



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

# Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Πράσινη Ανακαίνιση κατοικιών

---

Κυριάκος Μονδάνος

A.M.:46550

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2021



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Διπλωματική Εργασία

# Βιοκλιματικός Σχεδιασμός και Πράσινη Ανακαίνιση κατοικιών

---

Κυριάκος Μονδάνος

A.M.:46550

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2021

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δρ. Γιάννα Ατανάσοβα- Νικολαΐδου	PhD	
2	Δρ. Γεώργιος Εξαρχάκος	PhD	
3	Αντώνιος Τσικριτσής	MSc	

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Κυριάκος Μονδάνος του Λεωνίδα, με αριθμό μητρώου 46550 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών

Κυριάκος Μονδάνος



Copyright © Κυριάκος Μονδάνος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν την χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

## **Περιεχόμενα**

<i>Ευχαριστίες</i> .....	8
<i>Περίληψη</i> .....	9
<i>Abstract</i> .....	10
<i>Κεφάλαιο 1</i> .....	11
1.1 <i>Κλιματική αλλαγή και συνέπειες</i> .....	11
1.2 <i>Μέτρα μείωσης κατανάλωσης ενέργειας</i> .....	13
1.3 <i>Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση</i> .....	14
1.4 <i>Χαρακτηριστικά κτιριακού συνόλου στην Ελλάδα</i> .....	15
1.5 <i>Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ελλάδα</i> .....	17
1.6 <i>Νέος κανονισμός για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.)</i> .....	23
<i>Κεφάλαιο 2</i> .....	24
2.1 <i>Βασικές αρχές οικολογικού σχεδιασμού ενός κτιρίου</i> .....	24
2.2 <i>Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός</i> .....	26
2.3 <i>Οφέλη Βιοκλιματικού Σχεδιασμού</i> .....	30
2.4 <i>Ενεργητικά και Παθητικά συστήματα</i> .....	31
2.5 <i>Χαρακτηριστικά βιοκλιματικού σχεδιασμού</i> .....	31
2.5.1 <i>Προσανατολισμός</i> .....	31
2.5.2 <i>Σκίαση</i> .....	33
2.5.3 <i>Αερισμός</i> .....	36
2.5.4 <i>Φυσικός φωτισμός</i> .....	40
2.6 <i>Εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας</i> .....	42
2.7 <i>Μειονεκτήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού</i> .....	44
<i>Κεφάλαιο 3</i> .....	46
3.1 <i>Ατμοσφαιρική ρύπανση και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία</i> .....	46
3.2 <i>Ταξινόμηση ρύπων</i> .....	47
3.3 <i>Τοξικότητα δομικών προϊόντων</i> .....	49
3.4 <i>Ανάλυση ορισμένων τοξικών ουσιών</i> .....	52
3.4.1 <i>Ραδόνιο</i> .....	52
3.4.2 <i>Βαρέα μέταλλα</i> .....	56
3.4.3 <i>Αμίαντος</i> .....	57
3.4.4 <i>Μόλυβδος</i> .....	59
3.4.5 <i>Μεταλλικές ίνες</i> .....	59

Κεφάλαιο 4 .....	61
4.1 Φάσεις ζωής κτιρίου .....	61
4.2 Στάδια ζωής οικοδομικών υλικών .....	62
4.3 Περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της συμβατικής δόμησης.....	64
4.4 Ανακαίνιση των αστικών κατοικιών .....	65
4.5 Κοινωνικά και πολιτισμικά βιώσιμες κατοικίες .....	67
4.6 Περιβαλλοντικές συνέπειες λόγω ανακαίνισης.....	68
4.7 Ορισμός της πράσινης ανακαίνισης .....	72
4.8 Αναγκαιότητα της πράσινης ανακαίνισης.....	75
4.9 Αποτελεσματικότητα της πράσινης ανακαίνισης .....	76
4.10 Είδη ανακαινίσεων .....	78
4.10.1 Μεγάλη ή βαριά ανακαίνιση κατοικιών.....	78
4.10.2 Μικρή ανακαίνιση κατοικιών.....	79
4.11 Συστήματα πράσινης πιστοποίησης κτιρίων.....	81
4.12 Στάδια ανακαίνισης .....	85
4.13 Κατεδάφιση και αφαίρεση υλικών.....	86
4.14 Διαχείριση εργοταξιακών αποβλήτων .....	87
4.15 Διαχείριση αποβλήτων οικοδομικών υλικών .....	90
4.15.1 Σκυρόδεμα.....	90
4.15.2 Τούβλα, πλακίδια και κεραμικά.....	90
4.15.3 Ξύλο .....	91
4.15.4 Γυαλί .....	92
4.15.5 Πλαστικό .....	93
4.15.6 Σιδηρούχα μέταλλα.....	93
4.15.7 Μη σιδηρούχα μέταλλα.....	94
4.16 Ενσωματωμένη ενέργεια και επικίνδυνα απόβλητα .....	94
4.17 Διαφορές συμβατικής και πράσινης κατεδάφισης .....	96
4.18 Οφέλη λόγω σωστής διαχείρισης των οικοδομικών αποβλήτων .....	97
4.19 Υλικά που χρησιμοποιούνται στην πράσινη ανακαίνιση.....	98
4.19.1 Οικολογικά χρώματα.....	98
4.19.2 Αποδοτική χρήση νερού.....	98
4.19.3 Ηχορύπανση και ρύπανση ατμόσφαιρας.....	99
4.19.4 Μέθοδοι μόνωσης .....	100

4.20 Συμβατικό, πράσινο και ανακυκλωμένο σκυρόδεμα .....	103
Κεφάλαιο 5 .....	108
5.1 Κατασκευαστικός τομέας και οικονομία .....	108
5.2 Περιβαλλοντική διαχείριση και οικονομία .....	108
Κεφάλαιο 6 .....	114
6.1 Συμπεράσματα .....	114
6.2 Πηγές .....	115

## *Ευχαριστίες*

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των προπτυχιακών σπουδών μου στο τμήμα Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κα Γιάννα Ατανάσοβα Νικολαΐδου, για την βοήθεια που μου έδωσε κατά την διάρκεια εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας και για την συνολική συμβολή της στην ολοκλήρωσή της.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για όλη την υποστήριξη που έλαβα κατά την διάρκεια των ακαδημαϊκών μου σπουδών.



## *Περίληψη*

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως αντικείμενο τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, αλλά και σε πράσινες μεθόδους ανακαίνισης των κατοικιών, με σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης που οφείλεται στον κτιριακό τομέα και στις οικοδομικές διαδικασίες.

Πιο συγκεκριμένα, το πρώτο κεφάλαιο αφορά το ενεργειακό αποτύπωμα των κτιρίων και στις επιπτώσεις που έχει στο περιβάλλον, καθώς και στο κτιριακό απόθεμα, τόσο στην διεθνή κοινότητα, όσο και στην Ελλάδα.

Συνεχίζοντας, το δεύτερο κεφάλαιο ξεκινά με τους διάφορους τρόπους οικολογικής δόμησης και στην συνέχεια επεκτείνεται πιο αναλυτικά στο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, όπως στα οφέλη της, τους τρόπους όπου μπορεί να πραγματοποιηθεί, αλλά και στα μειονεκτήματά της.

