μειώνεται το ποσό των καυσίμων (και της ενέργειας) που θα απαιτηθούν για τη μεταφορά τους. Εξάλλου ένα από τα μεγάλα συνήθη τρέχοντα κοστολόγια των εργοταξίων αποτελούν τα καύσιμα. Από μελέτες έχει προκύψει ότι ο σιδηρόδρομος είναι οκτώ φορές οικονομικότερος (και οικολογικότερος) από τη μεταφορά των υλικών με αυτοκίνητα.

### 1.3.3 Προβλήματα τις ενσωματωμένης ενέργειας των υλικών

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)

Ο άνθρακας είναι το πρωταρχικό στοιχείο της ζωής. Σχηματίζει τον τελειότερο από τους βιογεωχημικούς κύκλους και κυκλοφορεί με σχετικά μεγάλη ταχύτητα στις βιοκοινωνίες μέσα από τις τροφικές αλυσίδες. Οι κυριότερες ανόργανες μορφές της παρουσίας του άνθρακα στη φύση είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το ανθρακικό ασβέστιο.

Από την αρχή της Τεταρτογενούς περιόδου μέχρι τη βιομηχανική εποχή η ανακύκλωση το άνθρακα είναι σχεδόν τέλεια και ο κύκλος σταθερός. Σε προηγούμενες όμως γεωλογικές περιόδους ο κύκλος του άνθρακα ήταν ατελής.

Η φωτοσύνθεση υπερτερούσε της αναπνοής στη βιόσφαιρα με αποτέλεσμα το CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα να μειώνεται, το O<sub>2</sub> να αυξάνεται και ο άνθρακας να αποθηκεύεται στο έδαφος και τα ιζήματα.

Η σημασία της σταθερότητας των διαταραχών του κύκλου του άνθρακα γίνεται αντιληπτή αν εξεταστεί η ιστορία της ατμόσφαιρας της γης.



Εικόνα 1 : Κύκλος του άνθρακα.

Η ατμόσφαιρα δεν ήταν πάντα όμοια με τη σημερινή. Την εποχή που δημιουργήθηκε περιείχε μεγάλες ποσότητες από υδρογόνο και αδρανή αέρια που χάθηκαν σύντομα στο διάστημα. Στη συνέχεια δημιουργήθηκε αναγωγική ατμόσφαιρα χωρίς οξυγόνο που περιείχε κυρίως αέρια όπως άζωτο μεθάνιο αμμωνία υδρατμούς διοξείδιο του άνθρακα κλπ. Μετά τη δημιουργία της ζωής άρχισε να παράγεται οξυγόνο με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και μέσα από ποικίλες χημικές αντιδράσεις η ατμόσφαιρα οδηγήθηκε στη σημερινή της σύνθεση που περιλαμβάνει κυρίως άζωτο οξυγόνο και σε μικρές ποσότητες αργό, υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα.

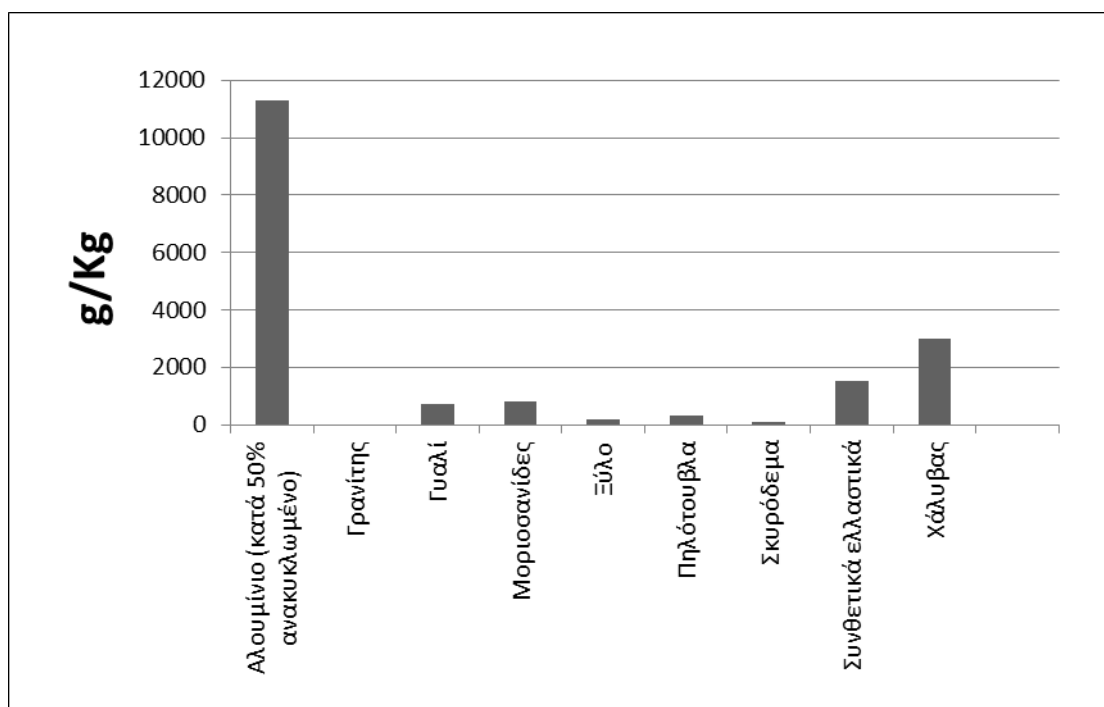
Όταν ο κύκλος του άνθρακα σταθεροποιήθηκε στην αρχή της Τεταρτογενούς περιόδου η σύνθεση της ατμόσφαιρας ήταν περίπου όμοια με τη σημερινή και παρέμεινε έκτοτε σταθερή.

Επί εκατομμύρια χρόνια επικράτησε μια ισορροπία κατά την οποία η παραγωγή του οξυγόνου των φυτών καταναλώνεται σχεδόν εξολοκλήρου από την αναπνοή του συνόλου των ζωντανών οργανισμών. Ωστόσο ήδη από το 19ο αιώνα η ισορροπία αυτή

ανατράπηκε με την εκτεταμένη αποψίλωση των δασών και τη χρήση των ορυκτών καυσίμων που διοχετεύουν στην ατμόσφαιρα μεγάλες ποσότητες άνθρακα με τη μορφή CO<sub>2</sub>, οι οποίες παρέμεναν αποθηκευμένες στη δασική βιομάζα ή στα καύσιμα.

Η καύση των ορυκτών καυσίμων, (μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας) ελευθερώνει την ενέργεια που είχε δεσμευτεί από τα φυτά στην διάρκεια του γεωλογικού χρόνου, εφ' όσον τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι τίποτε άλλο από υδρογονάνθρακες, οι οποίοι προήλθαν από την μετουσίωση των οργανικών ενώσεων που παρήγαγαν τα φυτά με την φωτοσύνθεσή τους. Η καύση των ορυκτών καυσίμων οδηγεί στη λύση γεωλογικά μετασχηματισμένων υδατανθράκων, σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και άλλες χημικές ενώσεις. Σήμερα ο άνθρωπος χρησιμοποιεί εντατικά τα αποθέματα ορυκτών καυσίμων, καταναλώνοντας σε ένα χρόνο όσο οξυγόνο παρήγαγε η φωτοσύνθεση για χίλια χρόνια.

Ωστόσο η αντιστροφή των φυσικών διεργασιών δεν δημιουργεί κίνδυνο έλλειψης οξυγόνου διότι οι ποσότητες στην ατμόσφαιρα είναι τεράστιες σε σχέση με αυτές που καταναλώνονται. Δημιουργεί όμως κινδύνους η περίσσια CO<sub>2</sub> διότι η συγκέντρωση του στην ατμόσφαιρα κατά τα τελευταία 100 χρόνια έχει αυξηθεί πολύ (από 290 σε 350 ppm).



Διάγραμμα 5 : Εκπομπή αέριων ρύπων κατά την διαδικασία παραγωγής των υλικών.

Η προκαλούμενη αύξηση του CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας πιστεύεται ότι προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας της τροπόσφαιρας, για τον λόγο ότι το CO<sub>2</sub> έχει την ιδιότητα να παγιδεύει την υπέρυθη ακτινοβολία (ανθρωπογενές φαινόμενο του θερμοκηπίου).

Η συμμετοχή της βιομηχανικής παραγωγής των υλικών δεν είναι καθόλου αμελητέα στην διαταραχή του κύκλου του άνθρακα. Στον πίνακα παρουσιάζεται η παραγωγή του CO<sub>2</sub> κατά την βιομηχανική παραγωγή ορισμένων από τα περισσότερο συνηθισμένα

υλικά. Στον πίνακα περιλαμβάνεται η παραγωγή και άλλων οξειδωτικών μέσων όπως του SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>.

Σημειώνεται ότι η παραγωγή αυτών των αερίων είναι μικρότερη ποσοτικά καθότι οι εκπομπές του CO<sub>2</sub> αποτελούν το 90% των εκπεμπόμενων ρύπων. Άξιο μνείας είναι η παραγωγή του SO<sub>2</sub>, υπεύθυνου για την όξινη βροχή παρ' όλη την μικρή ποσοτική συμμετοχή του.

- Οι κλιματικές αλλαγές και το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο οφείλεται στη δράση αερίων μικρής συγκέντρωσης (ιχνοαερίων) στο ισοζύγιο ακτινοβολίας. Τα αέρια αυτά είναι διάσπαρτα στην ατμόσφαιρα και απορροφούν δραστικά την μεγάλη μήκους κύματος ακτινοβολία η οποία εκπέμπεται από τη γη προς το διάστημα. Μέρος της ακτινοβολίας αυτής εκπέμπεται εκ νέου προς τη γη με αποτέλεσμα τη θέρμανση της. Χάρη στην παρουσία των ιχνοαερίων η θερμοκρασία της Γης είναι σήμερα κατά μέσο όρο 15°C, ενώ στην περίπτωση απουσίας των ιχνοαερίων η θερμοκρασία θα ήταν -18°C. Ένα από τα σημαντικότερα ιχνοαέρια είναι το CO<sub>2</sub>. Η ποσοστιαία κατ' όγκο συμμετοχή των αερίων θερμοκηπίου στο ανθρωπογενές (ενισχυμένο) φαινόμενο του θερμοκηπίου αποδεικνύει ότι το CO<sub>2</sub> είναι κυρίως υπεύθυνο για το φαινόμενο της ανθρωπογενούς πρόκλησης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αυτό οφείλεται κυρίως στην υψηλή του συγκέντρωση στην ατμόσφαιρα σε σχέση με τα άλλα αέρια του θερμοκηπίου και ολιγότερο στο θερμαντικό του δυναμικό που υπολείπεται σημαντικά των άλλων ιχνοαερίων.

Η παρουσία στην ατμόσφαιρα των αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα του CO<sub>2</sub> ευτυχώς προϋπήρχε της παρουσίας του ανθρώπου. Γεγονός είναι ότι το ανθρωπογενές, ενισχυμένο δηλαδή φαινόμενο του θερμοκηπίου που οφείλεται στις αυξημένες καύσεις άνθρακα, είναι μία ανθρωπογενής διαταραχή η οποία σύμφωνα με την κλασική λογική θα επισύρει αλλαγές στο κλίμα. Όμως το σαφές αίτιο των αλλαγών αυτών δηλαδή η ανθρωπογενής αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου αποτελεί ένα αδιευκρίνιστου ύψους ποσοστό των αιτιών που επηρεάζουν δραστικά τις όποιες κλιματικές αλλαγές.

Βέβαιο είναι ότι οι δράσεις αυτές συμβάλλουν στην πρόκληση αλλαγής της ισορροπίας της βιόσφαιρας. Δεν είναι όμως ακόμα δυνατό να αποδοθεί με βεβαιότητα μια παρατηρούμενη κλιματική αλλαγή από τις ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Έχει διαπιστωθεί ότι το κλίμα στον πλανήτη μας ουδέποτε υπήρξε σταθερό και εμφανίζει σημαντικές διακυμάνσεις σε όλες τις χρονικές κλίμακες. Το κλίμα αλλάζει με διαδικασίες που δεν ξέρουμε και με τρόπους τους οποίους δεν είμαστε σε θέση να εξηγήσουμε. Συνεπώς δεν είναι δόκιμο να παραπέμπονται μονοσήμαντα τα αποτελέσματα των ερευνών (όπως η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> ή η θερμική ρύπανση) ως η αιτία της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη αλλά ως η αιτία της αλλαγής της τάξης του οικοσυστήματος.

- Πλεόνασμα θερμότητας.

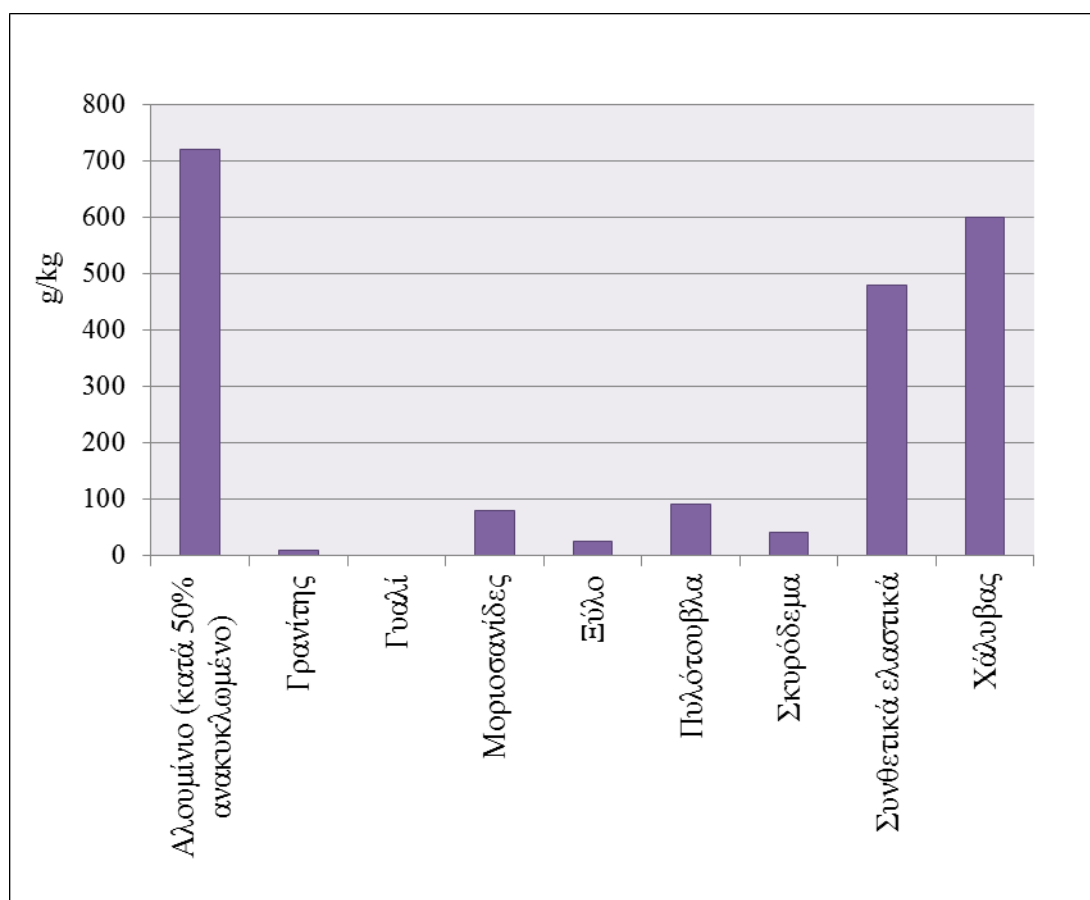
Μέχρι σήμερα υπήρχε ισορροπία ανάμεσα στην ακτινοβολία που παίρνει η γη από τον ήλιο και σε αυτή που εκπέμπει η γη στο διάστημα. Η ισορροπία επιφέρει μία μέση θερμοκρασία που ευνοεί την ανάπτυξη της ζωής όπως τη γνωρίζουμε. Τους τελευταίους δύο αιώνες η έντονη παραγωγή ενέργειας είναι ένας νέος παράγοντας στην εν λόγω ισορροπία γιατί προκαλεί θερμική ρύπανση. Θερμική ρύπανση προκαλείται γιατί κατά τη διάρκεια παραγωγής έργου, υπάρχουν πολλές ενεργειακές απώλειες, κυρίως λόγω τριβών. Οι απώλειες αυτές, μολονότι γίνεται πάντα προσπάθεια να περιοριστούν μεταφράζονται σε θερμική ρύπανση.

Όταν η εκπομπή θερμικής ενέργειας πραγματοποιείται μέσα στο αστικό μικροκλίμα, η δράση αυτή συμβάλει στο φαινόμενο της «θερμικής νησίδας». Εκτός αυτού το περιβάλλον της γης αποτελεί το χώρο που αποβάλλεται όση ενέργεια δεν καταναλώνεται επωφελώς. Η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας στη γη συμβάλει στην αύξηση της θερμότητας του πλανήτη. Αν η γήινη ακτινοβολία προς το διάστημα δεν εξουδετερώνει την αύξηση της θέρμανσης της γης η θερμοκρασία της γης θα αυξάνεται. Αυτό ενδεχομένως μπορεί να αποτελέσει έναν παράγοντα της αλλαγής του κλίματος του πλανήτη.

### 1.3.4 Πρώτες Ύλες

#### 1.3.4.1 Γενικά

Η συλλογή πρώτων υλών κατ' ευθείαν από την φύση προκαλεί, εν γένει, περιβαλλοντικά προβλήματα. Είναι γνωστή η πρόκληση της οικολογικής ανισορροπίας λόγω της εντατικής υλοτόμησης των δασών. Είναι επίσης προφανής η άσχημη και άχρηστη κατάσταση των λατομείων (με εξαίρεση μερικών από τα χιλιάδες που έχουν γίνει πολιτιστικά κέντρα). Μεγάλο πρόβλημα που προκύπτει στην παραγωγή των υλικών είναι η σπατάλη της πρώτης ύλης. Ανάλογα με τη διαδικασία παραγωγής του κάθε υλικού υπάρχουν και ορισμένες διαδικασίες οι οποίες σπαταλούν μεγάλο μέρος των πρώτων υλών που εξορύσσονται.



Διάγραμμα 6 : Απώλειες πρώτων υλών κατά την παραγωγή συνηθέστερων υλικών.



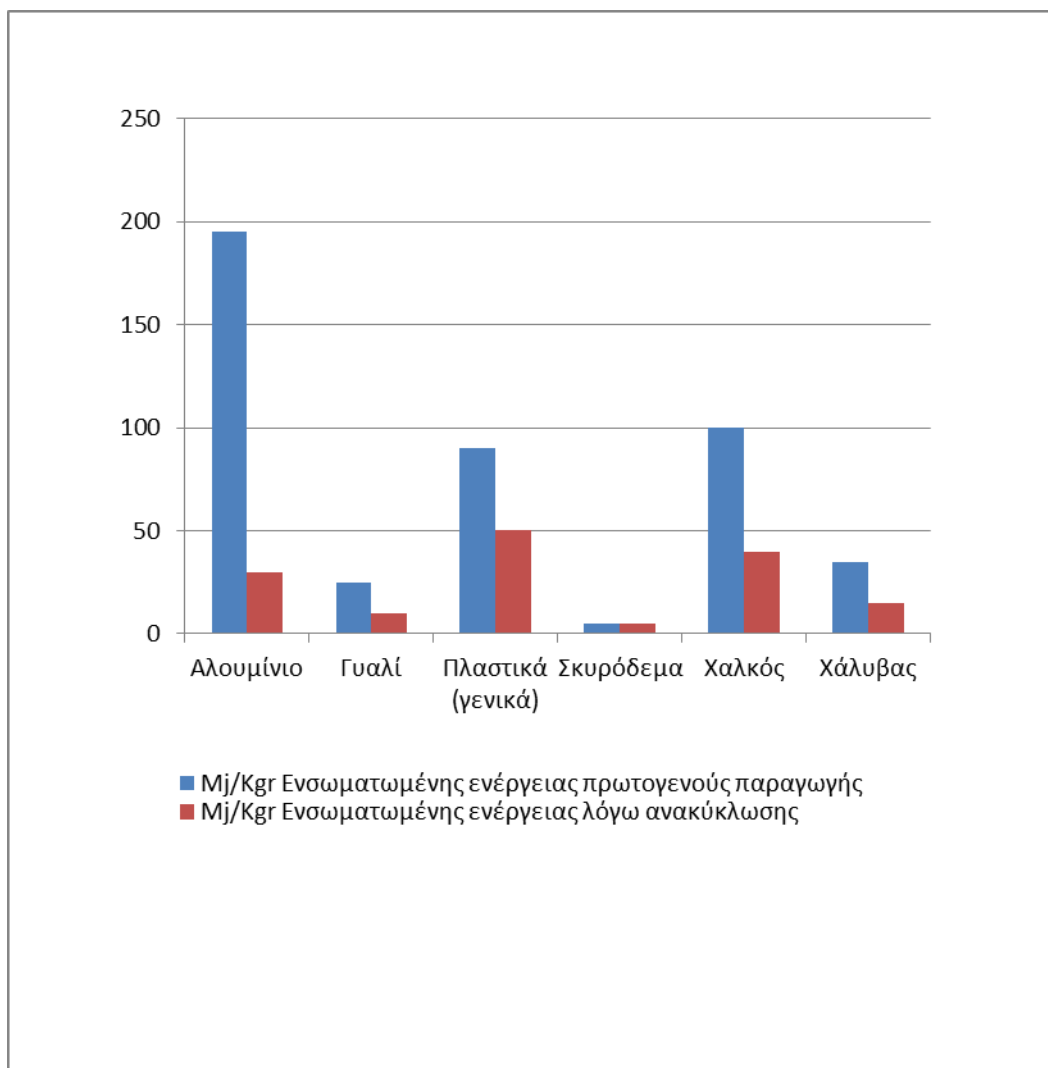
Η χρήση πρώτων υλών από ανακυκλούμενα υλικά μειώνει σαφώς το ποσό των υλών που απαιτεί ο άνθρωπος από τη φύση για να τα δημιουργήσει. Μέχρι σήμερα υπήρχε η γενική θεώρηση ότι χρειαζόταν λιγότερη ενέργεια για να παραχθεί ένα υλικό μέσω της ανακύκλωσης από ότι να συλλεχθεί μέσω της φύσης. Αυτό πλέον έχει γίνει κατανοητό ότι δεν ισχύει πάντα και η ανακύκλωση είναι ωφέλιμη κυρίως για υλικά που έχουν την ικανότητα να ανακυκλώνονται, έχουν μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μικρή ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης.

#### 1.3.4.2 Ανακύκλωση Υλών

Σύμφωνα με μαρτυρία της περιγραφής των υπονόμων του Παρισιού ο Β. Ουγκώ λέει ότι το 1832 το Παρίσι ρίχνει στη θάλασσα κάθε χρόνο μέσα από τους υπονόμους το ισοδύναμο πεντακοσίων εκατομμυρίων χρυσών φράγκων. Και αντιπαραθέτει τους υπονόμους του Παρισιού με τη συμπεριφορά των Κινέζων χωρικών, οι οποίοι λιπαίνουν την γη με τα ίδια τους τα περιττώματα και για αυτό «η γη της Κίνας είναι σήμερα τόσο γόνιμη όσο την πρώτη ημέρα της δημιουργίας». Με άλλα λόγια ο Ουγκώ διαπιστώνει ότι οι παραδοσιακές οικονομίες ήταν οικονομίες ανακύκλωσης ενώ οι σύγχρονες κοινωνίες είναι οικονομίες σπατάλης. Ασφαλώς αυτά τα οποία λέει πρέπει να βασίζονται στους υπολογισμούς των μεγάλων επιστημόνων χημικών της εποχής του.

Η ανακύκλωση είναι μία απόπειρα να μιμηθεί ο άνθρωπος τους κύκλους της φύσης, οι οποίοι γενικά αποτελούν θετικά παραδείγματα αποτελεσματικής λειτουργίας και σταθερότητας. Πραγματικά οι φυσικοί κύκλοι δε χρειάζονται τροφοδότηση με πρώτες ύλες και δεν δημιουργούν απόβλητα. Είναι λοιπόν υποδείγματα τέλει ανακύκλωσης.

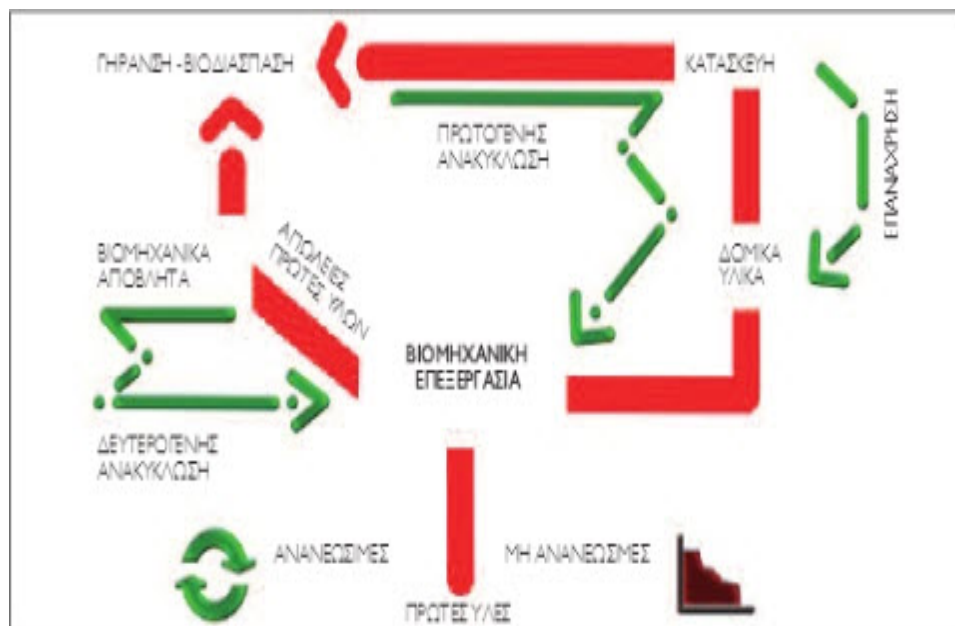
- Ανακυκλωμένα πρωτογενώς είναι τα προϊόντα που ανακτώνται από τα υλικά «απορρίμματα»-κατεδάφισης.
- Ανακυκλωμένα δευτερογενώς είναι τα υλικά που προκύπτουν ως παραπροϊόντα άλλων διεργασιών (εξορυκτική βιομηχανία, σκωρίες, πριονίδι)



Διάγραμμα 7 : Ενσωματωμένη ενέργεια για την ανακύκλωση συνήθων υλικών

Συνήθως μετά από την κατασκευή του έργου και στο τελικό στάδιο του κύκλου ζωής, προκύπτει ένα μείζων ερώτημα: κατεδάφιση και υλικά «απορρίμματα» ή κατεδάφιση και επαναχρησιμοποίηση. Πολλές φορές προκύπτει ένα υλικό να απαιτεί μεγαλύτερο κόστος και ενέργεια να το ανακυκλώσουμε ή να το επαναχρησιμοποιήσουμε παρά να το παράγουμε εξ αρχής. Εδώ προκύπτει η ηθική πλευρά της ανακύκλωσης η οποία οφείλει να επιβάλλεται.

Γενικά ισχύει η αρχή ότι τα υλικά που έχουν μικρή διαδικασία βιομηχανικής παραγωγής ανακυκλώνονται εύκολα. Δηλαδή σε υλικά που έχει επέμβει σημαντικά ο ανθρώπινος παράγοντας με πολύπλοκες διαδικασίες (υψηλές θερμοκρασίες και σύνθετες χημικές αντιδράσεις) είναι δύσκολο όταν υποστούν γήρανση να ανακυκλωθούν. Χαρακτηριστικό παράδειγμα της ιδιότητας αυτής αποτελούν τα πλαστικά. Φυσικά, υλικά που βιοδιασπώνται είναι τα καλύτερα και γηράσκουν ομαλά, ακολουθώντας τη ροή και τους χρόνους της φύσης.



Εικόνα 2 : Διάγραμμα ροής της ανακύκλωσης των υλικών

Σήμερα πολλές φορές η κατασκευή γίνεται αποδέκτης υλικών «απορριμμάτων» και τα υλικά που εντάσσονται μέσα σε αυτή έχουν προκύψει από κάποια άλλη παραγωγική διαδικασία. Μέχρι σήμερα έχουν αξιοποιηθεί σημαντικά τα πριονίδια του ξύλου για την παραγωγή ινοσανίδων και μοριοσανίδων ενώ έχουν αξιοποιηθεί και άλλα περισσότερο ευφάνταστα υλικά όπως τα πτίλα (πούπουλα) που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή αερικού σκυροδέματος. Επίσης γίνονται προσπάθειες να απορροφηθούν και άλλα υλικά στο κτήριο έτσι ώστε το κτήριο να αποτελέσει επί της ουσίας μία αποθήκη «άχρηστων» υλικών και να μην απαιτείται εξόρυξη ή παραγωγή νέων υλικών. Στις ΗΠΑ εφαρμόζονται ήδη δομικά στοιχεία από άχυρα για την κατασκευή ακόμα και φερόντων στοιχείων.

Στην Ελλάδα γίνεται χρήση της ιπτάμενης τέφρας η οποία προκύπτει ως απόβλητο από εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύσιμο λιγνίτη. Η ιπτάμενη τέφρα χρησιμοποιείται ως αδρανές για το σκυρόδεμα και έχει αρχίσει να έχει ευρεία εφαρμογή. Η τοξικότητά της περιορίζει τη χρήση της σε κατασκευές που δεν είναι σε άμεση επαφή με τον άνθρωπο (δεν χρησιμοποιείται σαν αδρανές σκυροδέματος στην κατασκευή κτηρίων).

Στην Ελλάδα το έτος 1998 κατασκευάστηκε το μεγαλύτερο φράγμα στον κόσμο από RCC (σκυρόδεμα με αδρανές ιπτάμενη τέφρα) στη θέση Πλατανόβρυση στο Νέστο,. Παράλληλα υπάρχουν προτάσεις για την εφαρμογή του υλικού αυτού ως αδρανές στην οδοποιία.

Όσον αφορά στις υπάρχουσες κατασκευές τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι:

- Προϊόντα γύψου (γυψοσανίδες κλπ.)
- Ξυλεία φέροντος οργανισμού κλπ.
- Δομικά στοιχεία από λίθους χωρίς κονίαμα (ξερολιθιά)

- Ορισμένα μονωτικά (εφ' όσον δεν έχουν υποστεί γήρανση και είναι σε καλή κατάσταση)
- Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν δομικά στοιχεία όπως πόρτες παράθυρα αλλά και είδη υγιεινής και έπιπλα .

Τούβλα, τσιμέντο και σκυρόδεμα είναι βέβαιο ότι δεν ανακυκλώνονται εύκολα ούτε μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε νέες κατασκευές. Είναι δυνατή όμως η επεξεργασία τους και η επαναχρησιμοποίηση τους σαν υλικά διαμόρφωσης οριζόντιων επιφανειών και υλικών οδοποιίας.

Η επαναχρησιμοποίηση οικοδομικών υλικών έχει αποδειχθεί ότι μπορεί να μειώσει κατά **95%** την ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών η οποία διαφορετικά θα χανόταν ως απόβλητο. Μερικά υλικά όμως, όπως τα τούβλα, είναι δυσχερές να επαναχρησιμοποιηθούν.

#### 1.3.4.3 Κύκλος ζωής κτηρίου και των υλικών του

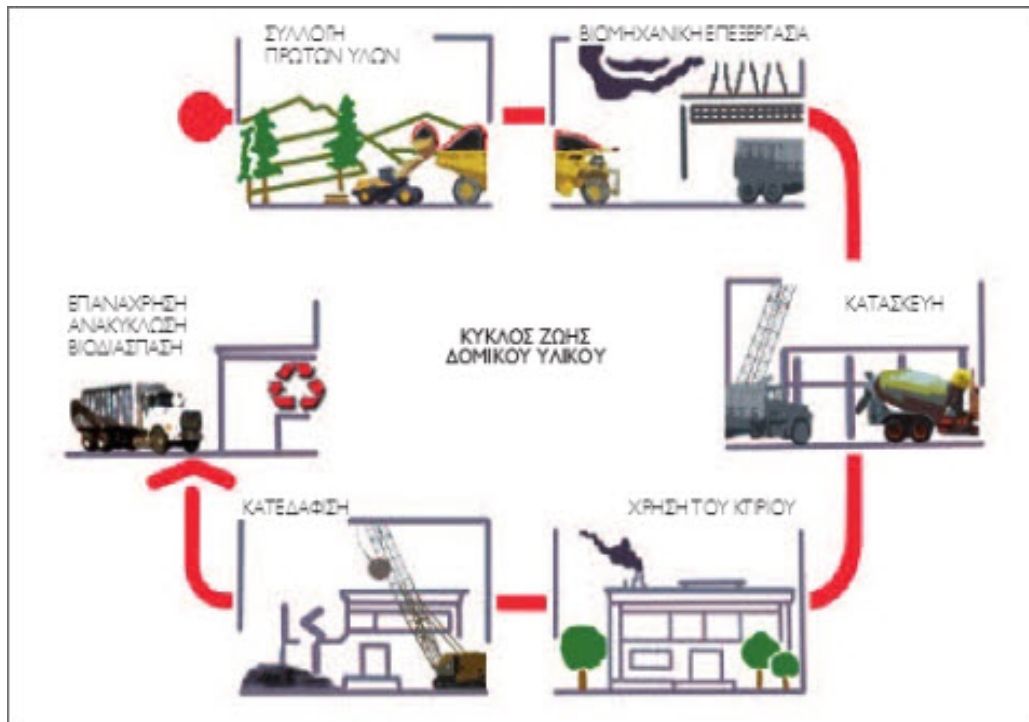
Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια:

1. Συλλογή-εξόρυξη
2. Βιομηχανική παραγωγή-επεξεργασία
3. Κατασκευή
4. Χρήση της κατασκευής
5. Κατεδάφιση
6. Επανάχρηση, ανακύκλωση, βιοδιάσπαση

Για τα περισσότερα οικοδομικά υλικά το μεγαλύτερο μέρος των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, βρίσκεται μεταξύ των δύο πρώτων σταδίων αλλά καθώς μεγαλώνει το πρόβλημα των αποβλήτων, στον περιορισμένο σε διαστάσεις πλανήτη μας, γνωρίζουμε ότι αυξάνεται σημαντικά το πρόβλημα που προκύπτει λόγω της κατεδάφισης και αποβολής τους.

Σε όλη τη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξή του, την διαδικασία παραγωγής του, μέχρι και τη χρήση του, παράγονται απόβλητα. Με την ολοκλήρωση της χρήσιμης διάρκειας ζωής του, το ίδιο το κτήριο, θεωρείται άχρηστο και κατατάσσεται στην κατηγορία των αποβλήτων. Στη Δυτική Ευρώπη παράγονται ετησίως πέντε δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων από τα οποία 5% είναι κατασκευαστικά απόβλητα.

Είναι προφανές ότι η περιβαλλοντική επίπτωση των υλικών με μικρό χρόνο ζωής είναι πολύ μεγαλύτερη από υλικά που έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής. Το πρόβλημα που προκύπτει όμως, σε όλες αυτές τις μελέτες είναι η πιστοποίηση της αντοχής των υλικών στο μεταλλαγμένο τόπο και χρόνο στον οποίο ζούμε. Για παράδειγμα το μάρμαρο θεωρείτο, μέχρι σήμερα, πολύ ανθεκτικό υλικό. Σήμερα όμως λόγω της ατμοσφαιρικής μόλυνσης και της όξινης βροχής διαπιστώνουμε ότι γυψοποιείται και να αποσαθρώνεται με ταχύτατους ρυθμούς. Αυτό σημαίνει ότι τα υλικά δεν έχουν πιστοποιηθεί στις νέες συνθήκες του περιβάλλοντος πράγμα που πλέον δυσκολεύει ιδιαίτερα τον προσδιορισμό του χρόνου ζωής τους.



Εικόνα 3 : Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής ενός δομικού υλικού

Στην προσπάθεια να δομηθεί ένα οικολογικό αειφορικό μοντέλο διαχείρισης, η κάθε προσπάθεια μείωσης των περιβαλλοντολογικών επιπτώσεων που προκαλούν τα κτήρια, θα ήταν απαραίτητη να εκτιμηθεί ως συνάρτηση ολόκληρου του κύκλου ζωής του έργου και των υλικών του.

**Κύριος άξονας της εφαρμογής του κριτηρίου "κύκλου ζωής" είναι ότι: το κτήριο, ως λίκνο της μετενσάρκωσης των υλικών, πλεονεκτεί σε σχέση με τις περισσότερες καθαρές βελτιώσεις και διεξόδους όπως η επανάχρηση και η ανακύκλωση.**

Αυτό γιατί όπως είναι προφανές δεν απαιτείται η εύρεση χώρου εναπόθεσης των υλικών κατεδάφισης καθώς επίσης παρέλκει το ενεργειακό κόστος για την κατεδάφιση και επανακατασκευή κτηρίου αντιστοίχων διαστάσεων.



Εικόνα 4 : Ηχοαπορροφητικά πανέλ από ανακυκλωμένο γυαλί

- Ποιότητα δομικής σύνθεσης

Γενικά τα πράσινα κτήρια μελετούν την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος την αξιοποίηση της φυσικής ακτινοβολίας την ελάττωση της κατανάλωσης του νερού, την αντοχή του κτηρίου, την ποιότητα του αέρα και άλλες ανέσεις.

- Σχεδιασμός κατασκευής

Είναι σκόπιμο να διατυπωθεί η αναγκαιότητα της ευελιξίας του χώρου του κτηρίου σχεδιαστικά, καθώς και η προοπτική να μην εγκλωβίζει τους μελλοντικούς χρήστες κατά την επαναχρησιμοποίηση του. Το ίδιο το κτήριο ως λίκνο μετενσάρκωσης των υλικών είναι η βέλτιστη οικολογική λύση. Η ευελιξία του σχεδίου υποστηρίζει την λύση αυτή. Πολλές φορές αναπτύσσουμε χώρους χωρίς αισθητική, με αποτέλεσμα να προκύπτουν άσχημα και άχρηστα αντικείμενα για τις επόμενες γενεές. Η ανάπτυξη αυτή σαφώς δεν είναι οικολογική. Η οικολογική δόμηση συσχετίζεται με την αισθητική της κατασκευής. Αφού μία κατασκευή αποτελείται από υλικά, αξίζει να διατυπωθεί ο προβληματισμός γύρω από την μορφή που παίρνουν τα υλικά αυτά.