Το τρίτο κεφάλαιο πραγματεύεται τις επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό της ατμοσφαιρικής ρύπανσης εξαιτίας της ανθρώπινης δραστηριότητας, ενώ συνεχίζει με μια αναφορά στους ρύπους που παράγονται τόσο στο φυσικό περιβάλλον, όσο και στο κτιριακό περιβάλλον. Τέλος, το τρίτο κεφάλαιο κλείνει με μια ανάλυση διάφορων βλαβερών ουσιών που βρίσκονται στα δομικά υλικά.

Το τέταρτο κεφάλαιο αναφέρεται στην πράσινη ανακαίνιση των κατοικιών. Πιο συγκεκριμένα, ξεκινά με τις φάσεις της ζωής των κτιρίων και συνεχίζει με τα προβλήματα που προκύπτουν εξαιτίας της συμβατικής δόμησης και του συμβατικού τρόπου ανακαίνισης των κτιρίων, με τον ορισμό, τα οφέλη και την αναγκαιότητα της πράσινης ανακαίνισης και κλείνει με τους τρόπους όπου επιτυγχάνεται αυτή.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά της σχέσης του κατασκευαστικού τομέα με την οικονομία και ειδικότερα η σύνδεση της οικονομίας με την ανακύκλωση των οικοδομικών υλικών.

Τέλος, στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα από την εργασία και οι σχετικές πηγές απ' όπου αντλήθηκαν πληροφορίες.

## ***Abstract***

This diplomatic assignment is about the bioclimatic design of the buildings and also the green methods of home improvement, in order to decrease the energy consumption that happens because of the buildings and the construction work.

In particular, the first chapter is about the energy imprint of the buildings and the consequences they have on the environment, and also the amount of buildings worldwide and in Greece in particular.

The second part begins with the various ways of eco building and also it discusses the part of bioclimatic design and architecture more, like the pros and cons and the ways that could take place.

The third chapter is about the consequences to the human body because of the atmospheric pollution that is down to human activities, and also continuous with a reference at the pollutants that be produced to the environment and the buildings. Lastly, the third chapter's epilogue is about an analysis of various harmful elements that appear in building materials.

The fourth chapter is about the green home improvement of the housing. In particular, it begins with the stages of a building and continuous with the problems that arise because of the conventional home improvement, with the definition of the term, with the benefits and with the necessity of home improvement and the ways that could take place.

The fifth chapter is about a short reference of the connection between the economy and the construction sector and especially the connection between the economy and the recycle of building materials.

The sixth and final chapter is about the conclusions that come from the assignment and the relative sources where all the information were drown on.

## **Κεφάλαιο 1**

### 1.1 Κλιματική αλλαγή και συνέπειες

Η κλιματική αλλαγή σαν όρος έρχεται πολλές φορές στο προσκήνιο πολλών συζητήσεων, ειδικότερα σε συζητήσεις που αφορούν την αστική δόμηση και την πράσινη ανακαίνιση. Αυτό συμβαίνει κυρίως επειδή οι ανθρώπινες δραστηριότητες, ήδη από την ανακάλυψη της φωτιάς, αλλά ακόμα περισσότερο από την βιομηχανική επανάσταση και έπειτα, επιβαρύνουν σημαντικά το περιβάλλον.

Σύμφωνα με μια έρευνα του IPCC <sup>1</sup> (Intergovernment Panel on Climate Change) που πραγματοποιήθηκε το 2000, η οποία πραγματεύεται τον ρόλο των χρήσεων γης και της διαχείρισης των δασών σε παγκόσμια κλίμακα, έδειξε πως οι χρήσεις γης και η διαχείριση των δασών επηρεάζονται άμεσα από τα επίπεδα εκπομπών άνθρακα και αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αναλυτικότερα, η έρευνα έδειξε πως λόγω των ανθρώπινων παρεμβάσεων αλλάζει μορφή ο παγκόσμιος κύκλος του άνθρακα, αλλά και τα αποθέματά του που υπάρχουν στον πλανήτη. Ως αποτέλεσμα της καταστροφής εκατομμυρίων στρεμμάτων δασικής έκτασης από τον άνθρωπο ήταν η απελευθέρωση υψηλών ποσών άνθρακα. Τέλος, λόγω της καύσης της βιομάζας, ορυκτών καυσίμων αλλά και την λίπανση των εδαφών και των δασών απελευθερώνονται αέρια που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Εστιάζοντας σε συγκεκριμένα γεωγραφικά διαμερίσματα, η συμβολή της Ευρώπης στο σύνολο των ετήσιων επίγειων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα αγγίζει σε ποσοστό το 14%, ενώ το κομμάτι που αντιστοιχεί στην Ασία και στην Βόρεια Αμερική αγγίζει το 25% και 29% αντίστοιχα. Οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα - το οποίο θεωρείται ως το κατ' εξοχήν υπεύθυνο αέριο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθώς συμβάλει σε αυτό κατά 80% - προέρχονται κατά 94% από τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα (πρωτογενή παραγωγή). Τα ορυκτά καύσιμα έχουν την μερίδα του λέοντος όσον αφορά τις εκπομπές, καθώς μόνο η κατανάλωση προϊόντων που έχουν σαν βάση το πετρέλαιο συμβάλουν κατά το ήμισυ στις ετήσιες συνολικές εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Αντίστοιχα, το ποσοστό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα που οφείλεται στην παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και του ατμού ανέρχεται στο 30%, ενώ η συμμετοχή του οικιακού τομέα φτάνει στο 14%. Τέλος, οι εκπομπές άλλων αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όπως το CH<sub>4</sub> και το N<sub>2</sub>O, επηρεάζουν λιγότερο με τα ποσοστά τους να φτάνουν το 17% και το 7% αντίστοιχα.

Όσον αφορά την χώρα μας, το 1998 οι συνολικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έφτασαν τους 100,5 Mton, όπου το ποσοστό που αντιστοιχεί στην παραγωγή ενέργειας και στον οικιακό-εμπορικό τομέα φτάνει το 51% και 12% αντίστοιχα. Γενικότερα την περίοδο 1990-1998 η καύση των ορυκτών καυσίμων με

αύξηση του ποσοστού στο 19% ήταν η κύρια αιτία των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Όσο για τα ποσοστά που αφορούν τις εκπομπές αερίων για τους τομείς της οικονομίας, τα προϊόντα πετρελαίου έχουν 48%, τα προϊόντα άνθρακα, συμπεριλαμβανομένου του λιγνίτη έχουν 51%, ενώ το φυσικό αέριο έχει το μικρότερο ποσοστό από τα υπόλοιπα έχοντας 1%.

Η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997), είναι να μειώσει τις εκπομπές των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου ( ειδικότερα αφορά το διοξείδιο του άνθρακα, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O και αλογονούχες ενώσεις) κατά 8% σε σύγκριση με το επίπεδο του 1990. Συγκεκριμένα, η Ελλάδα δεσμεύτηκε να συγκρατήσει τις εκπομπές των έξι αερίων του θερμοκηπίου στο +25% σε σύγκριση με το επίπεδο του 1990, σύμφωνα πάντα με την δίκαιη κατανομή βαρών και της αναμενόμενης ανάπτυξης λόγω της κοινοτικής συνοχής.

Επίσης, μόνο από τις μεταφορές οφείλεται ένα μεγάλο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και της ηχορύπανσης στα αστικά κέντρα, χωρίς να παραλείπεται ο αντίκτυπος στο φυσικό τοπίο, αφού εξαιτίας αυτών χωρίζεται σε μικρά φυσικά τμήματα έχοντας βλαβερές συνέπειες στην χλωρίδα και την πανίδα του οικοσυστήματος. Πιο συγκεκριμένα, εξαιτίας των μεταφορών οφείλεται το ένα τρίτο της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κράτη μέλη του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος και σε μεγαλύτερο από το ένα πέμπτο των εκπομπών αερίων που επιβαρύνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το πρόβλημα γίνεται ακόμα μεγαλύτερο σε περιπτώσεις χωρών, όπως η δικιά μας, εξαιτίας των ελλειψών υποδομών και της έλλειψης της ενημέρωσης του κοινού για αυτά τα θέματα.

Ένα άλλο μεγάλο αγκάθι της οικολογίας που επιβαρύνει το περιβάλλον είναι ο τρόπος που διαχειριζόμαστε τα απόβλητα και τα απορρίματα. Ειδικότερα, στην Ευρώπη περίπου το ένα τρίτο των χρησιμοποιούμενων όρων μετατρέπεται σε απόβλητα και εκπομπές ρύπων. Ενδεικτικά αναφέρεται πως κάθε ευρωπαίος πολίτης απορρίπτει ετησίως κατά μέσο όρο 520 kg οικιακών αποβλήτων, αριθμός που παρουσιάζει αυξητικές τάσεις. Άλλο μεγάλο πρόβλημα που παρουσιάζει ο τρόπος που διαχειριζόμαστε τα απόβλητα είναι η απώλεια φυσικών πόρων, λόγου χάρη τα μέταλλα ή άλλα ανακυκλώσιμα υλικά τα οποία τα εμπεριέχουν ή την δυνατότητα χρήσης τους ως πηγή ενέργειας.

Αξίζει να αναφερθεί πως η προέλευση των μεγαλύτερων ροών αποβλήτων στην Ευρώπη έρχεται από τον τομέα των κατασκευών και κατεδαφίσεων και τις δραστηριότητες μεταποίησης, όπου την πρωτιά στην προώθηση των περισσότερων αστικών αποβλήτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης να την έχουν οι χωματερές, με ποσοστό 45%. Παρόλα αυτά, ανοδικές τάσεις έχουν εναλλακτικές μέθοδοι διαχείρισης των αποβλήτων όπως η ανακύκλωση ή η λιπασματοποίηση με ποσοστό 37% και η αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας με ποσοστό 18%. Από τα παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε πως η σωστή και φιλική προς το περιβάλλον διαχείριση

των αποβλήτων και των απορριμάτων προστατεύει την δημόσια υγεία και την ποιότητα του περιβαλλοντικού ιστού, ενώ ταυτοχρόνως συμβάλλει στην διατήρηση των φυσικών πόρων και στην αξιοποίηση τους για άλλες χρήσεις.

Από τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η κλιματική αλλαγή είναι ίσως το σοβαρότερο περιβαλλοντικό πρόβλημα που έχουμε να αντιμετωπίσουμε τόσο σαν κοινωνία, όσο και ατομικά ο καθένας μας. Οι αιτίες που την προκαλούν έχουν προέλευση τόσο από φυσικούς όσο και από ανθρωπογενείς παράγοντες. Τα μέτρα που θα πρέπει να πάρουμε θα πρέπει να εξυπηρετούν τόσο την μετρίαση του φαινομένου, όσο και την προσαρμογή στο φαινόμενο. Για να έχουν αποτελέσματα, θα πρέπει να εφαρμοσθούν σε τρία επίπεδα:

- Πρώτον, σε πολιτικό επίπεδο, με υιοθέτηση δηλαδή των κατάλληλων πολιτικών από τις κυβερνήσεις όλων των κρατών, που θα έχει σαν τελικό στόχο την μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και διαφόρων άλλων παραγώγων του, αλλά και την κατάλληλη πολιτική γης.
- Δεύτερον, σε επαγγελματικό επίπεδο, με την υιοθέτηση της παγκόσμιας ατζέντας (Global Agenda) από τους αρμόδιους φορείς που θα συμβάλλουν στην συστηματική παρακολούθηση του φαινομένου, αλλά και στην ανάπτυξη ερευνητικών προγραμμάτων, όπου θα είναι στραμμένα στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής, με αποτέλεσμα να τροποποιούν κατάλληλα τα εργαλεία διαχείρισης της γης, τον πολεοδομικό και χωροταξικό σχεδιασμό των πόλεων.
- Τέλος, σε ατομικό επίπεδο, υιοθετώντας μια ανάλογη καταναλωτική συμπεριφορά από τα μέλη της κοινωνίας.

## 1.2 Μέτρα μείωσης κατανάλωσης ενέργειας

Λόγω της αύξησης του ρυθμού κατανάλωσης ενέργειας η Ευρωπαϊκή Ένωση αναγκάστηκε να λάβει μέτρα για την αποφυγή προβλημάτων που μπορεί να προκληθούν από αυτή την αύξηση και να επιφέρουν προβλήματα στην ισορροπία του περιβάλλοντος. Αναλυτικότερα, μέχρι το 2020 κάθε κράτος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είχε στόχο να πετύχει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας εξοικονομώντας ποσοστό της τάξης του 20%, κατανάλωση ενέργειας της τάξης του 20% η οποία παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και επίτευξη της μείωσης κατά 20% των εκπομπών αέριων ρύπων προς την ατμόσφαιρα. Η επίτευξη του στόχου της μείωσης της καταναλώμενης ενέργειας κατά 20% μέχρι το 2020 είναι ίση με 390 ΜΤΠΠ (Εκατομμύρια Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου) αποφέροντας τεράστια ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Με βάση τα παραπάνω, συν το γεγονός ότι μέχρι το 2050 η εκπομπή των αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου θα πρέπει να έχει ελαττωθεί κατά 80-95% σε σύγκριση με τα ποσοστά που υπήρχαν το 1990 ήτοι 5.024,54

χιλιάδες τόνους, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο έχει καθορίσει τα επόμενα βήματα για το 2030. Πιο συγκεκριμένα, η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου τουλάχιστον 40% ως το 2030, συγκρινόμενο με τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που γίνονταν το 1990, για κατ' ελάχιστον 27% κατανάλωση ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τουλάχιστον κατά 27% όπως επίσης την στήριξη ολοκλήρωσης της εσωτερικής αγοράς ενέργειας της ηλεκτρικής διασύνδεσης σε ποσοστό 10% το 2020, και επειγόντως στις χώρες της Βαλτικής και την Ιβηρική χερσόνησο, και με ποσοστό 15% ως το 2030. Ως συνέπεια της παραγωγής ενέργειας από τα συμβατικά καύσιμα είναι η ρύπανση του περιβάλλοντος, με την ατμόσφαιρα να ρυπαίνεται περισσότερο. Ως φαίνεται, η ρύπανση του περιβάλλοντος δεν μπορεί να εξλειφθεί τελείως, αλλά είναι δυνατό να περιοριστούν με αποτέλεσμα την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεών της.