Η μορφή των υλικών και η τελική τους διάταξη στο χώρο καθορίζουν την αισθητική του κτηρίου. Η αισθητική επιβάλλει τη διατήρηση ενός αντικειμένου. Αν το κτήριο είναι άσχημο, μπορεί προσωρινά να εξυπηρετήσει ανάγκες στέγασης αλλά μόλις αλλάξουν οι ανάγκες αυτές το κτήριο θα προκύψει σαν απόβλητο μέσα στον χώρο. Αντίθετα, αν το κτήριο είναι όμορφο, θα βρεθούν λύσεις για τη συντήρησή του. Επίσης θα βρεθούν και εναλλακτικές λύσεις για την χρήση του. Η υπόθεση αυτή προϋποθέτει ότι κάποιος πρέπει να κάνει τη λογική διαδικασία και να πει "αυτό είναι

*ωραίο*". Αυτό είναι το αξίωμα για τη θεμελίωση αυτής της αντίληψης. Εκεί έγκειται και η δυσκολία του θέματος. Μέχρι σήμερα αξίωμα της λογικής είναι ότι " $a \equiv a$ " και αυτό είναι μάλλον βέβαιο. Τα κριτήρια όμως αυτά, διαρκώς μεταβάλλονται και δεν είναι μονοσήμαντα. Ο Kant (Beardsley 1976) υποστήριξε σχετικά ότι «είναι μάταιο να αναζητούμε μία αρχή της αισθητικής που να παρέχει, μέσω καθορισμένων εννοιών, ένα καθολικό κριτήριο του ωραίου διότι αυτό που ζητάμε είναι ανέφικτο και αντιφάσκει προς τον εαυτό του». Εξάλλου κάθε δημιουργήμα ανήκει σε μια συγκεκριμένη πολιτιστική παράδοση. Αυτό που είναι ωραίο για έναν Έλληνα λογιστή δεν είναι ωραίο για τον Ταϊλανδέζο γεωργό. Μπορεί όλοι να συμφωνούμε ότι ο Πικάσο ήταν ιδιοφυΐα αλλά δεν θα τον γνώριζε κανείς από εμάς αν κάποια μουσεία και κάποιες ομάδες δεν φροντίζανε να μάθουμε τον Πικάσο. Για αυτό το λόγο έννοιες όπως «αισθητική» και «κάλος» συντελούν σε μια εύθραυστη αίσθηση προσωρινότητας.

- Οπτικές και θερμικές ιδιότητες υλικών

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στους χώρους καθώς και στην κατασκευή του κτιριακού κελύφους πρέπει να μη δημιουργούν ρύπανση στο εσωτερικό περιβάλλον ενώ παράλληλα να ικανοποιούν τις παρακάτω απαιτήσεις.

Όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εσωτερικούς χώρους θα πρέπει:

- Τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο να συνεισφέρουν στην επίτευξη θερμικής άνεσης στο κτήριο και στην ελαχιστοποίηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Τα υλικά κελύφους (μονωτικά-τζάμια) θα πρέπει να συντείνουν κατά τη ψυχρή περίοδο στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών των κτηρίων και τη μεγιστοποίηση των θερμικών και ηλιακών κερδών. Παράλληλα κατά τη θερινή περίοδο (για τις ελληνικές και γενικότερα μεσογειακές κλιματικές συνθήκες) τα υλικά του εξωτερικού κελύφους θα πρέπει να εξασφαλίζουν τη μέγιστη δυνατή εκπομπή υπέρυθρης ακτινοβολίας προς το περιβάλλον.
- Να έχουν υψηλή συνεισφορά 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 στο περιβάλλον τους και να επιτρέπουν την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Όσον αφορά στα υλικά που χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς χώρους θα πρέπει:

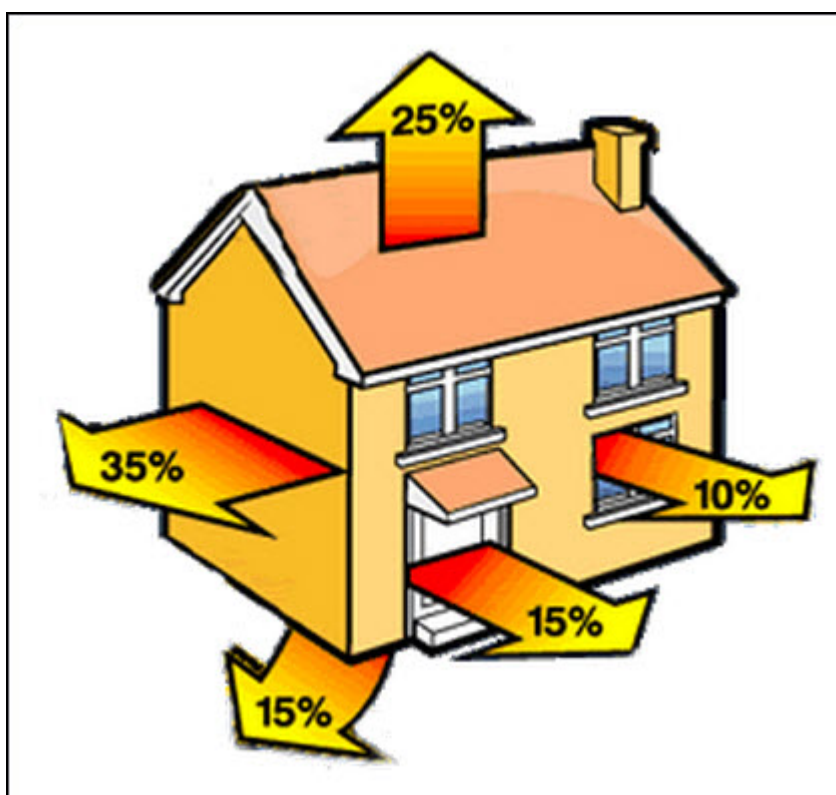
- Να συντελούν στη δημιουργία βέλτιστου θερμικού κλίματος στην περιοχή χρήσης τους. Για τις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες ενδείκνυται η χρήση "ψυχρών υλικών" δηλαδή υλικών που παρουσιάζουν μεγάλη ανάκλαση στην ηλιακή ακτινοβολία καθώς και μεγάλο συντελεστή εκπομπής
- Να μην υποβαθμίζουν το οπτικό περιβάλλον και να μη δημιουργούν θάμβωση και υπερφωτισμό σε γειτονικά κτήρια όπως τα γυάλινα κτήρια.



- Η Θερμική συμπεριφορά κτηρίου

Το κτήριο θερμαίνεται και αποβάλλει θερμική ενέργεια στο περιβάλλον από την επιφάνεια του κελύφους του. Ως κέλυφος νοούμε το σύνολο των διαφανών και αδιαφανών στοιχείων τα οποία καθορίζουν το εξωτερικό περίγραμμα του κτηρίου. Ο τρόπος της κατασκευής του καθορίζει τη θερμική και κατ' επέκταση ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου.

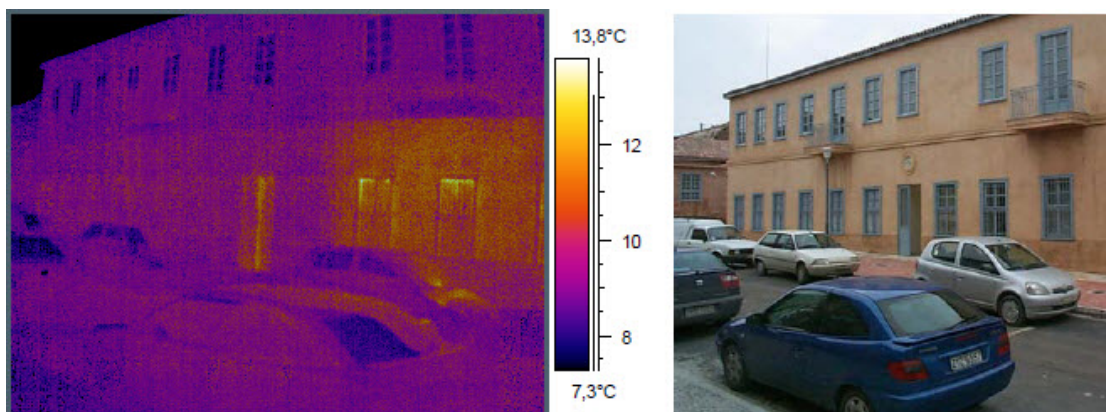
Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του κελύφους, τόσο περισσότερη θερμική ενέργεια χάνει το κτήριο. Η θερμική ενέργεια που χάνεται περιορίζεται με την χρήση θερμομονωτικών υλικών (υλικά που έχουν μεγάλη θερμική αντίσταση) και την χρήση διπλών υαλοπινάκων.



Εικόνα 5 : Απώλειες θερμότητας σε κτήριο

Η εύκολη λύση στη συνήθη κατασκευή είναι η χρήση θερμομονωτικών υλικών, η οποία ελέγχει την θερμική συμπεριφορά του κτηρίου περιορίζοντας τις θερμικές απώλειες.





Εικόνα 6 : Στο θερμογράφημα παρουσιάζεται η θερμική συμπεριφορά του κτηρίου «Ρολόι» στο Τεχνολογικό Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου.

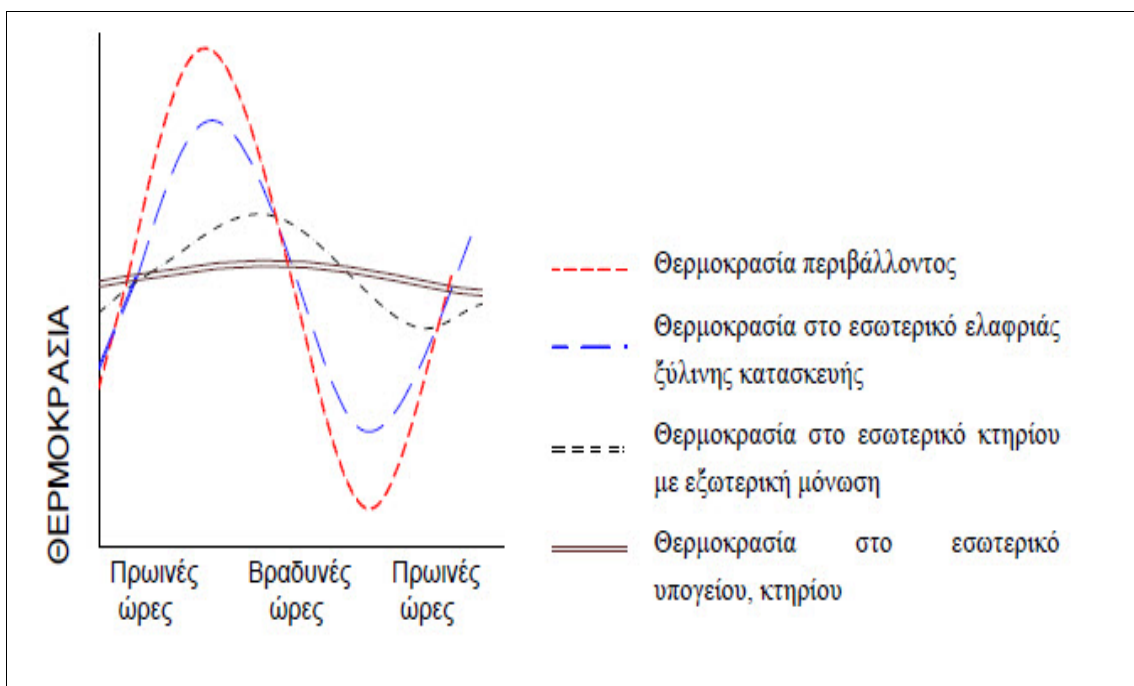
Η λύση του ελέγχου της κατασκευής αποκλειστικά και μόνο μέσω της θερμομόνωσης δεν είναι μονοδιάστατη. Υπάρχουν πολλές τεχνικές (κυρίως τεχνικές σχεδιασμού) οι οποίες οδηγούν στον έλεγχο του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου. Εκεί παίζει ρόλο ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του κτηρίου. Χαρακτηριστική οικολογική συνεργασία δομικού υλικού με το κέλυφος του κτηρίου είναι τα igloo των Εσκιμώων. Τα igloo διατηρούν την εσωτερική θερμοκρασία του κελύφους στους  $-3$  έως  $-5^{\circ}\text{C}$ . Μια τέτοια θερμοκρασία εσωτερικού περιβάλλοντος θα ήταν απαράδεκτη στις Μεσογειακές χώρες αλλά η αξιοποίηση των φυσικών πόρων δίνει ένα ιδιαίτερα καλό αποτέλεσμα εφ' όσον η θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος είναι χαμηλότερη από  $-30^{\circ}\text{C}$ . Η διαφορά αυτή δεν θα ήταν δυνατό να επιτευχθεί με άλλο τρόπο χωρίς τη κατανάλωση ιδιαίτερα μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας.



Εικόνα 7 : Σπίτι igloo

Το κέλυφος ενός κτηρίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αποθήκη θερμότητας. Το μέγεθος με το οποίο εκφράζεται η ικανότητα της αποθήκευσης της θερμότητας ενός κτηρίου ονομάζεται

θερμική μάζα του κτηρίου. Η θερμική μάζα εντοπίζεται στους τοίχους στα δάπεδα και στις οροφές το μέγεθός της δε εξαρτάται από τη μορφή και τον προσανατολισμό του κτηρίου και τη θερμοχωρητικότητα των υλικών. Η θερμική μάζα αναφέρεται σε υλικά που έχουν την ιδιότητα να αποθηκεύουν θερμική ενέργεια για μεγάλες περιόδους. Η θερμική μάζα απορροφά κατά τη διάρκεια της μέρας θερμική ενέργεια και αποδίδει θερμότητα τη διάρκεια της νύχτας.



Διάγραμμα 8 : Θερμική συμπεριφορά διαφόρων τύπων κτηρίων

Παραδοσιακοί τύποι υλικών με μεγάλη θερμική μάζα είναι το νερό, οι φυσικοί λίθοι, το χώμα, το τούβλο, το σκυρόδεμα, το ύφασμα και τα κεραμικά. Οι ικανότητες της θερμικής μάζας ήταν γνωστές από την αρχαιότητα αλλά μόλις πρόσφατα άρχισαν να αναφέρονται σαν κομβικό σημείο στρατηγικής στο ενεργειακό σχεδιασμό του κτηρίου. Σήμερα τεχνικές του παρελθόντος, όπως η αξιοποίηση της θερμικής μάζας, αναφέρονται σαν εναλλακτικές μέθοδοι στο μηχανισμό ψύξης και θέρμανσης. Η κατανομή της θερμικής μάζας στο εσωτερικό του κτηρίου καθορίζεται κυρίως από τον προσανατολισμό της επιφάνειας που εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία και την επιθυμητή χρονική καθυστέρηση όσον αφορά στην απελευθέρωση θερμότητας.

- Στις **βόρειες** προσανατολισμένες επιφάνειες δεν υπάρχει πρακτικά ανάγκη για χρονική καθυστέρηση αφού οι επιφάνειες αυτές έχουν μικρά θερμικά κέρδη.
- Στις επιφάνειες με **ανατολικό** προσανατολισμό είναι προτιμότερο να υπάρχει χρονική καθυστέρηση μεγαλύτερη από δεκατέσσερις ώρες έτσι ώστε η απελευθέρωση θερμότητας να γίνεται αργά το απόγευμα.

- Στις **νότιες** και τις **δυτικές** επιφάνειες μία χρονική καθυστέρηση οκτώ ωρών είναι αρκετή για να επιβραδύνει την απελευθέρωση θερμότητας μέχρι το βράδυ.

Η οροφή του κτηρίου που είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα της ημέρας, απαιτεί μεγάλη χρονική καθυστέρηση (άρα μεγάλη θερμική μάζα) ή εναλλακτικά επιπρόσθετη μόνωση.

| Υλικό                    | Θερμική μάζα KJ/m <sup>3</sup> °C |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Νερό                     | 4186                              |
| Σκυρόδεμα                | 2060                              |
| Συμπαγή<br>εδαφικά υλικά | 1740                              |
| Τούβλο                   | 1360                              |

Πίνακας 1 : θερμική μάζα

Στα σημερινά κτήρια η θερμική μάζα αποτελείται από στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την πλήρωση του κελύφους όπως τα τούβλα, οι τσιμεντόλιθοι και το σκυρόδεμα. Οπου αυτό είναι δυνατό συνιστάται η χρήση της πέτρας. Αντίθετα η χρήση υλικών όπως το ξύλο δεν ευνοούν την αποθήκευση θερμότητας.

Για να γίνει δυνατή η εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του κτηρίου πρέπει η μόνωση να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κτηρίου διαφορετικά δεν είναι δυνατή η αποθήκευση πλεονάζουσας θερμότητας και η απόδοσή της στο εσωτερικό σε μεταγενέστερο χρόνο. Η βέλτιστη λειτουργία της θερμικής μάζας προκύπτει από το συνδυασμό εξωτερικής θερμομόνωσης και μεγάλης εσωτερικής θερμικής μάζας.

Η ικανότητα της θερμικής μάζας καθορίζεται από την ημερήσια θερμοχωρητικότητα η οποία ορίζεται ως το ποσό της αποθηκευμένης θερμότητας ανά βαθμό διακύμανσης της εσωτερικής θερμοκρασίας. Η θερμική μάζα εξαρτάται κυρίως από τις ιδιότητες του υλικού σε σχέση πάντα με την επαφή του με τον εσωτερικό αέρα του κελύφους και εκφράζεται από το γινόμενο της θερμοχωρητικότητας του υλικού επί την θερμική του αγωγιμότητα. Η θερμοχωρητικότητα ενός υλικού είναι ανάλογη προς τον όγκο και την πυκνότητα του υλικού. Από τα συνήθη υλικά μεγαλύτερη πυκνότητα έχει ο φυσικός λίθος ενώ ακολουθούν τα τούβλα και το σκυρόδεμα (υλικά θερμικής αποθήκης κτηρίου). Η θερμοχωρητικότητα όλων των υλικών δεν αυξάνεται από ένα ορισμένο πάχος του υλικού και πέραν καθιστώντας περιττή την κάθε πρόσθετη αύξηση πάχους για την επίτευξη της θερμικής μάζας.

Η συμπεριφορά της θερμικής μάζας εξαρτάται από τη χρονική καθυστέρηση μετά από την οποία η θερμική μάζα αποδίδει θερμότητα. Η θερμική μάζα υποστηρίζει την θερμική άνεση στο κτήριο καθότι προκαλεί ελάττωση του ημερήσιου θερμοκρασιακού εύρους στο εσωτερικό του κτηρίου σε σχέση με το εύρος της ημερήσιας διακύμανσης της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος.

| Υλικό         | Ημερήσια θερμοχωρητικότητα KJ/°C m <sup>2</sup> |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|
|               | Πάχος υλικού                                    |      |      |      |      |
|               | 5cm   | 10cm | 15cm | 20cm | 25cm |
| Σκυρόδεμα     | 120   | 200  | 240  | 245  | 245  |
| Φυσικός λίθος | 100   | 175  | 185  | 185  | 185  |
| Τούβλο        | 80  | 140  | 150  | 150  | 150  |
| Ξύλο          | 30  | 35   | 35   | 35   | 35   |

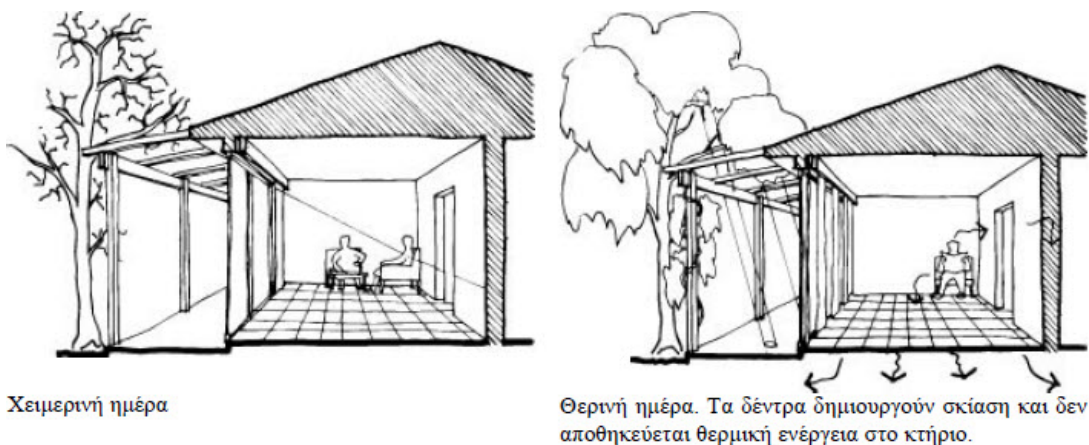
Πίνακας 2 : Ημερήσια θερμοχωρητικότητα διαφόρων υλικών

Για την εξοικονόμηση της φυσικής θερμικής ενέργειας με τη χρήση της θερμικής μάζας έχουν προκύψει πολλές σχεδιαστικές λύσεις. Μία εξ' αυτών αρκετά απλή είναι η φύτευση φυλλοβόλων δέντρων στη νότια όψη των κτηρίων.



Εικόνα 7 : Θερμική κάλυψη κτηρίου με χρήση βλάστησης





Εικόνα 8 : Σχεδιαστική λύση για την λειτουργία της θερμικής μάζας κτηρίου

Σε διάφορες χώρες έχουν σχεδιαστεί πρότυπα με τα οποία προτείνεται και μία συγκεκριμένη μεθοδολογία σχεδιασμού κτηριακού κελύφους. Για τον ελλαδικό χώρο το μοντέλο που εφαρμόζεται ακολουθεί τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά:

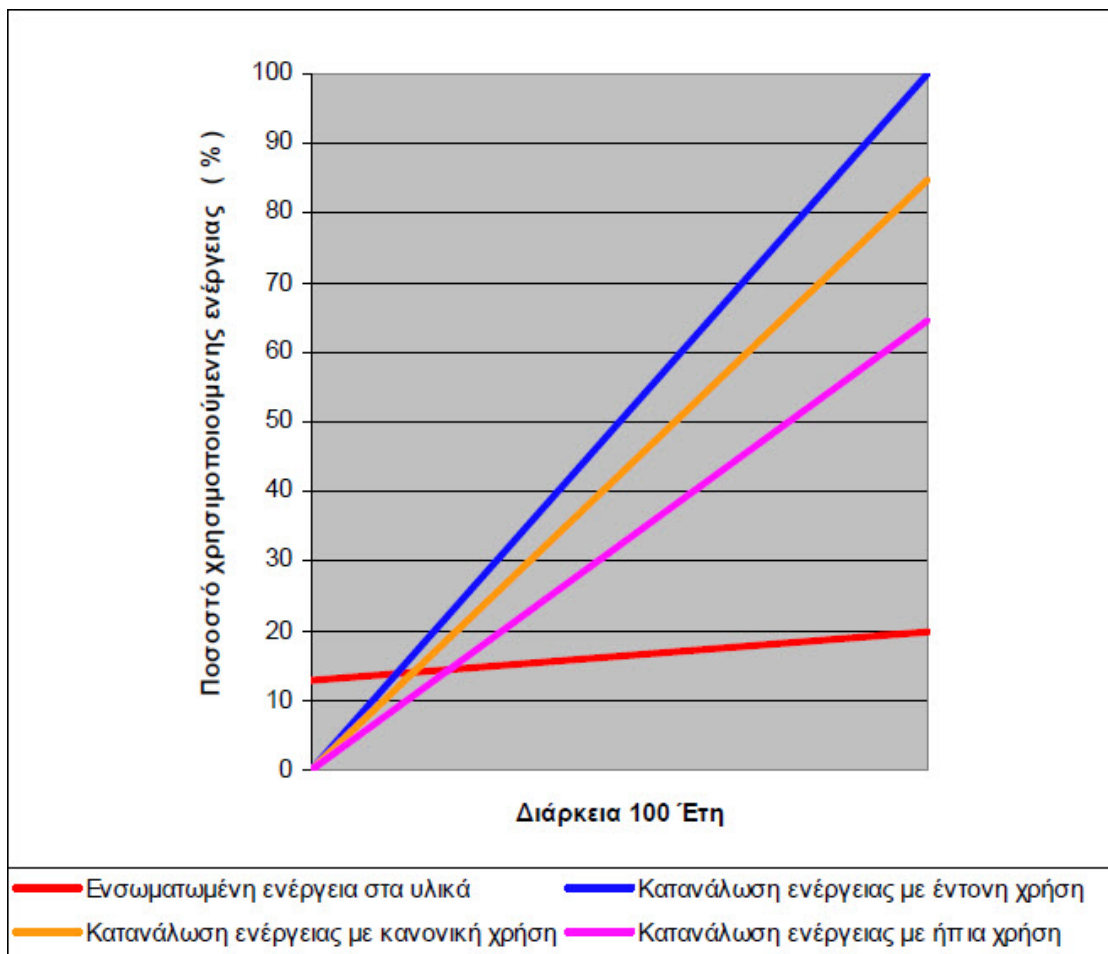
- Ζεστά έως πολύ ζεστά καλοκαίρια με μέτρια υγρασία.
- Μέσοι έως ελαφροί χειμώνες με χαμηλή υγρασία
- Μικρή ημερήσια θερμοκρασιακή διακύμανση
- Συνήθως τέσσερις διακριτές εποχές

Κλειδιά για το σχεδιασμό ενός πράσινου κτηρίου με σωστή θερμική συμπεριφορά στο χώρο αυτό είναι:

- Συνιστάται ο σχεδιασμός κτηρίου με μεγάλη θερμική μάζα.
- Χρήση μεγάλου βάρους και πάχους πετασμάτων για τη μόνωση των παραθύρων.
- Ελαχιστοποίηση της εξωτερικής επιφάνειας των τοίχων.
- Χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων.
- Ιδιαίτερα καλή μόνωση σε συνδυασμό με τη συμπεριφορά της θερμικής μάζας
- Μεγιστοποίηση της νότιας πλευράς των τοίχων και των ανοιγμάτων ιδιαίτερα σε περιοχές με παθητική ηλιακή ενέργεια.
- Ελαχιστοποίηση των ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων, εναλλακτικά χρήση σκιάστρων.
- Χρήση διαμεπερούς αερισμού για παθητικό δροσισμό το καλοκαίρι.
- Έντονη χρήση του "θερμικού αέρα" και ακώλυτη κυκλοφορία της θερμότητας.
- Να γίνεται χρήση κατοπτρικής μόνωσης για να αποφεύγεται ο καλοκαιρινός κλιματισμός.

Σε κτήρια με σωστό θερμικό σχεδιασμό σε αυτό το κλιματικό πρότυπο δεν είναι απαραίτητη σημαντική βοηθητική θέρμανση ή ψύξη. Το κτήριο κατά τη χρήση του χρησιμοποιεί μεγάλη ενέργεια. Η ενέργεια αυτή είναι ίσως η σημαντικότερη παράμετρος της οικολογικής συμπεριφοράς της χρήσης του. Σήμερα σε ένα τυπικό κτήριο κατά τη διάρκεια εκατό ετών ζωής και εντατικής χρήσης απαιτείται ενεργειακά

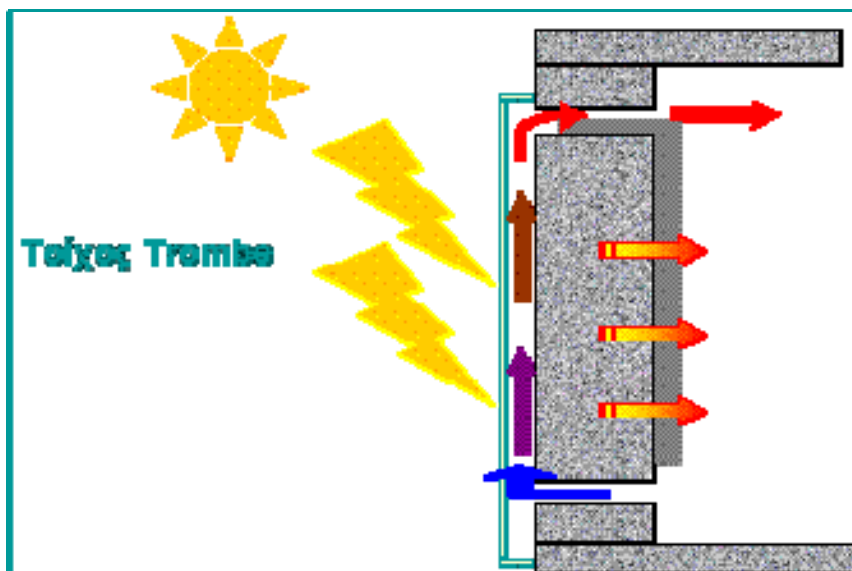
πέντε φορές περίπου το ποσό της ενσωματωμένης ενέργειας των υλικών του για να λειτουργήσει. Η εκμετάλλευση των υλικών με καλή θερμική συμπεριφορά καθώς επίσης και ο συνολικός σχεδιασμός ενεργειακής εκμετάλλευσης των κτηρίων (βιοκλιματική συμπεριφορά, εκμετάλλευση ηλιακής ενέργειας, εκμετάλλευση αιολικής ενέργειας κλπ.) είναι στοιχεία που χαρακτηρίζουν το κτήριο ως έξυπνο και οικολογικό. Στον παρακάτω πίνακα προσεγγίζεται ποσοστιαία η συνολικά καταναλισκόμενη ενέργεια που χρησιμοποιείται στη διάρκεια ζωής ενός κτηρίου. Παρατηρείται ότι η ενσωματωμένη ενέργεια των υλικών αυξάνεται. Αυτό είναι προφανές δεδομένου ότι κατά τη διάρκεια ζωής ενός υλικού απαιτείται και ενέργεια για τη συντήρησή του.



Διάγραμμα 9 : Κατανάλωση ενέργειας ενός κτηρίου κατά τη διάρκεια ζωής του σε εύκρατο κλίμα.

#### 1.3.4.4 Παθητικά ηλιακά

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αξιοποιούν την θερμική μάζα ενός κτηρίου. Η θερμική μάζα λειτουργεί σε δύο στάδια. Σε ημερήσια βάση κατά την διάρκεια του χειμώνα η θερμική μάζα αποθηκεύει ηλιακή-θερμική ενέργεια με το φως της ημέρας την οποία απελευθερώνει κατά την διάρκεια της νύχτας ενώ το καλοκαίρι λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο με την διάφορά ότι η θερμότητα που αποθηκεύεται την ημέρα είναι επιπλέον θερμότητα την νύχτα. Σε εβδομαδιαία βάση η θερμική μάζα είναι ικανή να υποστηρίξει την θερμική λειτουργία του κτηρίου αποθηκεύοντας θερμότητα, ημέρες με ηλιοφάνεια, διοχετεύοντάς την αργότερα κατά την διάρκεια της νύχτας. Μια τυπική σχεδιαστική αξιοποίηση της θερμικής μάζας, είναι ο τοίχος Trombe ο οποίος κατασκευάζεται από υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα. Εξωτερικά του τοίχου κατασκευάζεται γυάλινο πέτασμα το οποίο εγκλωβίζει την θερμική ενέργεια στον τοίχο, ενώ υπάρχει κίνηση αέρα η οποία βοηθάει την απορρόφηση ενέργειας μέσα στο κτήριο.

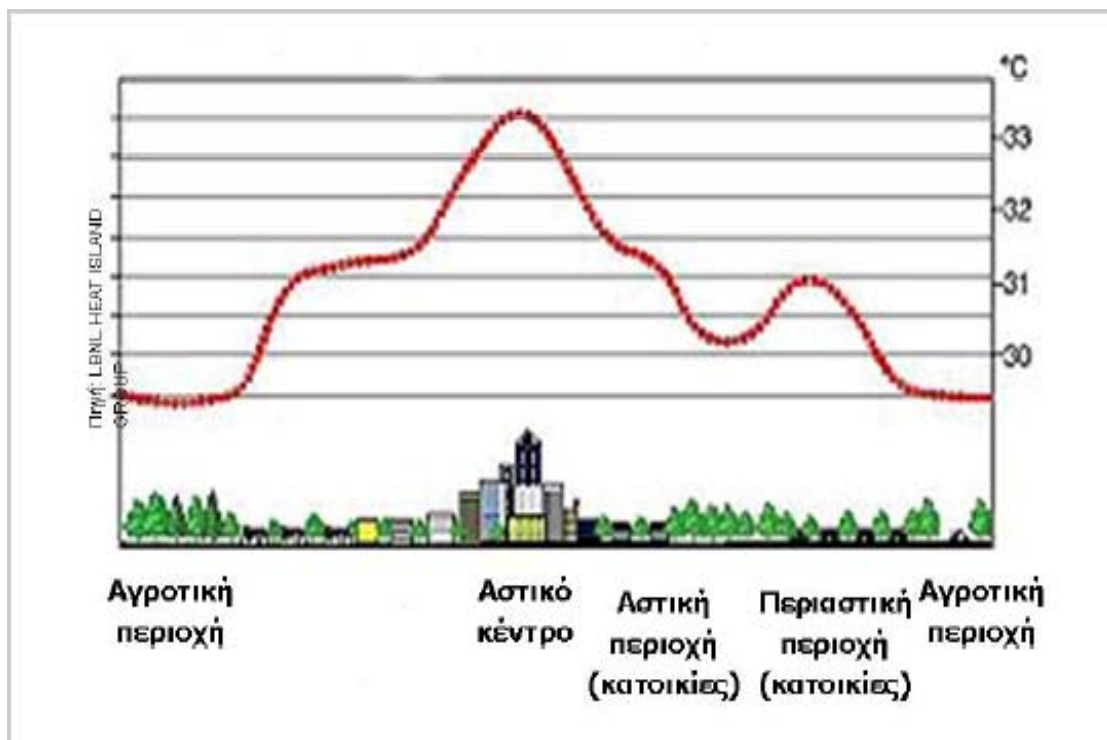


Εικόνα 9 : Τοίχος Trombe, παθητικό ηλιακό σύστημα

Άλλη σχεδιαστική αξιοποίηση του κτηριακού κελύφους, κατά τους χειμερινούς μήνες, γίνεται με την τοποθέτηση ενός θερμοκηπίου στην νότια όψη της κατασκευής. Το θερμοκήπιο αποθηκεύει θερμική ενέργεια λόγω ακτινοβολίας και θερμαίνεται, ενώ ο αέρας κυκλοφορεί εντός του κτηρίου. Την νύχτα το εν λόγω θερμοκήπιο απομονώνεται από τον εσωτερικό χώρο. Η θερμική μάζα είναι δυνατό να αξιοποιηθεί ακόμα και σε ετήσια βάση όταν το κέλυφος του κτηρίου βρίσκεται εντός του εδάφους. Το έδαφος έχει πολύ μεγάλη θερμοχωρητικότητα και λόγω αυτού είναι δυνατό να ισορροπεί θερμικά ένα κτήριο όταν βρίσκεται εντός αυτού.

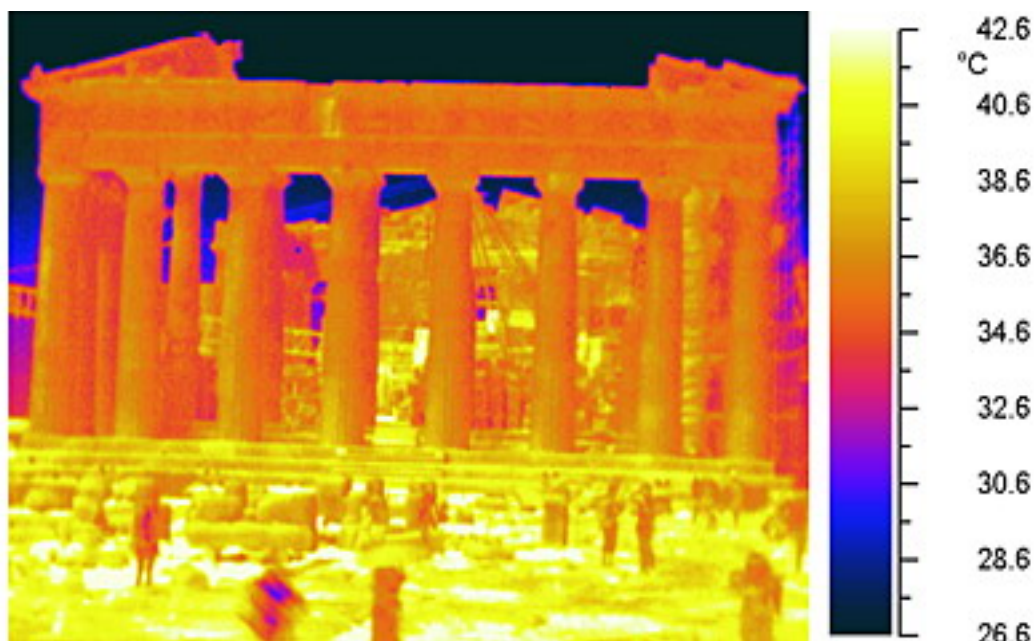
#### 1.3.4.5 Θερμική συμπεριφορά της πόλης

Στις αστικές περιοχές ο συνδυασμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, των δομικών χαρακτηριστικών της πόλης και των ιδιαίτερων κλιματικών συνθηκών που επικρατούν, συνθέτουν το αστικό μικροκλίμα (urban microclimate), το οποίο επηρεάζει το κλίμα σε αρκετή απόσταση από την αστική περιοχή προς την κατεύθυνση του πνέοντος ανέμου. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν το αστικό μικροκλίμα είναι η τοπογραφική διαμόρφωση του χώρου, οι εδαφολογικές συνθήκες της πόλης, η κατανομή και η χωροταξική διάταξη του πράσινου, οι πηγές εκπομπής θερμότητας, η πληθυσμιακή πυκνότητα και η πυκνότητα των κατασκευών οικοδομών. Αποτελέσματα μετρήσεων έχουν δείξει ότι η θερμοκρασία του αέρα στις αστικές περιοχές είναι κατά μέσο όρο υψηλότερη μερικώς βαθμούς από την αντίστοιχη θερμοκρασία σε μη αστικές περιοχές. Η διαφορά αυτή κυμαίνεται από 1-2°C στη διάρκεια της ημέρας αλλά μπορεί να φτάσει και στους 6-8°C τη νύχτα όταν επικρατεί άπνοια ή πνέουν ασθενείς άνεμοι. Το φαινόμενο αυτό ορίζεται ως "αστική θερμική νησίδα" (urban heat island) και παρατηρείται σε όλες τις αστικές περιοχές ως συνισταμένη των επιμέρους μικροκλιματικών αλλαγών που επέφεραν οι ανθρωπογενείς κυρίως επιδράσεις στο αστικό περιβάλλον.



Διάγραμμα 10 : Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας





Εικόνα 10 : Θερμογράφημα μία καλοκαιρινή ημέρα.

Τα κύρια αίτια της θερμικής νησίδας είναι:

1. Η αυξημένη απορρόφηση και η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας καθώς και εκπομπή ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος από τις κάθετες πλευρές των κτηρίων.
2. Η θερμική συμπεριφορά των διαφόρων δομικών υλικών
3. Η ταχεία απορροή των υδάτων από βροχοπτώσεις με αποτέλεσμα τη μείωση του αποθηκευμένου νερού και την εξάτμιση του από το έδαφος.
4. Η ελάττωση της εξάτμισης-διαπνοής, η οποία, όταν υλοποιείται, οδηγεί σε μείωση της θερμοκρασίας.
5. Η πόλη είναι ολιγότερο λευκαυγής σε σχέση με τις αγροτικές περιοχές.
6. Η εκπεμπόμενη θερμική ενέργεια από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (θερμική ρύπανση)
7. Η αυξημένη τραχύτητα της υφής των πόλεων που οδηγεί σε μέση μείωση της ταχύτητας των ανέμων κατά περίπου 25%

Στα θερμογραφήματα παρουσιάζεται η συμβολή των καλυπτόμενων επιφανειών, και η συμμετοχή του καλυπτόμενου υπαιθρίου χώρου (πρασίνου) στο φαινόμενο της θερμικής νησίδας μία καλοκαιρινή ημέρα. Τα θερμογραφήματα ερμηνεύουν την συμβολή των υλικών στο φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Τα υλικά αποθηκεύουν την θερμότητα που προέρχεται από την ακτινοβολία του ηλίου και ακολούθως την εκπέμπουν στην πόλη επηρεάζοντας το μικροκλίμα της. Στα θερμογραφήματα διακρίνεται η συμβολή στο φαινόμενο αυτό των καθέτων πλευρών των κτηρίων παράλληλα μπορούμε να παρατηρήσουμε επίσης ότι η θερμική συμπεριφορά του ακάλυπτου (χωρίς πράσινο) χώρου δεν αμβλύνει το φαινόμενο.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ & ΡΑΔΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ**

#### 2.1 Γενικά

Ουσίες γνωρίζουμε από τη χημεία, είναι τα χημικά στοιχεία και οι ενώσεις τους σε φυσική κατάσταση όπως λαμβάνονται από οποιαδήποτε διαδικασία παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων όλων των προσθέτων που απαιτούνται για τη σταθερότητα του προϊόντος και όλων των ξένων προσμίξεων που προκύπτουν κατά τη διαδικασία παραγωγής, εξαιρουμένων όμως των διαλυτών που μπορούν να διαχωριστούν χωρίς να επηρεαστεί η σταθερότητα της ουσίας ή να μεταβληθεί η σύνθεσή της. Μία ουσία μπορεί να είναι σαφώς καθορισμένη από χημικής απόψεως (π.χ. ακετόνη) ή να αποτελεί σύνθετο μείγμα συστατικών μεταβλητής σύνθεσης (π.χ. αρωματικά αποστάγματα).