### 1.3 Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Ο κτιριακός τομέας στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές που φτάνει ως το 40%. Πιο συγκεκριμένα, η τελική κατανάλωση ενέργειας στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι περίπου ίση με 350 Mtoe ανά έτος, εξαιρουμένης της συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, με το μεγαλύτερο κομμάτι της ενεργειακής κατανάλωσης να το καλύπτει το φυσικό αέριο με 116 Mtoe, μετά το πετρέλαιο με 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe και τα στερεά καύσιμα να έρχονται τελευταία με 11 Mtoe. Όσον αφορά την χρήση των παραπάνω, πρώτη στο κομμάτι των ενεργειακών καταναλώσεων των κτιρίων έρχεται η θέρμανση με ποσοστό 69%, με την παραγωγή ζεστού νερού να έρχεται δεύτερη με ποσοστό 15% με τις ηλεκτρικές συσκευές και τον φωτισμό να ακολουθούν με ποσοστό 11%. Στις Βόρειες Ευρωπαϊκές χώρες όπως η Φινλανδία και η Δανία, με τις πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια του χειμώνα και σε συνδυασμό με την μεγάλη διάρκειά του, η θέρμανση των κατοικιών ανέρχεται στα 1,5 ΤΠΠ/κατοικία (1997), ενώ στην Ελλάδα η αντίστοιχη τιμή φτάνει στα 0,9 ΤΠΠ/κατοικία.

Η μέση κατανάλωση της ενέργειας ανά κατοικία για τους σκοπούς της θέρμανσης έχει μειωθεί ελαφρώς στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1990, ενώ η θεωρητική ειδική κατανάλωση των νέων κατοικιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι μικρότερη κατά 22% από το 1985, όπου οφείλεται στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης τόσο στις κατοικίες όσο και στις ηλεκτρικές συσκευές, παρά την αυξημένη απαίτηση σε άνεση.

Η κάλυψη των πραγματικών ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη γίνεται σε μεγάλο βαθμό και από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Με αυτό το δεδομένο, η συνολική ενεργειακή

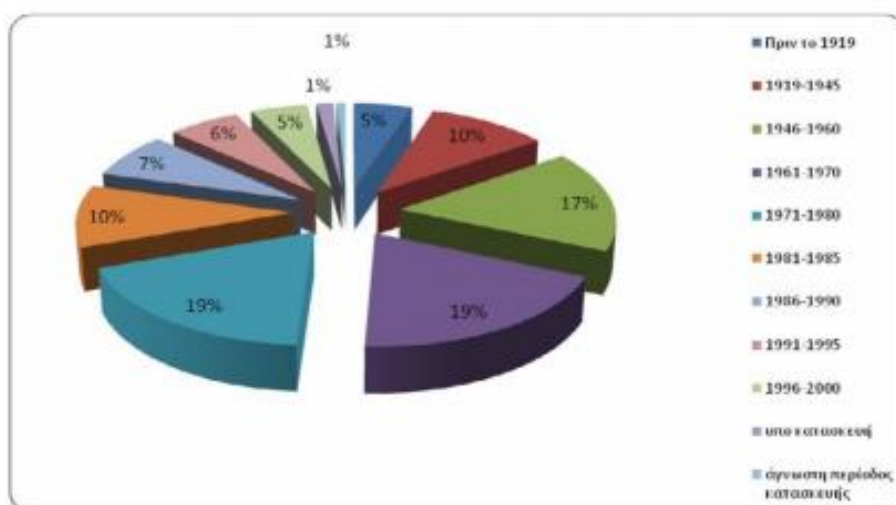
κατανάλωση ανέρχεται σε 740 Μtoe πρωτογενούς ενέργειας, η οποία αναλογεί σε ποσοστό 43% διάφορων καυσίμων που συμβάλουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και 15% από ηλιακή ενέργεια.

Σύμφωνα με τις παραπάνω πληροφορίες, βλέπουμε πως ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου αντιστοιχεί ανά έτος και ανά κάτοικο με σκοπό την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των ακινήτων στην Ευρώπη. Τα τελευταία χρόνια η διαχρονική μεταβολή είναι ελαφρώς αυξητική ενώ η αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια ανά έτος είναι ίση με 0,7%.

#### 1.4 Χαρακτηριστικά κτιριακού συνόλου στην Ελλάδα

Στον παρακάτω πίνακα καταγράφεται ο αριθμός των κτιρίων, σύμφωνα με την απογραφή κτιρίων που έλαβε χώρα τον Δεκέμβριο του 2000. Η Απογραφή Κτιρίων καλύπτει όλα τα ακίνητα στην χώρα ανεξαρτήτως της χρήσης των και επίσης, όπως και στο παρακάτω γράφημα, παρουσιάζεται η ηλικία των κτιρίων. Βλέπουμε πως το 5% των κτιρίων έχει χρονολογία κατασκευής πριν το 1919, με το 64,4% να κατασκευάστηκαν μεταξύ 1919-1980, ενώ τα κτίρια που κατασκευάστηκαν από το 1980 και έπειτα να είναι περίπου το ένα τρίτο με ποσοστό 30,6%. Εν είδη συμπεράσματος, οι παραπάνω πληροφορίες μαρτυρούν την έντονη αύξηση της οικοδομικής δραστηριότητας, όπως και την μαζική και απότομη αύξηση των συνολικών κατασκευών περίπου από το 1920 και έπειτα.

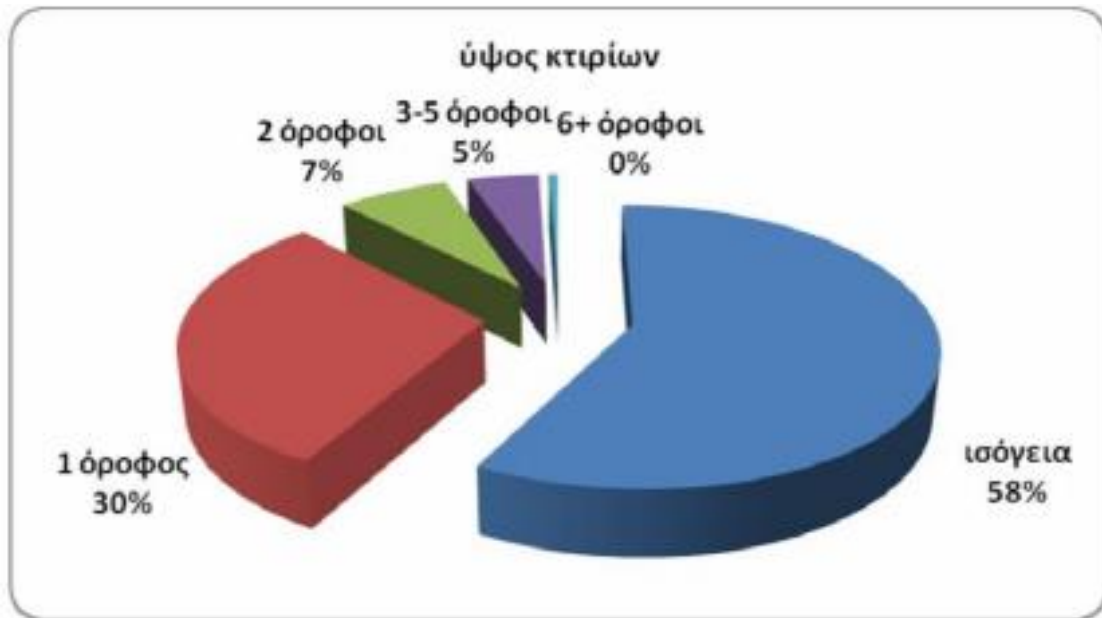
Περίοδος κατασκευής										
Πριν το 1919	1919-45	1946-60	1961-70	1971-80	1981-85	1986-90	1991-95	1996-2000	Υπό κατασκευή κτίρια	Μ/Δ
199.510	406.633	665.315	761.182	737.575	404.303	297.348	241.615	191.739	57.430	28.320