Για ορισμένες σύνθετες ουσίες έχει προσδιοριστεί η ταυτότητα μερικών επί μέρους συστατικών. Παρασκευάσματα είναι τα μείγματα που αποτελούνται από δύο ή περισσότερες ουσίες.

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές και οι οποίες, όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου. Η ποιότητα του αέρα του εσωτερικού χώρου εξαρτάται από τα υλικά κατασκευής. Πολλές φορές χρώματα, συγκολλητικές ουσίες και άλλα υλικά που μπαίνουν στη τελική φάση της κατασκευής περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις οι οποίες είναι ιδιαίτερα τοξικές. Για το λόγο αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντική η σταθεροποίηση των βαφών που περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις να γίνεται πριν το σπίτι κατοικηθεί. Άλλο πρόβλημα του εσωτερικού χώρου του κτηρίου είναι ότι σε ορισμένες ξύλινες κατασκευές περιέχονται φορμαλδεΐδες οι οποίες είναι δυνατόν να εκπέμπονται από το ξύλο μέχρι και επτά χρόνια μέχρι να απαλείφουν. Τότε το κτήριο παίρνει τον χαρακτήρα του "άρρωστου κτηρίου".

Τα πετροχημικά που χρησιμοποιούνται για τα περισσότερα πλαστικά και τις συγκολλητικές ουσίες είναι συχνά τοξικά. Σχεδόν όλες οι πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι από δομικές αλυσίδες του στυρένιου και της βενζίνης οι οποίες είναι υψηλά τοξικές και καρκινογόνες κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Αυτό γίνεται κατανοητό από τις έντονες οσμές (αρωματικοί υδρογονάνθρακες) που δημιουργούν προβλήματα ιδιαίτερα στους εργαζομένους στη φάση κατασκευής. Εκτός από τα ανωτέρω ένα υλικό μπορεί να εκπέμπει ραδιενέργεια η οποία μπορεί να μην έχει ανιχνευτεί. Στην επιλογή της χρήσης ενός δομικού προϊόντος παίζει σπουδαίο ρόλο η τοξικότητα των συστατικών του έτσι ώστε να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται.

Το υλικό μπορεί επίσης να είναι τοξικό κατά τη διάρκεια παραγωγής του. Οι οδηγίες 76/464/ΕΟΚ και 80/68/ΕΟΚ για την προστασία αντιστοίχως επιφανειακών και υπόγειων νερών από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να μηδενίσουν τη διοχέτευση στα ύδατα των ουσιών του καταλόγου I και να περιορίσουν αντίστοιχα τη διοχέτευση των ουσιών του καταλόγου II. Υποχρεώνουν επίσης τα

κράτη μέλη να διεξάγουν ελέγχους πριν από τη διάθεση υλικών που ενδέχεται να οδηγήσουν εμμέσως σε ρύπανση των υπόγειων υδάτων με ουσίες του καταλόγου I.

| Τοξικές Ουσίες   |   |
|--|---|
| <i>Κατάλογος I</i>                                     | <i>Κατάλογος II</i>   |
| οργανοχλωρικές ενώσεις                                 | Μέταλλα: Zn, Cu, Ni, Cr, Se, As, An, Mo, Ti, Sn, Ba, Be, B, U, Va, Co, Th, Te, Ag   |
| οργανοφωσφορικές ενώσεις                               | Τα βιοκτόνα και τα παράγωγά τους  |
| καρκινογόνες ουσίες                                    | Ουσίες που αλλοιώνουν την οσμή και την γεύση του νερού.   |
| υδράργυρος και ενώσεις υδραργύρου                      | Τοξικές ή δυσδιάσπαστες ενώσεις Si και ουσίες από τις οποίες ενδέχεται να παραχθούν, ακόμα και αν αυτές είναι βιολογικά ακίνδυνες |
| κάδμιο και ενώσεις καδμίου                             | Ανόργανες φωσφορικές ενώσεις, φώσφορος  |
| δυσδιάσπαστα ορυκτέλαια και υδρογονάνθρακες πετρελαίου | Δυσδιάσπαστα ορυκτέλαια και υδρογονάνθρακες πετρελαίου  |
| δυσδιάσπαστες συνθετικές ουσίες                        | Κυανιούχες κα φθοριούχες ενώσεις  |
|  | Ουσίες που επηρεάζουν αρνητικά το ισοζύγιο οξυγόνου και ειδικά η αμμωνία και οι νιτρώδεις ενώσεις.                                |

Πίνακας 3 : Κατάλογος τοξικών ουσιών

Οι επιπτώσεις των ουσιών αυτών στην υγεία έχουν ομαδοποιηθεί ως εξής:

- Οξεία τοξικότητα.
- Χρόνια τοξικότητα.
- Αλλεργική δράση.
- Ερεθισμός του δέρματος.
- Μεταλλαξιόγόνος δράση.
- Καρκινογόνος δράση.
- Αναπαραγωγικές ανωμαλίες και εμβρυοτοξικότητα.
- Τοξική δράση στο ανοσοποιητικό κα το νευρικό σύστημα.

Όσον αφορά στα δομικά υλικά περισσότερο συνήθης είναι η εμφάνιση οργανικών αλογονωμένων ενώσεων που περιλαμβάνονται στους διαλύτες που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές. (Κατάλογος I)

Όσον αφορά στις ενώσεις ψευδαργύρου απαντώνται συχνά ως συστατικά συντήρησης ξύλου (Κατάλογος II).

Η διάγνωση της τοξικότητας και των λοιπών νοσογόνων ιδιοτήτων ενός δομικού προϊόντος προϋποθέτει ότι η σύστασή του είναι γνωστή. Αυτό όμως δεν συμβαίνει για τις περισσότερες των περιπτώσεων.

Οι περιορισμοί που ισχύουν για τη τοξικότητα ισχύουν και όσον αφορά στη διάγνωση της οικοτοξικότητας δηλαδή τη τοξικότητα ενός δομικού προϊόντος στις βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα. Αυτό γενικά είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί γιατί δεν υπάρχουν πάντα οι περιέχονται στα δομικά προϊόντα.

Έχουν πλέον διαπιστωθεί τοξικές συνέπειες ορισμένων από τα συνήθη χρησιμοποιούμενα υλικά. Τα κυριότερα εξ αυτών είναι:

| <b>ΟΥΣΙΑ</b>                   | <b>ΕΥΡΕΣΗ / ΧΡΗΣΗ</b>  |
|--------------------------------|------------------------|
| αμίαντος                       | παλαιά κτήρια          |
| βενζόλιο                       | βενζίνη                |
| διοξίνες                       | καμένα κτήρια          |
| διγλωρομεθάνιο                 | διαλύτες               |
| ενώσεις χρωμίου                | βερνίκια ξύλου         |
| κάδμιο                         | επιχρίσματα            |
| νικέλιο                        | ηλεκτροσυγκολλήσεις    |
| πριονίδια ξύλου                | ξυλουργικές εργασίες   |
| συνθετικές ίνες                | μονώσεις               |
| φορμαλδεΰδη                    | συγκολλητικά           |
| χρωμικός μόλυβδος              | επιχρίσματα            |
| χρωμικός ψευδάργυρος           | αντισκωριακές στρώσεις |
| χλωριομένοι υδρογονάνθρακες    | διαλύτες               |
| PCB (Polychlorinated biphenyl) | λαμπτήρες αερίου       |

Πίνακας 4 : Κατάλογος τοξικών ουσιών και ενδεχόμενη παρουσία τους

Για την οικοτοξικολογική εξέταση των δομικών προϊόντων καθώς και για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων υπάρχουν τυποποιημένες μέθοδοι διαφόρων χωρών και οργανισμών (DIN 38414, μέθοδος TCLP Toxicity Characteristic Leaching Procedure) κ.α.

Έμμεσες ενδείξεις για την οικοτοξικότητα μίας ουσίας εκτός από τη τοξική της δράση είναι:

- Η τασιενεργός δράση (ουσίες με μεγάλη τασιενεργό δράση μειώνουν την επιφανειακή τάση όταν προστίθενται σε ένα υγρό).

- Η βιοσυσσωρευτική τάση (εξαρτάται από το χρόνο παραμονής στο περιβάλλον και τη λιποφιλικότητα).
- Η κινητικότητα της στα διάφορα μέσα (εξαρτάται από τη διαλυτότητά της στο νερό, τη σχετική πυκνότητα του υγρού, το κινηματικό ιξώδες, την πίεση ατμών και τη σχετική πυκνότητα των ατμών).
- Ο χρόνος παραμονής στο περιβάλλον (εξαρτάται από τη χημική σταθερότητα και τη φυσική ή βιολογική δυνατότητα διάσπασης της ουσίας).

Η χημική σταθερότητα, η τασιενεργός δράση, η κινητικότητα και η τοξικότητα, είναι ιδιότητες ανεπιθύμητες για το περιβάλλον αφενός, αλλά είναι αφετέρου επιθυμητές σε ορισμένες χρήσεις στις κατασκευές. Μεγάλη κινητικότητα, πτητικότητα, χημική αδράνεια και σταθερότητα παραδείγματος χάριν, είναι ιδιότητες επιθυμητές για τους διαλύτες, όπως είναι ορισμένοι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (διχλωρομεθάνιο κ.λ.π.). Οι ουσίες αυτές έχουν τοξική μεταλλαξιογόνο και καρκινογόνο δράση και ο μεγάλος χρόνος παραμονής τους και η βιοσυσσωρευτική τους τάση τις καθιστά ιδιαίτερα οικοτοξικές. Μεγάλη χημική σταθερότητα, άρα και χρόνο παραμονής στο περιβάλλον, έχουν ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές ασταθών υλικών (προστασία από τη διάβρωση και την οξείδωση), επίσης ως αντιπυρικά για το ξύλο και τα συνθετικά υλικά, ως πρόσθετα στα συνθετικά προϊόντα, τα βερνίκια τις κόλλες για τη βελτίωση των ελαστικών και των πλαστικών ιδιοτήτων τους. Τέτοιου είδους ουσίες είναι τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB) που είναι ταυτόχρονα τοξικά, βιοσυσσωρεύσιμα, καρκινογόνα και μεταλλαξιογόνα Προϊόντα που περιλαμβάνουν τασιενεργές ουσίες είναι προϊόντα καθαρισμού και γαλακτοματοποιητές (που επιτρέπουν την καλύτερη δυνατή μίξη διαφορετικών υλικών και μέσα διαχωρισμού επιφανειών). Τασιενεργές ουσίες χρησιμοποιούνται επίσης για την αύξηση της ρευστότητας του σκυροδέματος και τη βελτίωση της αντοχής του. Τέτοιου τύπου ουσίες είναι τα ορυκτέλαια, τα ορυκτέλαια με πρόσθετα, τα γαλακτώματα ορυκτελαίου σε νερό και του νερού σε ορυκτέλαιο.

Οι τασιενεργές ουσίες είναι ιδιαίτερα οικοτοξικές στο υδάτινο περιβάλλον γιατί μειώνουν την επιφανειακή τάση του νερού και καταστρέφουν τους μικροοργανισμούς που ζουν στην επιφάνειά του.

Η τοξικότητα, είναι ιδιότητα επιθυμητή για τα βιοκτόνα που χρησιμοποιούνται ως συντηρητικά του ξύλου, ως συστατικά μυκητοκτόνων επιχρισμάτων και ως βιοσταθεροποιητές σε συνθετικά προϊόντα που περιέχουν «βιοαποικοδομήσιμα» συστατικά (πλαστικοποιητές, φωτοσταθεροποιητές, ενισχυτικά της αντοχής Ως βιοκτόνα χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων η φορμαλδεΐδη, φαινολικές ενώσεις, ανόργανες και οργανικές ενώσεις κασσίτερου.

Η πλειονότητα των δομικών προϊόντων δεν περιέχουν μόνο ένα, αλλά δύο ή περισσότερα συστατικά που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και δρουν σωρευτικά. Το ίδιο ισχύει και για προϊόντα που χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα ή σχεδόν ταυτόχρονα στις κατασκευές.

Η κινητικότητα των βαρέων μετάλλων αυξάνεται μέσα σε όξινο περιβάλλον, ο χρόνος των βιοαποικοδομήσιμων ουσιών επιμηκύνεται παρουσία βιοκτόνων, η τοξικότητα ορισμένων ουσιών αυξάνεται όταν η δράση τους συνδυαστεί με τη δράση άλλων ουσιών (προσθετική δράση συνεργεία) η παρουσία διαλυτών προκαλεί την ελευθέρωση τοξικών συστατικών που ήταν δεσμευμένα στο πλέγμα ενός πολυμερούς.

## 2.2 Ταξινόμηση επικίνδυνων και τοξικών ουσιών

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία η επιγραφή πρέπει να προκαλεί την συγκέντρωση της προσοχής και να περιέχει ολοκληρωμένες πληροφορίες για τη χρήση και την ασφάλεια ενός προϊόντος.

Σκοπός της ταξινόμησης των ουσιών σε κατηγορίες είναι ο προσδιορισμός όλων των τοξικολογικών, φυσικοχημικών και οικοτοξικολογικών ιδιοτήτων των ουσιών και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των παρασκευασμάτων οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν κινδύνους κατά το συνήθη χειρισμό και τη χρήση τους. Μετά τον προσδιορισμό των τυχόν επικίνδυνων ιδιοτήτων, η ουσία ή το παρασκεύασμα πρέπει να επισήμανθεί σύμφωνα με μια αποδεκτή διαδικασία, ώστε να υποδηλώνονται οι κίνδυνοι, με σκοπό την προστασία των χρηστών, του κοινού και του περιβάλλοντος.

Η ταξινόμηση και επισήμανση πρέπει να αναθεωρούνται, εάν είναι αναγκαίο, κάθε φορά που γίνονται γνωστές περισσότερες πληροφορίες όσον αφορά στις άλλες ουσίες. Τα στοιχεία που απαιτούνται για την ταξινόμηση και επισήμανση μπορούν, εάν είναι αναγκαίο, να ληφθούν από διάφορες πηγές π.χ. αποτελέσματα προηγούμενων δοκιμών, πληροφορίες που απαιτούνται από τους διεθνείς κανονισμούς μεταφοράς επικίνδυνων ουσιών, πληροφορίες που προέρχονται από εργασίες αναφοράς και τη βιβλιογραφία ή πληροφορίες που είναι αποτέλεσμα πρακτικής εμπειρίας.

Λαμβάνονται υπόψη στη διατύπωση της επιγραφής όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι που είναι δυνατόν να προκύψουν κατά το συνήθη χειρισμό ή χρήση των επικίνδυνων ουσιών ή παρασκευασμάτων, στην περίπτωση που αυτές είναι στη μορφή με την οποία φέρονται στην αγορά, όχι όμως αναγκαστικά και για τη μορφή με την οποία θα χρησιμοποιηθούν τελικά, π.χ. ύστερα από αραίωση. Οι πιο σοβαροί κίνδυνοι περιγράφονται με τα σύμβολα της συσκευασίας. Οι κίνδυνοι αυτοί καθώς και άλλοι που προέρχονται από άλλες επικίνδυνες ιδιότητες διασαφηνίζονται με τυποποιημένες φράσεις κινδύνου ενώ ειδικές φράσεις παρέχουν συμβουλές για τις απαραίτητες προφυλάξεις. Στην περίπτωση των ουσιών, οι πληροφορίες ολοκληρώνονται με την αναγραφή του ονόματός της ουσίας σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένη χημική ονοματολογία, κατά προτίμηση την ονομασία που χρησιμοποιείται στον ευρωπαϊκό κατάλογο των χημικών ουσιών που κυκλοφορούν στο εμπόριο (EINECS) ή στον Ευρωπαϊκό κατάλογο των γνωστοποιημένων χημικών ουσιών με το όνομα, τη διεύθυνση και τον αριθμό τηλεφώνου του εγκατεστημένου στην Κοινότητα προσώπου, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη διάθεση της ουσίας στην αγορά.

Στον παρακάτω συνοπτικό πίνακα παρουσιάζονται τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης και τα οποία αναφέρονται στην τοξικότητα και σε άλλες χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών επικίνδυνες για τον άνθρωπο, το οικοσύστημα και την βιόσφαιρα.



| <i>Σύμβολο</i>   | <i>Ερμηνεία</i>              |
|------------------|------------------------------|
| <b><i>E</i></b>  | Εκρηκτικό                    |
| <b><i>F</i></b>  | Πολύ εύφλεκτο                |
| <b><i>T</i></b>  | Τοξικό                       |
| <b><i>C</i></b>  | Διαβρωτικό                   |
| <b><i>Xi</i></b> | Ερεθιστικό                   |
| <b><i>O</i></b>  | Οξειδωτικό                   |
| <b><i>F+</i></b> | Εξαιρετικά εύφλεκτο          |
| <b><i>T+</i></b> | Πολύ τοξικό                  |
| <b><i>Xn</i></b> | Επιβλαβές                    |
| <b><i>N</i></b>  | Επικίνδυνο για το περιβάλλον |

Πίνακας 5 : Χαρακτηριστικοί συμβολισμοί ταξινόμησης τοξικότητας ουσιών

### 2.3 Τοξικότητα υλικών και πειραματικός προσδιορισμός αυτής

Συνήθως με πειράματα εκτιμάται η οικοτοξικότητα στα οποία χρησιμοποιούνται άλγες, βακτηρίδια, έντομα ή ψάρια τα οποία εκτίθενται σε εκπλύματα λαμβανόμενα από τις προς εξέταση ουσίες. Τα αποτελέσματα αυτών των πειραμάτων δεν επαρκούν όμως για την εκτίμηση της τοξικότητας μιας ουσίας σε μία φυσική βιοκοινότητα και για τον λόγο αυτό τα πειράματα αυτά τείνουν να καταργηθούν. Λόγω της σημαντικής επιρροής της τοξικότητας στον ανθρώπινο οργανισμό τα τελευταία χρόνια γίνονται πειράματα σε φυσικές κοινότητες, είτε σε μοντέλα οικοσυστημάτων τα οποία όμως είναι σύνθετα και δαπανηρά.

Στα πλαίσια αυτά έχει οριστεί η «Οριακή δοκιμασία» που διαπιστώνει το κατ' αρχήν, πόσο επικίνδυνο είναι το υλικό ως ακολούθως:

*Εάν η έκθεση πέντε αρσενικών και πέντε θηλυκών πειραματόζωων σε 20 mg/l αερολύματος, ή σωματιδίων για τέσσερις ώρες (ή όταν αυτό δεν είναι δυνατό λόγω των φυσικών ή χημικών ιδιοτήτων, συμπεριλαμβανομένης της εκρηκτικότητας της ελεγχόμενης ουσίας, στη μέγιστη εφικτή συγκέντρωση), δεν προκαλεί θνησιμότητα σχετιζόμενη με την ουσία, μέσα σε 14 ημέρες, τότε περαιτέρω μελέτη μπορεί να μη θεωρείται απαραίτητη.*

Η ταξινόμηση των ουσιών και των παρασκευασμάτων ως «λίαν τοξικά», «τοξικά» ή «επιβλαβή» πραγματοποιείται σύμφωνα με τα ακόλουθα κριτήρια:

- Προσδιορισμός τοξικότητας με τις δοκιμές LD50 ή της LC50.

Η τοξικότητα της ουσίας ή του παρασκευάσματος του εμπορίου για τους ζώντες οργανισμούς μπορεί να προσδιοριστεί με την μέθοδο LD50 ή LC50. Η ταξινόμηση ως λίαν τοξικών ή επιβλαβών ουσιών πραγματοποιείται βάσει των ακόλουθων παραμέτρων ως τιμών αναφοράς.

| Κατηγορία           | LD50                 | LD50   | LC50                         |
|---------------------|----------------------|--|------------------------------|
|                     | Κατάποση<br>(επίμυς) | Διείσδυση του δέρματος (ινδικά<br>χοιρίδια ή κουνέλια) | Εισπνοή (ινδικά<br>χοιρίδια) |
|                     | mg/kg                | mg/kg  | mg/l/4 ώρας                  |
| <b>Πολύ τοξικές</b> | <= 25                | <= 50  | <= 0,25                      |
| <b>τοξικές</b>      | > 25 - 200           | > 50 - 400   | > 0,25 – 1                   |
| <b>Επιβλαβείς</b>   | >200 - 2000          | > 200 - 2000   | > 1 - 5                      |

Πίνακας 6: Αποτελέσματα δοκιμών τοξικότητας

- Με τη δοκιμή της σταθερής δόσης προσδιορισμός της τοξικότητας.

Η τοξικότητα της ουσίας ή του παρασκευάσματος μπορεί να προσδιοριστεί με την μέθοδο της σταθερής δόσης χορηγουμένων σε ζώα από το στόμα. Η ταξινόμηση πραγματοποιείται βάσει της κρίσιμης δόσης. Κρίσιμη δόση λέγεται η προκαθορισμένη δόση 5, 50, 500 ή 2000 mg ανά Kg σωματικού βάρους, η οποία προκαλεί καταφανώς τοξικά αλλά όχι θανατηφόρα αποτελέσματα. Ο όρος "καταφανώς τοξικά" σημαίνει ότι η χορήγηση της ουσίας προκαλεί συμπτώματα τόσο σοβαρά ώστε η χορήγηση της αμέσως ανώτερης προκαθορισμένης δόσης αναμένεται ότι θα επέφερε το θάνατο.

Η δόση των 2000 mg/kg χρησιμοποιείται κυρίως ως πηγή πληροφοριών για ενδείξεις τοξικότητας που εμφανίζουν ουσίες οι οποίες έχουν χαμηλή οξεία τοξικότητα και δεν ταξινομούνται με βάση την οξεία τοξικότητα.

| Κατηγορία           | Κρίσιμη δόση             |
|---------------------|--------------------------|
|                     | (mg/Kg σωματικού βάρους) |
| <b>Πολύ τοξικές</b> | <5                       |
| <b>τοξικές</b>      | 5                        |
| <b>Επιβλαβείς</b>   | 50 - 500                 |

Πίνακας 7 : Αποτελέσματα δοκιμών τοξικότητας της μεθόδου σταθερής δόσης



- Όσον αφορά στις ουσίες για τις οποίες απαιτούνται οι πληροφορίες από τις ανωτέρω δοκιμές που περιγράφηκαν. Η ταξινόμηση και επισήμανση πρέπει να αναθεωρούνται, εάν είναι αναγκαίο, κάθε φορά που γίνονται γνωστές περισσότερες πληροφορίες.
- Όσον αφορά στις άλλες ουσίες, τα στοιχεία που απαιτούνται για την ταξινόμηση και επισήμανση μπορούν, εάν είναι αναγκαίο να ληφθούν από διάφορες πηγές π.χ. αποτελέσματα προηγούμενων δοκιμών, πληροφορίες που απαιτούνται από τους διεθνείς κανονισμούς μεταφοράς επικινδύνων ουσιών, πληροφορίες που προέρχονται από εργασίες αναφοράς και τη βιβλιογραφία ή πληροφορίες που είναι αποτέλεσμα πρακτικής εμπειρίας.

#### 2.4 Έρευνα και αντιμετώπιση της τοξικότητας των ουσιών

Ορισμένες ουσίες που χρησιμοποιήθηκαν σε διάφορους χώρους είναι τοξικές . Η χρήση τοξικών ουσιών δεν είναι βέβαιο ότι γίνεται ή έγινε (κατά το παρελθόν) σκόπιμα αλλά περισσότερο λόγω άγνοιας της συμπεριφοράς των ουσιών. Τα περισσότερα σύγχρονα υλικά δεν έχουν δοκιμαστεί στο χρόνο σε σχέση με τον άνθρωπο.

Όμως η ύπαρξή τους στην κατασκευή και η μακροχρόνια επίδρασή τους στον άνθρωπο υπάρχει το ενδεχόμενο να είναι τοξική. Για τον λόγο αυτό αναπτύσσονται σήμερα έρευνες και πειραματικές διαδικασίες στην προσπάθεια να εντοπιστεί και να ταξινομηθεί κατά κατηγορίες η τοξικότητα διαφόρων ουσιών.

#### 2.5 Ραδιενέργεια

Ένας ακόμα κίνδυνος που παρατηρήθηκε και αρχίζει να ερευνάται στο κτήριο είναι η ύπαρξη ραδιενέργειας μέσα σε αυτό. Σήμερα είναι ευρεία η χρήση της ραδιενέργειας (ερευνητική, διαγνωστική, θεραπευτική, τεχνολογική κλπ.). Η εκτεταμένη χρήση της όμως έχει επιφέρει πολλές αρνητικές επιπτώσεις στον τομέα της υγείας. Παρά τα λαμβανόμενα μέτρα από εθνικούς φορείς ελέγχου ραδιενεργών πηγών είναι αναπόφευκτη η αδυναμία πλήρους ελέγχου της αγοράς, διακίνησης, χρήσης και αποβολής τους. Η ανεξέλεγκτη αποβολή ραδιενεργών πηγών ή και αποβλήτων δημιουργεί κατά τα τελευταία δέκα χρόνια προβλήματα στις βιομηχανίες χάλυβα και ιδιαίτερα στις χαλυβουργίες ανακύκλωσης παλαιοσιδήρου. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην πιθανότητα ύπαρξης ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο με πιθανά επακόλουθα παρουσία ραδιενέργειας σε προϊόντα και παραπροϊόντα της βιομηχανίας. Είναι γνωστό ότι η χώρα μας εισάγει μεγάλες ποσότητες προϊόντων χάλυβα, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τους χάλυβες οπλισμού σκυροδέματος, στους οποίους οι εισαγωγές καλύπτουν το 35% περίπου της εγχώριας ζήτησης. Οι χάλυβες αυτοί προέρχονται σε μικρό ποσοστό από χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και σε μεγαλύτερο ποσοστό από άλλες χώρες. Αν θεωρήσουμε ότι τα προϊόντα των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης εξάγονται δια μέσω ενός υψηλού επιπέδου ποιότητας και

ελέγχου, σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσαμε να ισχυριστούμε το ίδιο και για τα προϊόντα άλλων τρίτων χωρών.

Η αυξανόμενη με αλματώδης ρυθμούς αποβολή ραδιενεργών υλικών στον παλαιοσίδηρο ανάγει το θέμα της ραδιενέργειας του χάλυβα σε ένα από τα σοβαρότερα μελλοντικά προβλήματα της χαλυβουργικής βιομηχανίας και του ελέγχου του οπλισμού του σκυροδέματος.

Ενδεχόμενη ρύπανση από ραδιενέργεια μέσα σε ένα κτήριο μπορεί να προκαλέσει η ύπαρξη ραδονίου. Το ραδόνιο παράγει φυσική ραδιενέργεια ιδιαίτερα επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και διεισδύει στα κτήρια από υπόγειους χώρους ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από δομικά υλικά, όπως π.χ. το τσιμέντο, που έχουν παραχθεί από πετρώματα περιέχοντα ουράνιο τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στην τοιχοποιία ή στα δάπεδα. Άλλα στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια είναι οι γρανίτες ή τα κεραμικά. Σε όλες τις περιπτώσεις η ρύπανση από ραδιενέργεια ελαττώνεται με καλό αερισμό του χώρου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΥΛΙΚΑ

#### 3.1 Πατροπαράδοτα υλικά

Συχνά η χρήση «πατροπαράδοτων» υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές την προβιομηχανική εποχή συνίσταται ως οικολογική επιλογή. Το κριτήριο του παραδοσιακού υλικού μολονότι δεν είναι πάντα αξιόπιστο είναι όμως ως ένα βαθμό αιτιολογημένο και είναι δυνατόν να χρησιμεύσει ως ένα αλλά όχι μοναδικό κριτήριο οικολογικής επιλογής. Οι παραδοσιακές κατασκευές περιέχουν την μελέτη γενεών μαστόρων, οι οποίοι έχουν μελετήσει και τις πρώτες ύλες (ευκολία συλλογής, μικρή ενσωματωμένη ενέργεια) αλλά και το τοπικό κλίμα (βιοκλιματική συμπεριφορά). Έτσι παρατηρώντας τις παραδοσιακές κατασκευές, έχουμε κατά κανόνα έτοιμες μελέτες που αναφέρονται στην θερμική συμπεριφορά του κτηρίου και στην οικολογική συμπεριφορά των υλικών.

Η σπατάλη ενέργειας άρχισε να πραγματοποιείται από τότε που η ενέργεια άρχισε να βρίσκεται σε αφθονία δηλαδή, μόλις τα τελευταία 60 χρόνια. Ο παραδοσιακός μάστορας, δεν είχε την πολυτέλεια της σπατάλης ενέργειας. Γι αυτό το λόγο οι κατασκευαστικές του λύσεις, ήταν απλές στην σύλληψη και οικολογικές. Εξάλλου τα παραδοσιακά υλικά δεν περιείχαν επιβλαβείς ουσίες, αφού τα υλικά προέρχονταν από την φύση χωρίς σημαντική επεξεργασία.



Εικόνα 11 : Κατασκευή παραδοσιακής κατοικίας



Εικόνα 12 : Ερειπωμένη παραδοσιακή κατοικία με ανακυκλώσιμα υλικά

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι σε μια παραδοσιακή κατοικία που ερειπώθηκε, δεν μένει σχεδόν τίποτα το ενοχλητικό στο οικόπεδο να τη θυμίζει εκτός από μερικούς λαξευμένους λίθους. Οι λίθοι αυτοί είναι εύκολο να επαναχρησιμοποιηθούν στην ανακατασκευή ενός ισομεγέθους κτηρίου στον χώρο της παλαιάς οικοδομής. Μικρού όγκου κατασκευές με τοιχοποιία από φυσικούς λίθους οι οποίες ανακυκλώνουν φυσικούς λίθους παλαιών κατασκευών του χώρου, είναι οικονομικότερο και απλούστερο να κατασκευαστούν από κατασκευές με οπλισμένο σκυρόδεμα.

Το πρόβλημα είναι ότι η πύκνωση των κοινωνικών διεργασιών, οικονομικές παράμετροι, η τεχνογνωσία που έχει χαθεί, η ευκολία και η ταχύτητα των σύγχρονων κατασκευών δεν μας επιτρέπουν γενικά τέτοιου τύπου λύσεις. Για τον λόγο αυτό όταν ένας μηχανικός σήμερα επιλέγει να στοχεύσει στην οικολογική συμπεριφορά ενός κτηρίου, συνήθως προσπαθεί να ελέγξει κυρίως την θερμική συμπεριφοράς του κελύφους του κτηρίου και τη δημιουργία θερμικής άνεσεως με την χρήση των φυσικών πόρων του συστήματος και κυρίως του ήλιου.

Όταν λοιπόν θέλουμε να ασχοληθούμε με τον οικολογικό σχεδιασμό πρέπει να λαμβάνεται σοβαρά υπ' όψη η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του τόπου. Αυτό γιατί η παραδοσιακή αρχιτεκτονική περιέχει σχεδιαστικά μηνύματα συλλογικού ασυνείδητου που εξελίχθηκαν ιστορικά. Έτσι το μοντέλο βελτιωνόταν διαρκώς κάτω από την κριτική των χρηστών. Δυστυχώς όσον αφορά στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική υπάρχουν ελάχιστες γραπτές εισηγήσεις που να τοποθετούν το σκεπτικό του σχεδιασμού των κατασκευαστών. Αυτό γιατί οι «μαστόροι» λειτουργούν κατά μεγάλο βαθμό (ακόμα και σήμερα) σε ένα μυστικιστικό πλαίσιο στο οποίο η κάθε κατασκευαστική ομάδα διατηρεί τα δικά της μυστικά που κρατάει για τον εαυτό της. Η ποιότητα της κατασκευαστικής σύνθεσης επιτυγχάνονταν μέσω του εγγενούς ανταγωνισμού ανάμεσα στις φατρίες και τις ομάδες που διεκδικούσαν τα εύσημα της βέλτιστης κατασκευής χωρίς δυστυχώς να διαδίδουν τη γνώση αυτή.

Ο αριθμός των παραδοσιακών υλικών είναι περιορισμένος και παραμένει σταθερός. Τα παραδοσιακά υλικά χρησιμοποιούνται επί μακρά χρονικά διαστήματα, ώστε οι τυχόν αρνητικές τους επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία πρέπει κατά τεκμήριο να είναι ήδη γνωστές. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι:

- Προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε κάποια αφθονία.
- Δεν περιλαμβάνονται σύνθετα νέα υλικά που δεν είναι δοκιμασμένα στον χρόνο.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και επιτρέπουν την εξοικονόμηση φυσικών πόρων.
- Οι εισροές ενέργειας κατά την καταργασία τους είναι γενικά χαμηλές καθότι δεν υπήρχαν τότε ούτε η τεχνογνωσία ούτε η τεχνολογία των σύγχρονων μεθόδων σπατάλης ενέργειας.
- Βρίσκονται κοντά στο τόπο κατασκευής μειώνοντας την ενσωματωμένη ενέργεια για τη μεταφορά.

Η κατασκευή του πατροπαράδοτου υλικού δεν πρέπει να αξιοποιείται πάντα ως πειστήριο του οικολογικού υλικού. Αρκεί να αναφερθούν τα μεταβιομηχανικά παραδείγματα των «παραδοσιακών» σωλήνων νερού από μόλυβδο και των «παραδοσιακών» χρωμάτων που περιέχουν βαρέα μέταλλα. Τα παραπάνω συνιστούν κίνδυνο για την δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Οι συνεχιστές της κατασκευής, οι σύγχρονοι μηχανικοί, επιδιώκοντας την επίλυση προβλημάτων με απόλυτα οικονομικά κριτήρια (εύκολη μελέτη, ισότροπα υλικά, ευκολία στην κατασκευή) σχεδιάζουν την κατασκευαστική λύση με πρότυπο ποιότητας τη βέλτιστη οικονομοτεχνική προσέγγιση. Όμως η συλλογιστική του σχεδιασμού, χωρίς την ευαισθησία που περιείχε ο σχεδιασμός και η κατασκευή των «μαστόρων» είναι εν γένει άκριτη, ανεύθυνη, χωρίς ευαισθησία και χωρίς οράματα. Η ανακάλυψη του οικολογικού και γενικότερα του αειφόρου σχεδιασμού των κατασκευών είναι επί της ουσίας η ανακάλυψη των χαμένων οραμάτων.

Για όλους του παραπάνω λόγους, η ανάγνωση της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής του τόπου οφείλει να γίνει πριν τον σχεδιασμό και την κατασκευή στον τόπο αυτό. Τα οικολογικά κριτήρια, πολλές φορές, βρίσκονται κρυμμένα μέσα της.

## 3.2 Γενικά Υλικά

### Λίθος

Οι λίθοι έχουν πολλές και διαφορετικές εφαρμογές στην κατασκευή και χρησιμοποιούνται σαν φέροντες οργανισμοί αλλά και ως δάπεδα ή διακοσμητικά στοιχεία. Οι δομικοί λίθοι ταξινομούνται σε τρεις κυρίως κατηγορίες:

- Πυριγενή πετρώματα (γρανίτες) είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά και σκληρά.
- Μεταμορφωσιγενή πετρώματα (μάρμαρο) είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά αλλά ολιγότερο των Πυριγενών
- Ιζηματογενή πετρώματα (ασβεστόλιθοι) λιγότερο ανθεκτικά από τα πυριγενή πετρώματα.

Στενά συνδεδεμένοι με την έννοια της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής οι λίθοι, κυρίως λόγω της μεγάλης τους θερμικής μάζας που τους καθιστά να συμπεριφέρονται σαν θερμική αποθήκη στο κτήριο. Το χαρακτηριστικό αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για κτήρια που βρίσκονται σε ακραίες καιρικές συνθήκες καθώς η θερμική μάζα του κτηρίου ισορροπεί τις ακραίες εναλλαγές της θερμοκρασίας του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η οικολογική επιβάρυνση που προκύπτει κατά τη χρήση των λίθων είναι η μεγάλη ενεργειακή απαίτηση της μεταφορά τους, καθώς επίσης και η ανεπανόρθωτη καταστροφή του τοπίου στο τόπο εξόρυξης τους. Η εντατική εκμετάλλευση ενός τοπίου για εξόρυξη λίθων, αφήνει συνήθως ένα τοπίο γυμνό χωρίς καμία δυνατότητα να επανενταχθεί στην αρχική του κατάσταση.

### Ξύλο

Το ξύλο στην βόρεια Ευρώπη και Αμερική αποτέλεσε κατασκευαστική λύση για πολλές δεκαετίες. Υπάρχουν πολλά εναλλακτικά συστήματα δόμησης με ξύλο. Τις τελευταίες δεκαετίες όμως η αυξανόμενη τιμή του ξύλου τώρα και με την οικονομική κρίση, καθώς και η συνήθης όχι και τόσο καλή ποιότητά του στην αγορά, οδήγησαν τους κατασκευαστές σε έναν προβληματισμό έναντι του ξύλου. Συνάμα και η αυξανόμενη οικολογική ευαισθησία για την καταστροφή των δασών αποτέλεσε συμπληρωματικό κριτήριο για τη χρήση άλλων υλικών έναντι του ξύλου.

Αξίζει όμως να συλλογιστούμε ότι το ξύλο είναι ένα ανανεώσιμο υλικό που απαιτεί πάρα πολύ μικρή σχετικά επεξεργασία έτσι ώστε να φτάσει στην τελική του προς χρήση μορφή. Τα οικολογικά κριτήρια που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για την χρήση του ξύλου είναι η προέλευση, η διαδικασία παραγωγής, ο τύπος επεξεργασίας καθώς και η ενέργεια που απαιτείται για τη μεταφορά.