Πίνακας 1: Κτίρια και ακίνητα σύμφωνα με την απογραφή κτιρίων το 12/2000

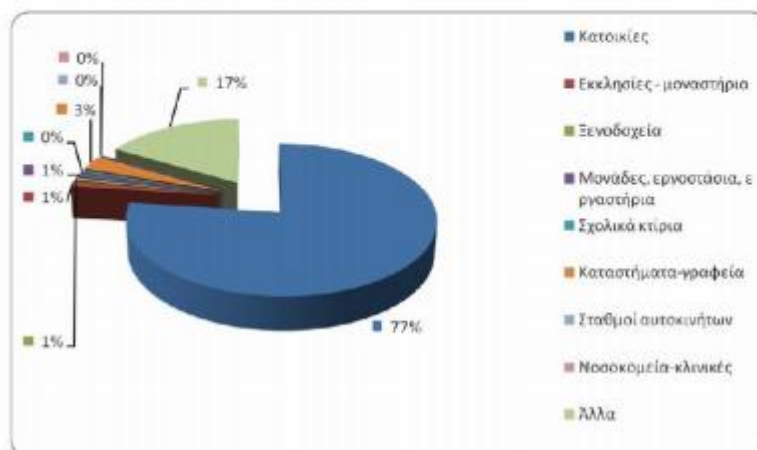
Σχήμα 1: Η ηλικία των κτιρίων στην Ελλάδα – Πηγή και των δυο: build up skills – Greece 2013<sup>2</sup>

Το σχήμα 2 φανερώνει πως το 58% των ακινήτων είναι ισόγεια, το 30% έχουν και έναν επιπλέον όροφο ενώ λιγότερο από το 1% των ακινήτων έχουν περισσότερους από έξι ορόφους.



Σχήμα 2: Τα ύψη των κτιρίων στην Ελλάδα – Πηγή: build up skills – Greece 2013<sup>2</sup>

Κτίρια κατοικιών	Εκκλησίες-μοναστήρια	Ξενοδοχεία	Βιομηχανικά κτίρια - εργαστήρια	Σχολικά κτίρια	Γραφεία - καταστήματα	Σταθμοί αυτοκινήτων	Νοσοκομεία - κλινικές	Άλλα
2.755.570	43.463	22.830	31.422	16.804	111.097	510	1.961	593.698



Πίνακας 2 και Σχήμα 3: κατανομή των ακινήτων στην Ελλάδα αναλόγως την χρήση τους – Πηγή: build up skills – Greece 2013<sup>2</sup>



Ο Πίνακας 2 όπως επίσης και το Σχήμα 3 παρουσιάζει την κατανομή των ακινήτων στην Ελλάδα αναλόγως την χρήση τους. Σε αυτά φαίνεται πως το 77% των καταγεγραμμένων ακινήτων είναι κατοικίες. Είναι λοιπόν προφανές πως οι κατοικίες αποτελούν τον πρωταρχικό στόχο των εθνικών πολιτικών για την εξοικονόμηση ενέργειας και για μια οικολογική στροφή που θα έχει στόχο την προστασία του περιβάλλοντος.

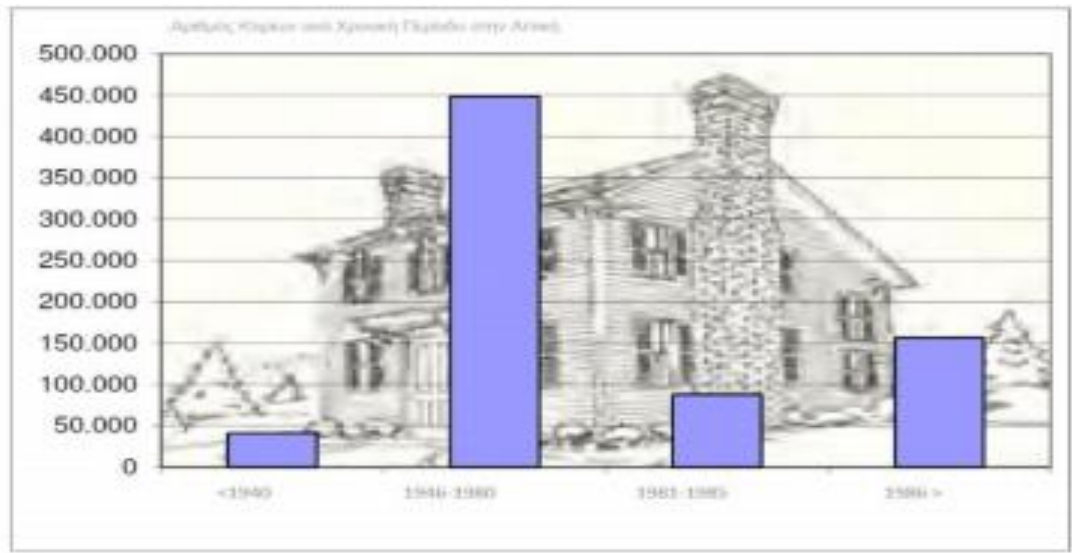
Τέλος, ο πίνακας 3 παρουσιάζει τον αριθμό των οικοδομικών αδειών οι οποίες αφορούν σε προσθήκες, επισκευές και ανακαινίσεις ακινήτων. Από τον πίνακα είναι φανερό η μείωση των οικοδομικών έργων τα τελευταία χρόνια, σε αντίθεση με την έκρηξη της οικοδομικής δραστηριότητας που υπήρξε μέσα στο διάστημα 1950-1980. Συνολικά οι άδειες που εκδόθηκαν κατά το διάστημα 2006-2011 για επισκευές και ανακαινίσεις ακινήτων ήταν 28.166 και 1.120 αντίστοιχα.

Έτος	Προσθήκες	Επισκευές	Ανακαινίσεις
<b>2006</b>	<b>11.708</b>	<b>5.563</b>	<b>264</b>
<b>2007</b>	<b>10.950</b>	<b>4.897</b>	<b>232</b>
<b>2008</b>	<b>8.943</b>	<b>4.596</b>	<b>199</b>
<b>2009</b>	<b>7.833</b>	<b>4.661</b>	<b>199</b>
<b>2010</b>	<b>7.092</b>	<b>4.624</b>	<b>165</b>
<b>2011</b>	<b>4.837</b>	<b>3.825</b>	<b>61</b>

Πίνακας 3: Οικοδομικές άδειες που εκδόθηκαν το διάστημα 2006-2011 για προσθήκες, επισκευές και ανακαινίσεις – Πηγή: build up skills – Greece 2013<sup>2</sup>

### 1.5 Κατανάλωση ενέργειας των κτιρίων στην Ελλάδα

Τα κτιριακά συγκροτήματα στην Ελλάδα απορροφούν, κατά μέσο όρο, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το 60% στην χώρα μας (Ιωάννα Χριστιά-Ενεργειακή αναβάθμιση κτιρίου αρχιτεκτονικής, 2014)<sup>2</sup>. Στο σχήμα 4 βλέπουμε πως το 60% περίπου του συνολικού κτιριακού ιστού στην Αττική έχει ημερομηνία κατασκευής πριν το 1980, όπου ξεκίνησε να ισχύει ο κανονισμός θερμομόνωσης, με αποτέλεσμα τα συγκεκριμένα ακίνητα να παρουσιάζουν ιδιαιτέρως αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση.



Σχήμα 4: Αριθμός κτιρίων ανά χρονική περίοδο στην Αττική. Πηγή: Μ. Σανταμούρης Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα (μύθοι και πραγματικότητες)<sup>2</sup>

Γενικώς, η χρήση συσκευών και υλικών μη φιλικών προς το περιβάλλον, σε συνδυασμό με την ενέργεια που καταναλώνεται εξαιτίας της θερμικής και οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους, συντελούν στην δημιουργία ενεργειακών προβλημάτων που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Πιο συγκεκριμένα, η αύξηση που έχουν επιφέρει αυτά τα προβλήματα στο αστικό περιβάλλον συμβάλουν στην ραγδαία αύξηση της ενέργειας που απαιτείται για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου.

Ιδιαίτερη μνεία σε αυτό το σημείο αξίζει να γίνει για την μέτρια κατάσταση που βρίσκονται τα συστήματα θέρμανσης, που έχει σαν αποτέλεσμα μειωμένους βαθμούς απόδοσης, όπου και οδηγεί σε αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση, άρα και σε επιβάρυνση του περιβάλλοντος. Επίσης, μεγάλο ρόλο παίζουν και οι συνεχόμενες αυξήσεις των συσκευών αλλά και των συστημάτων που χρειάζονται ηλεκτρική ενέργεια για την λειτουργία τους. Αυτό αφορά κυρίως τα κτίρια όπου στεγάζονται γραφεία, καταστήματα και υπηρεσίες, αλλά και τα κτίρια όπου στεγάζονται κατοικίες.

Ειδικότερα, πάνω από 3.000.000 κλιματιστικές μονάδες εγκαταστάθηκαν τα τελευταία 25 χρόνια, λόγω του μειωμένου κόστους που έχουν. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι οικονομικοί και κοινωνικοί παράγοντες της χώρας με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων και αυτό διότι η οικονομική κατάσταση και το εισόδημα των πολιτών είναι που θεωρείται καταλυτικός παράγοντας στον καθορισμό της επιφάνειας των κτιρίων, αλλά και στην θερμική του ποιότητα, καθώς και στην ενέργεια που καταναλώνουν. Ενδεικτικό της κατάστασης που επικρατεί είναι ότι μια επιφάνεια μιας κατοικίας που ανταποκρίνεται στον μέσο όρο και η οποία ανήκει σε

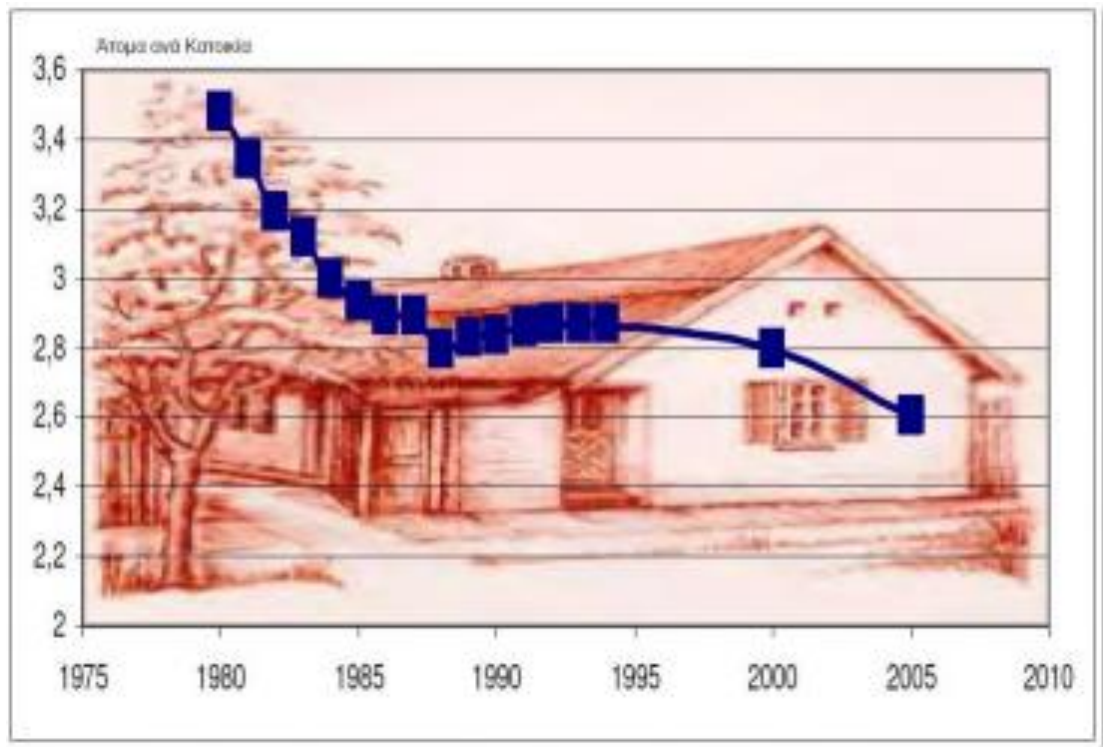
υψηλή εισοδηματική τάξη είναι μεγαλύτερη κατά 115% από μια επιφάνεια κατοικίας όπου έχει χαμηλά εισοδηματικά κριτήρια.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό πως τα εισοδηματικά κριτήρια είναι αυτά που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή ή στην απόρριψη ακινήτων που έχουν υψηλές περιβαλλοντικές προδιαγραφές. Άλλο ένα γεγονός που μαρτυρά αυτή την κατάσταση είναι το ποσοστό των πολιτών που διαμένουν σε ακίνητα τα οποία εμφανίζουν μόνωση και διπλά υαλοστάσια. Το ποσοστό των κατοίκων που διαμένουν σε τέτοια κτίρια και έχουν χαμηλά εισοδηματικά κριτήρια είναι μόλις 8%, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για πολίτες με υψηλά εισοδηματικά κριτήρια οκταπλασιάζεται. Καθίσταται σαφές πως αυτό το γεγονός είναι υπεύθυνο για τυχόν αξιοσημείωτες επιπτώσεις που επηρεάζουν την θερμική άνεση εντός των κτιρίων, αλλά και στην ενεργειακή κατανάλωση.

Παρόλα αυτά, η ποιότητα των κτιρίων δεν φαίνεται να επηρεάζει καμία από τις δυο κατηγορίες εισοδημάτων στην απαίτηση μεγάλων ποσών ενέργειας για τις ανάγκες της θέρμανσης, αν και πάλι τα ποσοστά διαφοροποιούνται και πάλι αναλόγως με τα εισοδηματικά κριτήρια των εκάστοτε οικογενειών. Συγκρίνοντας τα δυο ποσοστά, οι οικογένειες με χαμηλό εισόδημα είναι αυτές που εμφανίζουν πολύ μεγαλύτερο ποσοστό στο κόστος θέρμανσης και κλιματισμού ανά άτομο και μονάδα επιφάνειας σε σχέση με τις οικογένειες που εμφανίζουν υψηλό εισόδημα.

Συμπερασματικά, μπορούμε να παρατηρήσουμε πως, με την αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλείται από την θερμική νησίδα και από το φαινόμενο των καυσώνων που αποτελεί πλέον ένα πιο σύνηθες φαινόμενο σε σχέση με το παρελθόν, να θεωρούνται δεδομένα, εύκολα μπορεί να υποθέσει κάποιος πως οι οικογένειες που εμφανίζουν χαμηλά εισοδηματικά κριτήρια να επηρεαστούν πρώτες. Έτσι καθίσταται σαφές πως η λήψη μέτρων προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα κατασκευής των κτιρίων να θεωρείται πιο αναγκαία από ποτέ.

Επιπροσθέτως, η ενέργεια που απαιτείται για τον δροσισμό ενός ακινήτου στο κέντρο της Αθήνας έχει περίπου διπλάσια τιμή από αυτή που απαιτείται για τον δροσισμό ενός ακινήτου στην περιφέρεια της πόλης. Στο σχήμα 5 φαίνεται η διαχρονική αύξηση της κατοικήσιμης επιφάνειας ανά άτομο στην χώρα, με σημαντικές συνέπειες στην κατανάλωση ενέργειας ανά άτομο, αλλά και στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση των νοικοκυριών στην χώρα.



Σχήμα 5: Άτομα ανά κατοικία κατά την περίοδο 1975-2010. Πηγή: Μ. Σανταμούρης Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα (μύθοι και πραγματικότητες)<sup>2</sup>

Με την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των ακινήτων στην χώρα μας να ανέρχεται στα 4,6 Μτοε, η ενέργεια που αντιστοιχεί ανά κάτοικο ανά έτος είναι ίση με 0,55 Μτοε. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των ακινήτων στην Ελλάδα έχει σαφείς αυξητικές τάσεις και ο ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων ανά έτος είναι περίπου ίσος με 1,8%.

Τύπος Κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

Πίνακας 4: Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων ακινήτων ανάλογα το είδος χρήσης. Όλες οι τιμές που αναγράφονται έχουν μονάδα μέτρησης την kWh ανά τετραγωνικό μέτρο τον χρόνο<sup>2</sup>

Αξίζει εδώ να σημειωθεί επίσης, πως το πρώτο παθητικό κτίριο στην Αθήνα κατασκευάστηκε στα μέσα του 2012, ενώ το δεύτερο κατασκευάστηκε στον Βόλο (passive house: κατασκευή ημιανεξάρτητων κατοικιών, 477 τμ, 3 μονάδες). Παρόλο που ένας αριθμός άλλων κτιρίων είναι χαρακτηρισμένα ως παθητικά, ο συνολικός αριθμός αυτών είναι εξαιρετικά χαμηλός, ενώ ταυτόχρονα επισήμως δεν έχουν καταγραφεί κτίρια (σχεδόν) μηδενικής κατανάλωσης στην χώρα μας. Το Μάιο του 2012 ιδρύθηκε το Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου που έχει σκοπό την προώθηση στην Ελλάδα, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου του παθητικού κτιρίου (passive house), ενός προτύπου που έχει αποδείξει ότι είναι ικανό να συμβάλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και στην περιβαλλοντική αναβάθμιση των κτιρίων (Συγγραφική ομάδα build up skills, 2013, Ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης σε Εθνικό επίπεδο).

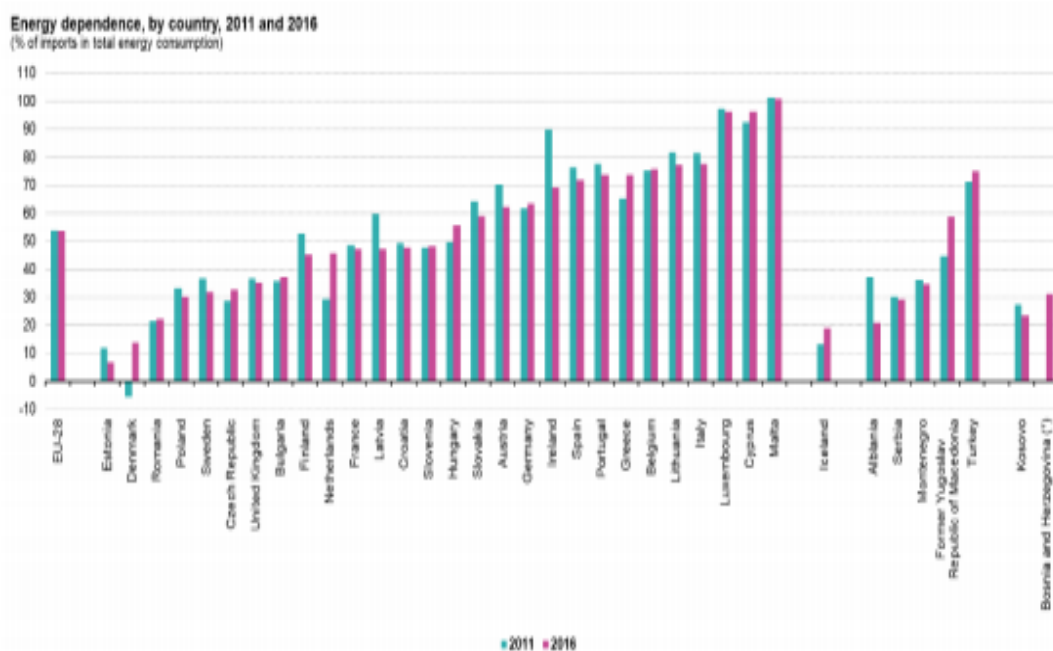
Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται ενδεικτικά ένα σκίτσο που δείχνει τον τρόπο λειτουργίας ενός παθητικού κτιρίου.



Σχήμα 6: Σκίτσο Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και Παθητικού κτιρίου Πηγή: Ελληνικό Ινστιτούτο Παθητικού Κτιρίου<sup>2</sup>

Επιπλέον, στην χώρα μας τα κτιριακά συγκροτήματα είναι υπεύθυνα περίπου για το ένα τρίτο των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που οφείλονταν στα ακίνητα εμφάνιζαν πριν την χρονική περίοδο της οικονομικής κρίσης ετήσιο ρυθμό αύξησης περίπου ίσης με 4%, την ίδια ώρα που μεγάλωνε συνεχώς η ενεργειακή κατανάλωση των ακινήτων.

Σύμφωνα με εκτιμήσεις της Eurostat και του Ευρωπαϊκού Κέντρου Περιβάλλοντος, τα κτίρια στην Ελλάδα φαίνεται να έχουν την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση σε όλη την Ευρώπη, με την κατανάλωση να είναι περίπου 30% πιο μεγάλη από την αντίστοιχη της Ισπανίας και περίπου διπλάσια από αυτήν της Πορτογαλίας, χώρες που βρίσκονται στο ίδιο γεωγραφικό πλάτος με μας, ενώ είναι σαφώς μεγαλύτερη από κράτη που βρίσκονται βορειότερα από εμάς, με κύριο χαρακτηριστικό τις χαμηλότερες θερμοκρασίες, όπως το Βέλγιο αλλά και οι Σκανδιναβικές χώρες.<sup>3</sup>



(\*) No data for 2011.

Σχήμα 7: Εξάρτηση από την ενέργεια, ανά χώρα 2011 και 2016 (% των εισαγωγών συνολική κατανάλωση ενέργειας)<sup>3</sup>

Τα κτίρια στην Ελλάδα εμφανίζονται να έχουν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, γεγονός που οφείλεται σε αμέλειες και παραλήψεις που αφορούν την διαχείριση ενέργειας, οι οποίες ήταν αντιμετωπίσιμες. Υπό αυτό το πρίσμα, ο χρήστης ενός κτιρίου είναι δεσμευμένος να πληρώνει το αντίτιμο για κάθε παράλειψη, αμέλεια ή αστοχία του σχεδιασμού της κατασκευής που τυχόν μπορεί να προκύψει, για ολόκληρες δεκαετίες.

Άρα σύμφωνα με τα όσα αναφέρθηκαν πιο πριν, είναι εμφανείς οι αρνητικές συνέπειες στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ελλάδας, καθότι δεσμεύονται οι πολίτες να παραμένουν ενεργειακά φτωχοί. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της επιβάρυνσης που δέχεται ο προϋπολογισμός τόσο φτωχών οικογενειών με χαμηλό εισόδημα, όσο και του κάθε πολίτη ξεχωριστά. Επίσης συμβαίνει εξαιτίας της αύξησης του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου αιχμής που έχει ως συνέπεια την ανάγκη κατασκευής νέων σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Σε συνδυασμό με το

γεγονός ότι οι ενεργειακές απαιτήσεις των ακινήτων είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με το κλίμα της εκάστοτε περιοχής, γίνεται οφθαλμοφανές πως η αλλαγή του κλίματος θα έχει σαν συνέπεια την αλλαγή του περιβάλλοντος του κτιριακού ιστού όπως τον ξέρουμε.

### 1.6 Νέος κανονισμός για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στα κτίρια (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.)

Τα τελευταία χρόνια η Πολιτεία με την βοήθεια και την υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) , αλλά και άλλων ενεργειακών φορέων και σε συνεργασία με ομάδες εμπειρογνομόνων εργάστηκε σκληρά για την εδραίωση ενός σύγχρονου θεσμικού πλαισίου με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας και την αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στον κτιριακό τομέα, αναγνωρίζοντας την ισχύουσα ενεργειακή κατάσταση και το προηγούμενο σχετικό νομοθετικό και κανονιστικό κενό. Αυτή η ενεργοποίηση που έκανε η Πολιτεία είναι συμβατή άλλωστε και με τις επιταγές που έχουν οριστεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, που έχουν ως στόχο την άμεση εφαρμογή των διατάξεων της Οδηγίας SAVE 96/76/EOK για την ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων και την βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης.

Το 1995 η Επιτροπή Θεσμικού Πλαισίου του Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. ήταν αυτή που εκπόνησε την πρώτη ολοκληρωμένη δραστηριότητα με το Σχέδιο Δράσης ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2001 με σκοπό την Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Οικιστικό Τομέα. Εν συνεχεία, με γνώμονα κάποιες προτάσεις από αυτό το Σχέδιο, προετοιμάστηκε και εκδόθηκε μια νέα Κοινή Υπουργική Απόφαση, συγκεκριμένα η Κ.Υ.Α. 21475/4707 (ΦΕΚ 880/Β/19-08-98) των ΥΠ.ΕΘ.Ο., ΥΠ.ΑΝ., Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. και ΥΠ.ΕΣ.Δ.Δ.Α., όπου προβλέπονται μέτρα και διαδικασίες για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσα από την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης υφιστάμενων, αλλά και νεοανεγειρόμενων κτιρίων όλων των χρήσεων.

Η έκδοση της νέας Κ.Υ.Α. βοήθησε στην θέσπιση ενός νέου Κανονισμού για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.), ο οποίος αντικατέστησε τον ισχύοντα μέχρι τότε Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979, μεγάλωνοντας έτσι παράλληλα το αντικείμενο εφαρμογής (κτιριακό κέλυφος, ενεργειακές Η/Μ εγκαταστάσεις, θερμική και οπτική άνεση, ποιότητα αέρα κλπ).

Ο Κ.Ο.Χ.Ε.Ε. θα έχει εφαρμογή στη μελέτη και κατασκευή όλων των νεοαναγειρόμενων κτιρίων, αλλά ταυτόχρονα και στην ανακαίνιση των υφιστάμενων κτιρίων με αποτέλεσμα την ενεργειακή τους βελτίωση στο κομμάτι της απόδοσης. Επιπλέον, θα υποχρεώνει στην εκπόνηση ειδικών μελετών, όπως η Ενεργειακή Μελέτη, και θα καθιστά υποχρεωτική την Ενεργειακή Επιθεώρηση. Πρόκειται για μια πρότυπη διαδικασία που καταγράφει και αναλύει την πραγματική ενεργειακή συμπεριφορά ενός ήδη υπάρχοντος ακινήτου, τους παράγοντες που την επηρεάζουν, όπως επίσης και την δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας σε αυτό.

## ***Κεφάλαιο 2***

### ***2.1 Βασικές αρχές οικολογικού σχεδιασμού ενός κτιρίου***

Ακολουθεί η διατύπωση έξι βασικών αρχών για τον σωστό οικολογικό σχεδιασμό ενός κτιρίου με την τελευταία να αναλύεται εκτενέστερα σε ξεχωριστό κομμάτι. Αυτές οι έξι είναι οι εξής:

- Χρήση του υπάρχοντος κτιρίου
- Βελτιστοποίηση των λειτουργικών αναγκών και μείωση σπατάλης
- Περιορισμός των ενεργοβόρων μηχανικών μετακινήσεων
- Μεγάλη διάρκεια ζωής κτιρίου
- Περιβαλλοντικά ήπιες οικοδομικές τεχνικές
- Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

#### ***1. Χρήση του υπάρχοντος κτιρίου***

Οποιαδήποτε κατασκευή χρησιμοποιεί κατά την ανέγερσή