Γενικά το ξύλο είναι ένα ζωντανό υλικό και εξακολουθεί να ζει ακόμη και όταν έχει ενσωματωθεί σε μία κατασκευή. Η ιδιότητά του αυτή καθορίζει και τους περιορισμούς που επιβάλλονται στη χρήση του. Τα παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται για τη προστασία του ξύλου περιέχουν εκτός από τους οργανικούς διαλύτες βιοκτόνα συστατικά που προκαλούν βλάβες στην ανθρώπινη υγεία και το οικοσύστημα. Το ξύλο είναι ανισόρροπο υλικό και δημιουργεί πολλές φορές εκπλήξεις στη διάρκεια της κατασκευής. Έρευνες για την αντικατάσταση του ξύλου γινόντουσαν από τις αρχές του 20ου αιώνα. Ο Johann Alex Eriksson προσπαθώντας να αντικαταστήσει το ξύλο

με ένα ισότροπο υλικό το οποίο θα είχε τα ίδια χαρακτηριστικά δηλαδή την καλή θερμική συμπεριφορά, τη μονολιθική κατασκευή καθώς και την ευκολία στην χρήση, και χωρίς τα μειονεκτήματα, την μη αντοχή σε πυρκαγιά και οργανική αποσύνθεση. Έτσι το 1924 εφηύρε το πρώτο ελαφροσκυρόδεμα το οποίο δεν βιοδιασπάται τόσο εύκολα όσο το ξύλο. Η οργανική αποσύνθεση του ξύλου χαρακτηρίζει το ξύλο σαν "οικολογικό" δομικό υλικό. Ο Eriksson δεν στόχευσε στην ιδιότητα αυτή. Εξάλλου η οικολογία είναι μια έννοια που άρχισε να μορφοποιείται συγχρόνως με την ανακάλυψη του Eriksson το πρώτο τέταρτο του εικοστού αιώνα.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που προκύπτει κατά τη συλλογή ξύλου είναι ότι η διαχείριση των δασών με κριτήριο τη μεγιστοποίηση του όγκου του ξύλου που είναι δυνατόν να λαμβάνεται σε σταθερή βάση έχει αλλοιώσει τα δασικά οικοσυστήματα. Ιδιαίτερα καταστροφικά είναι τα αποτελέσματα της μεγιστοποίησης της παραγωγής στα τροπικά δάση, όπου τεράστιες εκτάσεις αποψιλώνονται κάθε χρόνο για να ικανοποιηθεί η ζήτηση τροπικής ξυλείας στις βιομηχανικές χώρες. Τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της πίεσης των οικολογικών οργανώσεων και του κοινού γίνεται αντιστροφή των τάσεων αυτών και εφαρμόζονται διαχειριστικές μέθοδοι συμβατές με την κοινή αποδεκτή αρχή της αειφορείας. Για το σκοπό αυτό ένα σύνολο οικολογικών οργανώσεων, δασολόγων, καταναλωτών κ.α. δημιούργησαν τον οργανισμό Forest Stewardship Council (FSC) που συνέταξε κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών στην τροπική, την εύκρατη και τη ψυχρή ζώνη.

Η πιστοποίηση με το FSC δεν αφορά στην ποιότητα του ίδιου του ξύλου. Παρέχει όμως εγγύηση στον καταναλωτή ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιεί προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν έρχεται σε αντίθεση με τα κριτήρια για την αειφόρο διαχείριση των δασών.

## Σκυρόδεμα

Ένα ακόμα από τα υλικά που μπορεί εν κατακλείδι να αποτελέσει οικολογική λύση ως «το μη χείρον βέλτιστο» είναι το σκυρόδεμα. Η σύσταση του σκυροδέματος είναι η εξής: Αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό από αδρανή (σκύρα και άμμο), τσιμέντο και νερό. Μία ενδεικτική αναλογία είναι (53+26), 14, 7 %. Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που συνδέονται με το σκυρόδεμα εντοπίζονται κυρίως στα προβλήματα που συνεπάγεται η εξόρυξη των πρώτων υλών και η παραγωγή του τσιμέντου. Το τσιμέντο είναι η κύρια συνιστώσα για την παρασκευή σκυροδέματος. Τα αδρανή υλικά για να παραχθεί το τσιμέντο αναμειγνύονται σε κλιβάνους που θερμαίνονται μέχρι 1500°C. Απαιτούνται σύμφωνα με αυτή την αναλογία 1200 με 1500 κιλά αδρανή για να παραχθεί ένας τόνος τσιμέντου και έξι εκατομμύρια Btu ενέργεια (5-6 MJ/Kg ) ανάλογα με τη μέθοδο και το καύσιμο που χρησιμοποιείται. Επειδή σε γενική βάση οι εγκαταστάσεις παραγωγής είναι μακριά από την κατασκευή, η μεταφορά του σκυροδέματος απαιτεί και αυτή μεγάλη κατανάλωση ενέργειας.

Τα πλέον οικολογικά είναι μάλλον τα προκατασκευασμένα στοιχεία για τους εξής λόγους:

- Είναι ευκολότερη η παραγωγή του δομικού στοιχείου και το υλικό περιέχει λιγότερη ενσωματωμένη ενέργεια περίπου 4 MJ/Kg.
- Αξιοποιείται όλο το υλικό έτσι έχουμε μείωση του χαμένου υλικού, αφού το υλικό χυτεύεται με ακρίβεια σε καλούπια σε σχέση με τον ξυλότυπο της οικοδομής.
- Δεν είναι απαραίτητη η κοπή ξύλου για την κατασκευή ξυλοτύπων.

Άλλο πρόβλημα στο σκυρόδεμα είναι η χρήση προσθέτων όπως π.χ. αμιάντου (αμιαντοτσιμέντο) για το οποίο σήμερα υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι είναι καρκινογόνο. Αιτία είναι οι ίνες του αμιάντου που επικάθονται στους πνεύμονες ή και στο πεπτικό σύστημα. Όσον αφορά στο οπλισμένο σκυρόδεμα υπάρχει επίσης και ο κίνδυνος από τον οπλισμό σε περίπτωση που έχει εκτεθεί σε ραδιενέργεια.

Σημαντικό πρόβλημα επίσης στο σκυρόδεμα είναι ότι υπάρχουν τεράστιες ποσότητες σκυροδέματος που δεν ανακυκλώνονται. Έχει υπολογιστεί ότι σχεδόν 50.000.000 τόνοι από σκυρόδεμα αποβάλλονται στις χωματερές κάθε χρόνο στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ελάχιστο από το σκυρόδεμα αυτό επαναχρησιμοποιείται ή ανακυκλώνεται.

Το κόστος αυτών των αποβλήτων είναι τεράστιο και για το λόγο αυτό υπάρχουν σε εξέλιξη έρευνες για την προσπάθεια επανάχρησης του σκυροδέματος. Μέχρι σήμερα έχει αποδειχθεί εργαστηριακά (χωρίς να εφαρμοστεί στη βιομηχανία) ότι είναι δυνατός ο διαχωρισμός του οπλισμού από το σκυρόδεμα, αλλά είναι μία οικονομικά ασύμφορη διαδικασία. Για το λόγο αυτό τα ανακυκλούμενα σκυροδέματα χρησιμοποιούνται συνήθως σαν αδρανή για εξυγίανση οδοστρωμάτων, εδαφών κ.α.

## Μέταλλα

Προσπάθεια γίνεται να ενσωματωθούν τα μέταλλα στις διάφορες κατασκευές κυρίως αντικαθιστώντας το ξύλο για τους εξής λόγους:

- Είναι μακροσκοπικά ισότροπα σε αντίθεση με το ξύλο
- Έχουν μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές από το ξύλο.
- Διαμορφώνονται σε οποιαδήποτε διατομή
- Ανακυκλώνονται

Ενδεικτικά περιγράφεται η οικολογική συμπεριφορά ορισμένων από τα συνήθη χρησιμοποιούμενα μέταλλα:

- **Αλουμίνιο.** Το σημαντικότερο πρόβλημα του αλουμινίου έχει σχέση με την εξαιρετικά μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί η παραγωγή του από το βωξίτη. Η εξόρυξη και η κατεργασία του βωξίτη προκαλούν τοπική ρύπανση του αέρα και των νερών και αλλοίωση του τοπίου. Το αλουμίνιο είναι ανακυκλώσιμο υλικό αλλά η διεργασία ανακύκλωσής του είναι ενεργοβόρα.
- **Χάλυβας.** Η παραγωγή χάλυβα δημιουργεί σημαντική ρύπανση. Συγκριτικά με άλλα μέταλλα, η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή χάλυβα είναι μικρή. Για την αποφυγή διάβρωσης του χάλυβα συνήθως επιλέγεται επιφανειακή επεξεργασία με κράματα νικελίου και χρωμίου (κράματα βαρέων μετάλλων) ώστε να παραχθεί ανοξειδωτός χάλυβας. Τα κράματα αυτά εκπέμπουν βάρεα



μέταλλα κατά τη φάση παραγωγής. Κράμα του χάλυβα, ο ελαφρύς χάλυβας, έχει εφαρμοσθεί για την αντικατάσταση του οικοδομικού ξύλου. Ο χαλύβδινος σκελετός προσφέρεται για γρήγορη κατασκευή καθώς επίσης και για λύσεις μεγάλης αντοχής. Υπάρχει πλέον ευρεία εφαρμογή στο εξωτερικό τέτοιου τύπου κατασκευαστικών λύσεων οι οποίες αντιστοιχούν μορφολογικά σε ξύλινες κατασκευές. Τα μέταλλα όμως παρουσιάζουν άλλα προβλήματα σε σχέση με το ξύλο. Ο χάλυβας έχει 400 φορές μεγαλύτερη θερμοαγωγιμότητα από το ξύλο. Για το λόγο αυτό στην κατασκευή προκαλούνται πολλές θερμικές γέφυρες. Αυτό γεννά σειρά προβλημάτων όπως είναι η απαίτηση σημαντικής ενέργειας για ψύξη και θέρμανση του κτηρίου. Πολλές φορές επιλέγεται ο χάλυβας αντί της ξύλινης κατασκευής εξαιτίας της μεγάλης ικανότητάς του να ανακυκλώνεται. Ο χάλυβας όμως περιέχει μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια παραγωγής και μεγάλη ενσωματωμένη ενέργεια ανακύκλωσης ενώ παράλληλα δημιουργεί μεγάλη μόλυνση κατά τη διάρκεια παραγωγής του. Η βιομηχανία χάλυβα στις ΗΠΑ τη δεκαετία του 1980 ήταν υπεύθυνη για το 28% του συνολικά εκπεμπόμενου διοξειδίου του άνθρακα και το 95% του συνολικά εκπεμπόμενου οξειδίου του θείου υπεύθυνου για την όξινη βροχή.

- **Ψευδάργυρος.** Η εξόρυξη ψευδαργύρου προκαλεί εκπομπές καδμίου που είναι ιδιαίτερα επιβλαβές για τον ανθρώπινο οργανισμό. Ο ψευδάργυρος δεν είναι τοξικός, αντίθετα είναι αναγκαίος με τη μορφή ιχνοστοιχείων για τον ανθρώπινο οργανισμό. Είναι ανακυκλώσιμο υλικό όμως το κόστος ανακύκλωσής του είναι πολύ υψηλό και η ανακύκλωση είναι προς το παρόν ασύμφορη.
- **Μόλυβδος.** Ο μόλυβδος έχει τοξική επίδραση στους βιολογικούς οργανισμούς και η παραγωγή του είναι ενεργοβόρος. Όταν απορροφάται από τον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί αναιμία και άλλα προβλήματα όπως π.χ. στα οστά. Η χρήση του πρέπει να αποφεύγεται ιδιαίτερα στην περίπτωση χρωμάτων.
- **Χαλκός.** Άλατα χαλκού που εισέρχονται μέσω του δικτύου ύδρευσης στο πεπτικό σύστημα μπορούν να προκαλέσουν δυσφορία, ανωμαλίες ακόμη και φλεγμονές. Ο χαλκός είναι ανακυκλώσιμο υλικό και το κόστος για την ανακύκλωσή του είναι χαμηλό.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ & ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΕΣ**

#### *4.1. Εισαγωγή*

Η εισήγηση επικεντρώνεται σε μία μόνο παράμετρο από τις πολλές που συνδέονται με τα Δημόσια Εργαστήρια Δημοσίων Έργων. Συγκεκριμένα παρουσιάζεται ο εποπτικός-ελεγκτικός ρόλος που μπορεί τα Εργαστήρια αυτά να παίξουν στα θέματα των δομικών υλικών, στα πλαίσια ενός ευρύτερου σχήματος που προτείνεται να δημιουργηθεί για το σκοπό αυτό στη Γενική Διεύθυνση Ποιότητας Δημοσίων Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ. Τα δομικά υλικά αντιπροσωπεύουν το 40% της συνολικής κατασκευαστικής δραστηριότητας της χώρας, το οποίο αντιστοιχεί σε περίπου 5 δισεκατομμύρια € με στοιχεία του 2002 ή 7 δισεκατομμύρια € για το 2006 (με βάση τις εκτιμήσεις του Ινστιτούτου Οικονομίας Κατασκευών για την κατασκευαστική δραστηριότητα).

#### *4.2. Το ευρωπαϊκό θεσμικό πλαίσιο*

Από τις βασικές αρχές της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η ελεύθερη διακίνηση των προϊόντων ανάμεσα στις χώρες-μέλη. Απαιτείται για το σκοπό αυτό η τεχνική εναρμόνιση μέσω της έκδοσης σχετικών κοινοτικών Οδηγιών (Νέας Προσέγγισης), όπου καθορίζονται οι βασικές απαιτήσεις με τις οποίες θα πρέπει να συμμορφώνεται ένα προϊόν για να είναι δυνατή η ελεύθερη κυκλοφορία του. Επιπλέον, σε κατάλληλα ευρωπαϊκά πρότυπα, πρέπει να καθορίζονται οι τεχνικές προδιαγραφές των προϊόντων. Μετά τη θέσπιση των παραπάνω απαιτήσεων είναι δυνατή και η θέσπιση κοινών τρόπων για την εφαρμογή τους, κοινών μεθόδων συμμόρφωσης και ελέγχου των προϊόντων καθώς και κοινών κανόνων σήμανσης (σήμανση CE) χωρίς την οποία τα υλικά δεν επιτρέπεται να κυκλοφορήσουν. Μία από τις Οδηγίες Νέας Προσέγγισης - η 89/106/ΕΟΚ - αναφέρεται στα δομικά υλικά («Προϊόντα Δομικών Κατασκευών») και καλύπτει ένα ευρύτατο φάσμα προϊόντων. Σε εφαρμογή της Οδηγίας αυτής έχει εκδοθεί πολύ μεγάλο πλήθος ευρωπαϊκών προτύπων. Η συμμόρφωση των προϊόντων με τις απαιτήσεις της Οδηγίας αυτής και των ευρωπαϊκών προτύπων δίνει στον παραγωγό τους το δικαίωμα για τη χρήση του σήματος CE και την ελεύθερη διακίνηση στον ευρωπαϊκό χώρο χωρίς περαιτέρω ελέγχους. Η σήμανση CE είναι η “άδεια” που αποκτά το προϊόν για να είναι δυνατή η εισαγωγή του στην ευρωπαϊκή αγορά και αναφέρεται στις αρχικές προϋποθέσεις, οι οποίες περιγράφονται στην Οδηγία 89/106/ΕΟΚ και στα αντίστοιχα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα. Η, στη συνέχεια, παρακολούθηση της “συμπεριφοράς” του υλικού κατά τη διάρκεια της “εμπορικής” ζωής του αποτελεί αντικείμενο της εποπτείας της αγοράς, που πρέπει να επιβεβαιώσει ότι οι αρχικές προϋποθέσεις συνεχίζουν να τηρούνται. Τα Κράτη – Μέλη διατηρούν το δικαίωμα να απαγορεύσουν ή να περιορίσουν την κυκλοφορία ή να απαιτήσουν την απόσυρση ενός προϊόντος όταν αποδειχθεί ότι αυτό δεν καλύπτει τις απαιτήσεις της Οδηγίας (ρήτρα διασφάλισης). Επομένως απαιτείται τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης να καθιερώσουν έναν τρόπο εποπτείας της αγοράς ώστε να είναι

σε θέση να παρακολουθούν τη συμπεριφορά των δομικών υλικών που κυκλοφορούν στην αγορά της εθνικής τους δικαιοδοσίας. Μέχρι σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν έχει κινηθεί προς την κατεύθυνση εναρμόνισης των τρόπων εποπτείας της αγοράς, αφήνοντας τις σχετικές ρυθμίσεις στα Κράτη – Μέλη. Επισημαίνεται ότι, πλην του συστήματος 1+ για τη βεβαίωση της συμμόρφωσης (όπου ο εμπλεκόμενος αναγνωρισμένος οργανισμός εκτελεί ο ίδιος δειγματοληψίες και ελέγχους των υλικών που κυκλοφορούν), σε όλα τα άλλα συστήματα βεβαίωσης της συμμόρφωσης δεν υπάρχει πρόβλεψη ελέγχων κατά την κυκλοφορία των υλικών στην αγορά. Αυτό αφήνει πολλά περιθώρια για διαστρέβλωση της λογικής της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ και μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη εκφυλισμό της σήμανσης CE με αποτελέσματα καταστροφικά, τόσο για τους συνεπείς παραγωγούς που τηρούν τις απαιτήσεις της Οδηγίας όσο και για τους καταναλωτές. Το προηγούμενο ισχύει ακόμα και σε συστήματα (2, 2+) όπου υπάρχει εμπλοκή αναγνωρισμένου οργανισμού, δεδομένου ότι η εμπλοκή αυτή περιορίζεται σε επιτήρηση σε επίπεδο συστήματος ελέγχου της παραγωγής (δεν περιλαμβάνει δειγματοληψίες και δοκιμές των προϊόντων) και είναι επομένως δυνατή η εξαπάτηση του οργανισμού από μη αξιόπιστους παραγωγούς. Για να διατηρηθεί λοιπόν η αξιοπιστία της σήμανσης CE και να αποκλειστεί τόσο ο αθέμιτος ανταγωνισμός όσο και η απώλεια της εμπιστοσύνης των καταναλωτών, η εποπτεία της αγοράς είναι απαραίτητη. Αναπόσπαστο συστατικό της εποπτείας της αγοράς είναι και η πραγματοποίηση δειγματοληψιών και ελέγχων στα κυκλοφορούντα δομικά υλικά, πράγμα που προϋποθέτει την ύπαρξη κατάλληλων εργαστηρίων και εκπαιδευμένου προσωπικού. Τα Δημόσια Εργαστήρια Δημοσίων Έργων είναι σε θέση να παιξουν αυτό το ρόλο, διαθέτοντας εγκαταστάσεις, εξοπλισμό και εμπειρία.

### *4.3. Η σημερινή κατάσταση στην Ελλάδα*

#### *4.3.1. Υποχρεώσεις εφαρμογής του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου*

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, υπάρχει η υποχρέωση της Πολιτείας έναντι της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και έναντι των πολιτών της να εξασφαλίσει τη σωστή κυκλοφορία των δομικών υλικών (με την εφαρμογή της σήμανσης CE) καθώς και την ανάλογη εποπτεία της αγοράς. Η Οδηγία 89/106/ΕΟΚ ενσωματώθηκε στο ελληνικό δίκαιο με το Προεδρικό Διάταγμα 334/11-10-1994 (ΦΕΚ Α' 176/25-10-94), με το οποίο ορίζεται το Υπουργείο Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας (Υπουργείο Ανάπτυξης) ως αρμόδιο, με περιορισμένη εμπλοκή του ΥΠΕΧΩΔΕ. Μέχρι σήμερα έχουν υλοποιηθεί ελάχιστα πράγματα από τις επιταγές της Οδηγίας 89/106/ΕΟΚ, παρά το ότι σε ευρωπαϊκό επίπεδο τα πράγματα εξελίσσονται με αλματώδεις ρυθμούς.

Υπάρχουν αυτή τη στιγμή περίπου 200 πρότυπα δομικών υλικών σε ισχύ, από τα οποία περισσότερα από 100 είναι ήδη υποχρεωτικής εφαρμογής (όπως για τσιμέντο, αδρανή για διάφορες χρήσεις, δομική άσβεστος, κονιάματα, πρόσθετα σκυροδέματος, κυβόλιθοι, πλάκες πεζοδρομίου, προϊόντα γύψου, γεω-υφάσματα κ. ά. ) και σχεδόν όλα τα υπόλοιπα θα τεθούν σε υποχρεωτική εφαρμογή μέσα στο 2006 (όπως για τούβλα, κεραμίδια, προϊόντα από φυσικούς λίθους κ.ά.). Επιπλέον υπάρχουν ή εκπονούνται και τα αντίστοιχα πρότυπα για τις μεθόδους δοκιμών. Κανένα από τα παραπάνω πρότυπα δεν έχει καλυφθεί με τις απαιτούμενες ενέργειες από το Ελληνικό Κράτος (μετάφραση, έκδοση σχετικών Υπ. Αποφάσεων κτλ). Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το τσιμέντο, για το οποίο έχει εκδοθεί το εναρμονισμένο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 197-1:2000 που έχει καλυφθεί και νομοθετικά και λειτουργούν τα προβλεπόμενα

σχήματα πιστοποίησης του προϊόντος (και αυτό λόγω πίεσης από τους παραγωγούς του προϊόντος, οι οποίοι είχαν το οικονομικό ενδιαφέρον διάθεσής του στην ευρωπαϊκή αγορά)ι.

Σημειώνεται βέβαια ότι οι παραγωγοί των προϊόντων είναι δυνατό να προχωρήσουν σε εφαρμογή των παραπάνω προτύπων χωρίς να περιμένουν να προηγηθούν οι ενέργειες από πλευράς Κράτους, όπως και πράγματι έχει γίνει σε κάποιες περιπτώσεις. Χωρίς όμως την απαιτούμενη νομοθετική "τακτοποίηση" η ρύθμιση δεν εφαρμόζεται από όλους, με αποτέλεσμα στρεβλώσεις στην αγορά κτλ. Ενδεικτικά αναφέρονται τα αδρανή υλικά, για τα οποία είναι υποχρεωτική η εφαρμογή των ευρωπαϊκών προτύπων από 1.6.2004: από τα 230 λατομεία που λειτουργούν στον ελληνικό χώρο, μόνο 3 (;) έχουν προχωρήσει μέχρι σήμερα στις σχετικές ενέργειες και διαθέτοντα προϊόντα τους με σήμανση CE.

Συμπερασματικά, μέχρι σήμερα, ελάχιστα έχουν γίνει στα θέματα των δομικών υλικών σχετικά με την εφαρμογή της σήμανσης CE και ακόμα λιγότερα σχετικά με την εποπτεία της αγοράς.

#### 4.3.2. Υποχρεώσεις τήρησης των Εθνικών Κανονισμών

Εκτός από τα θέματα εφαρμογής του ευρωπαϊκού θεσμικού πλαισίου υπάρχουν και τα θέματα τήρησης των σχετικών με δομικά υλικά Εθνικών Κανονισμών, όπως π.χ. του Κανονισμού Τεχνολογίας Χαλύβων (όπου δεν υπάρχει ακόμη εναρμονισμένο ευρωπαϊκό πρότυπο). Υπάρχει σήμερα σε ισχύ η Υπ. Απόφαση Δ14/43309/5-3-2001 του ΥΠΕΧΩΔΕ σχετικά με δειγματοληψίες και έλεγχο δομικών υλικών. Η Απόφαση αυτή εφαρμόστηκε για κάποιο χρονικό διάστημα αλλά αποσπασματικά, χωρίς τη δυνατότητα συντονισμού σε εθνικό επίπεδο και χωρίς τις απαραίτητες προϋποθέσεις (π.χ. νομική κάλυψη των επιτροπών που έκαναν τις δειγματοληψίες). Τα αποτελέσματα δεν ήταν ουσιαστικά και σήμερα παραμένει τυπικά σε ισχύ αλλά δεν εφαρμόζεται.

#### 4.4. Οι διαπιστώσεις

Η Οδηγία 89/106/ΕΟΚ αντιμετωπίζει τα δομικά υλικά όχι ως ανεξάρτητα βιομηχανικά προϊόντα αλλά ως προοριζόμενα να ενσωματωθούν σε τεχνικά έργα, και στις συνθήκες αυτές (δηλαδή ενσωματωμένα σε τεχνικά έργα) απαιτεί ικανοποίηση των βασικών απαιτήσεων. Προκύπτει επομένως η ανάγκη ενός αρμόδιου φορέα που θα είναι σε θέση να διαχειριστεί τόσο τα δομικά υλικά καθαυτά όσο και, κυρίως, την ενσωμάτωσή τους σε έργα.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης, στο οποίο ανατίθενται οι κύριες αρμοδιότητες με βάση το Π.Δ. 334/94, δεν έχει καμία σχέση με την κατασκευή των έργων στα οποία ενσωματώνονται τα δομικά υλικά. Επιπλέον δεν διαθέτει προσωπικό με εξειδικεύσεις στα θέματα δομικών υλικών και επαρκές σε πλήθος ώστε να υλοποιηθούν, υπό ενιαίο σχήμα, όλες οι λειτουργίες που αναφέρονται στα δομικά υλικά καθώς και στη συμμετοχή των δομικών υλικών στην κατασκευή έργων. Δεν διαθέτει επίσης ούτε αντίστοιχες εργαστηριακές υποδομές. Απαιτείται επομένως να καθοριστεί κάποιο άλλο

οργανωτικό σχήμα, το οποίο θα αναλάβει τη διαχείριση των σχετικών με τα δομικά υλικά θεμάτων, τόσο ως προς την εναρμόνιση με το νέο ευρωπαϊκό πλαίσιο όσο και ως προς την, σε εθνική κλίμακα, ομοιόμορφη αντιμετώπιση.

Σημειώνεται ότι υπάρχει ένας ολόκληρος κατάλογος θεμάτων που σχετίζονται με τα νέα ευρωπαϊκά πρότυπα, όπως η σύνταξη διακηρύξεων και προδιαγραφών για τις νέες μελέτες και τα νέα έργα, η επίλυση των προβλημάτων της μεταβατικής περιόδου για τα εκτελούμενα έργα, η συνεχής παρακολούθηση των σχετικών εξελίξεων κ. ά. Εκτιμάται λοιπόν ότι το Υπουργείο Ανάπτυξης δεν είναι το κατάλληλο να αναλάβει το έργο αυτό και προτείνεται, αντί αυτού, το ΥΠΕΧΩΔΕ. Στο Υπουργείο αυτό υπάρχει ήδη μεγάλο μέρος των απαιτούμενων μηχανισμών, στους οποίους συμπεριλαμβάνονται και οι αναγκαίες εργαστηριακές υποδομές συνοδευόμενες από την αντίστοιχη εμπειρία του προσωπικού.

#### *4.5. Η πρόταση*

Κεντρική ιδέα αποτελεί επομένως η ανάθεση όλων των θεμάτων που σχετίζονται με την Οδηγία 89/106/ΕΟΚ, αλλά και γενικότερα με τα δομικά υλικά, στο ΥΠΕΧΩΔΕ αντί του Υπ. Ανάπτυξης. Ως αρμόδια αρχή προτείνεται η Διεύθυνση Εποπτείας Δομικών Υλικών (ΔΕΔΥ) της Γενικής Διεύθυνσης Ποιότητας Δημοσίων Έργων του ΥΠΕΧΩΔΕ, που θα ιδρυθεί για το σκοπό αυτό. Προτείνεται επομένως ένα οργανωτικό σχήμα που θα περιλαμβάνει τα εξής:

- Διεύθυνση Εποπτείας Δομικών Υλικών (ΔΕΔΥ), η οποία θα έχει την συνολική ευθύνη
- Συμβούλιο Εποπτείας της Αγοράς Δομικών Υλικών (ΣΕΑΔΥ), το οποίο θα εξετάζει τα σχετικά θέματα και θα εισηγείται στη ΔΕΔΥ
- Νομικό Γραφείο (ΝΓ), το οποίο θα παρέχει την απαιτούμενη νομική υποστήριξη
- Δίκτυο Δημοσίων Εργαστηρίων, τα οποία θα διαθέτουν τον εξοπλισμό, το προσωπικό και την εμπειρία που απαιτούνται για τις δειγματοληψίες, τους ελέγχους κ.ά. Το σχήμα που προτείνεται θα καλύπτει, πέραν των υλικών που υπάγονται στην Οδηγία 89/106/ΕΟΚ, και υλικά που υπάγονται σε Εθνικούς Κανονισμούς. Σε σχετική μελέτη που έχει υποβληθεί στο ΥΠΕΧΩΔΕ (2004) υπάρχει λεπτομερής ανάλυση των παραπάνω καθώς και πλήρη κείμενα των προτεινόμενων νομοθετικών ρυθμίσεων.

#### *4.6. Το συμπέρασμα*

Τα Δημόσια Εργαστήρια μπορεί λοιπόν να αποτελέσουν, συνδεδεμένα σε ένα Δίκτυο Εργαστηρίων και ενσωματωμένα στην Γενική Διεύθυνση Ποιότητας Δημοσίων Έργων, τον "εκτελεστικό βραχίονα" μιας οργανωτικής δομής η οποία θα καλύπτει όλα τα θέματα των δομικών υλικών. Διαθέτουν τον εξοπλισμό, το προσωπικό και την απαιτούμενη εμπειρία ώστε να φέρουν σε πέρας την αποστολή αυτή.

Η διαπίστευση των Δημοσίων Εργαστηρίων (ISO 17025), η οποία έχει ήδη αρχίσει να υλοποιείται, είναι ένα επιπλέον πλεονέκτημα που θα τους εξασφαλίσει την απαιτούμενη έξωθεν καλή μαρτυρία.

Με το προτεινόμενο οργανωτικό σχήμα πρόκειται επομένως να καλυφθεί:

- Το έλλειμμα που υπάρχει στις υποχρεώσεις της Πολιτείας προς τους πολίτες της, όσον αφορά την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής που περιμένουν από τα κατασκευαζόμενα (δημόσια και ιδιωτικά) τεχνικά έργα και τα χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά
- Το έλλειμμα που υπάρχει στις υποχρεώσεις της Πολιτείας προς την Ευρωπαϊκή Ένωση, όσον αφορά την εφαρμογή της κοινοτικής νομοθεσίας σχετικά με τα δομικά υλικά με το περίσσειμα που υπάρχει σε πόρους, δηλαδή σε:
  - i. Εγκαταστάσεις και εξοπλισμό
  - ii. Εξειδικευμένο προσωπικό (περισσότερα από 500 άτομα, από τα οποία τα 125 πανεπιστημιακού επιπέδου)

#### 4.7 Ενεργειακή επιθεώρηση και Επιθεωρητές Ενέργειας

Λαμβάνοντας υπόψη τα νέα παγκόσμια δεδομένα είναι πλέον αναγκαία η ενεργειακή οικονομία, καταυτόν τον τρόπο θεσμοθετήθηκε και στη χώρα μας η ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων σύμφωνα με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), με το Προεδρικό Διάταγμα για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, αλλά και τη σύσταση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο κανονιστικό πλαίσιο θεσμοθετείται ένας νέος ενεργειακός κανονισμός, που δίνει σαφείς οδηγίες και κατευθύνσεις για την ορθολογική ενεργειακή μελέτη των κτιρίων και που επιτρέπει τη γρήγορη και μη δαπανηρή επιθεώρηση των κτιρίων. Ενεργειακή επιθεώρηση λοιπόν ορίζεται η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.

Ποιο συγκεκριμένα, με το προεδρικό διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτηρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων Κλιματισμού» (ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010) προβλέφθηκε τόσο η δημιουργία σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών που θα διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις Ενεργειακός Επιθεωρητής, σαν ορισμός, είναι κάθε φυσικό ή νομικό πρόσωπο ικανό να διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Νομικό Πρόσωπο, για την περίπτωση του παρόντος, νοείται εταιρεία οιασδήποτε εταιρικής μορφής, της οποίας τα μέλη - εταίροι, που έχουν τα προσόντα που ορίζονται με το παρόν, κατέχουν ατομική άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή. Οι Ενεργειακοί Επιθεωρητές εγγράφονται στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών και τους χορηγείται αντίστοιχη Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή Α΄ και Β΄ τάξης (με ισχύ δέκα ετών), όπως παρακάτω:

- (Α) Κτιρίου  
(Β) Λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης  
(Γ) Εγκαταστάσεων Κλιματισμού, κατά την οποία

- Η Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή Κτιρίου Α' τάξης, αφορά στη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων μόνο σε κτίρια κατοικίας συνολικής επιφάνειας έως 1000m<sup>2</sup>
- Η Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή Κτιρίου Β' τάξης, αφορά στη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτίρια ανεξαρτήτως επιφάνειας και χρήσης.

Με το Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική – οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ)» (ΦΕΚ 132/Α/2010) θεσπίζεται διαδικασία ελέγχου και επιβολής κυρώσεων. Στην Ελλάδα, όπου ο κτιριακός τομέας καταναλώνει το περίπου 1/3 της παραγόμενης ενέργειας και το κτιριακό απόθεμα είναι από τα πιο «ενεργειακά σπάταλα» στην Ευρώπη, υπάρχουν σημαντικά περιθώρια εξοικονόμησης στη θέρμανση, στον κλιματισμό και στο φωτισμό και με τις ρυθμίσεις αυτές είναι επιθυμητό να ξεκινήσει και στη χώρα μας η ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων και η αξιοποίηση του τεράστιου δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας.

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και κλιματικής αλλαγής, το πρώτο βήμα για την επίτευξη αυτού του στόχου είναι η θεσμοθέτηση της διαδικασίας των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων και της έκδοσης Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης και η καταχώριση τους σε ειδικό Αρχείο που θα τηρείται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων. Με τη συλλογή, επεξεργασία και μελέτη των αποτελεσμάτων από τον έλεγχο των Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης, αλλά και των επιθεωρήσεων των λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού θα είναι δυνατή όχι μόνο η αναβάθμιση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος, αλλά και η εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων που θα οδηγήσουν στη λήψη περαιτέρω μέτρων στοχεύοντας σε ουσιαστικές βελτιώσεις του κτιριακού τομέα.

Αναμφίβολα, σε μια εξαιρετικά δυσμενή οικονομική συγκυρία και ιδιαίτερα για τον κατασκευαστικό κλάδο που διανύει μια έντονη περίοδο ύφεσης, τόσο ο ΚΕΝΑΚ όσο και η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων τίθεται σαν στόχος να συμβάλλουν στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, καθώς και στην ανταγωνιστικότητα των καθαρών τεχνολογιών.

Επίσης, με τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και την έκδοση Πιστοποιητικών Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων, η αγορά ακινήτων εφοδιάζεται με ένα πολύτιμο εργαλείο άμεσα σχετιζόμενο με την αξία του ακινήτου. Ένα εργαλείο πολύτιμο τόσο για την κτηματαγορά, όσο και για τον εκάστοτε αγοραστή ή μισθωτή, καθώς θα αποτελεί ένα πραγματικό στοιχείο προστιθέμενης ή μη αξίας επί του ακινήτου.

Ο στόχος εξάλλου, όπως άλλωστε εκφράζεται από τη νέα Ευρωπαϊκή Οδηγία για την Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων (Οδηγία 2010/31/ΕΕ), είναι ότι έως τις 31.12.2020 όλα τα νέα κτίρια να αποτελούν κτίρια με σχεδόν μηδενική κατανάλωση ενέργειας.

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Με βάση την οικολογία αναλύσαμε το κτήριο και τα δομικά υλικά αυτού και έχοντας ως παρανομαστή την σωματική και ψυχική υγεία του ανθρώπου όσο και το βέλτιστο και οικονομικό αλλά και πρακτικό όφελος που μπορούμε να έχουμε στις σημερινές κρίσιμες για την ανθρωπότητα συνθήκες.

Στο βωμό του χρήματος και τις μαζικής εμπορευματοποίησης παρατηρήσαμε τι προβλήματα μπορούν να προκύψουν από την χρήση των φθηνών σημερινών υλικών, αλλά και τα ζωτικής σημασίας ωφέλει των πατροπαράδοτων οικολογικών υλικών βάση όμως της χρήσης της σημερινής τελευταίας λέξης της τεχνολογίας. Με αργά βήματα η ανθρώπινη κοινωνία του σήμερα παρατηρεί δια μέσου των προβλημάτων άλλα και άλλων μελετών την αναγκαιότητα της στροφής μας προς ορθολογικότερη σκοπιά σε όλους τους τομείς, καιριότερος όλων το σπίτι το οποίο ζούμε και η πόλη μας. Βάση της επιστημονικής μελέτης και πειραματικών διαδικασιών αντιλαμβανόμαστε το κάθε ζήτημα που προκύπτει στην δόμηση και το προσαρτήζουμε στην εθνική και παγκόσμια νομοθεσία, οι έλεγχοι γίνονται όλο ένα και ποιοτικότεροι καθώς παρατηρούμε με σταθερά αλλά αργά βήματα τα οποία χωράνε βελτίωση. Το βασικότερο όλων είναι η επιτάχυνση της ανάπτυξης της οικολογικής συνείδησης τόσο μαζικά όσο ατομικά.

Έχοντας λάβει και εξετάσει όλα αυτά τα δεδομένα αυτό που μας υποδεικνύεται εδώ είναι η αρχή περισσότερης ευαισθητοποίησης όλων μας πάνω στα ζητήματα οικολογικής δόμησης για να καλυτερεύσουμε το σημερινό επίπεδο ζωής μας αλλά και τις συνθήκες και υποδομές διαβίωσης των αυριανών γενεών.



## **BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, Ελένη. Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική – Παθητικά ηλιακά Συστήματα. University Studio Press, 1985.
2. Γεωργιάδου, Έλλη. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και καθαρές τεχνολογίες Δόμησης. Θεσσαλονίκη, Παρατηρητής, 1996.
3. Ενεργειακός Σχεδιασμός. Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες. Μαλλιάρης Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1994.
4. Κοσμόπουλος Πάνος, **Περιβαλλοντική αντίληψη του αστικού χώρου, University studio press, 1994, ISBN:960-12-0423-7**
5. Οικολογική Δόμηση. Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (ΔΙΠΕ) & ΥΠΕΧΩΔΕ Δ/ση οικιστικής πολιτικής και κατοικίας. Εκδόσεις Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα Ιούνιος 2000.
6. Παπαδόπουλος, Μιχάλης και Κλειώ Αξαρλή. Ενεργειακός Σχεδιασμός και παθητικά ηλιακά συστήματα. Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη Α.Ε., 2006.
7. A Green Vitruvius. Principle and practice of sustainable Architectural Design. JamesxJames, 1999.
8. Lechner Norbert, Heating, Cooling, Lighting. Design methods for Architects, Second edition 2001.
9. Schittich, Christian (Ed). Solar Architecture in Detail, Strategies Visions Concepts. Birkhauser, Edition Detail.
10. Wachbergen, M. Αξιοποίηση της Ηλιακής Ενέργειας στην κατασκευή των κτιρίων. Εκδόσεις Μ.Γκιούρδας, 1988.
11. Ευθυμιόπουλος Ηλίας - συντονιστής, «Οικολογική Δόμηση» ελληνικά γράμματα, Αθήνα 2000

### **Ιστοσελίδες**

12. <http://www.cres.gr/>
13. <http://www.bre.co.uk/>
14. <http://www.iea.org/>
15. <http://www.squ1.com/>
16. <http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/mulcom/index.html>
17. <http://www.cibse.org>
18. [www.galeriacollection.com/naturalcork/](http://www.galeriacollection.com/naturalcork/)
19. [www.greensage.com](http://www.greensage.com)
20. [www.buildinggreen.com](http://www.buildinggreen.com)
21. [www.longleaflumper.com](http://www.longleaflumper.com)

### **Περιοδικά**

22. Περιοδικό Detail
23. Περιοδικό Solar Energy
24. Περιοδικό Energy and Buildings
25. Περιοδικό Building and Environment
26. Περιοδικό Architectural Science review
27. Περιοδικό Lighting research and technology
28. Περιοδικό Sun & Shadow

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΑΠΟ ΚΤΗΡΙΑΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟΥ ΚΑΙ ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΛΑΥΡΙΟΥ.











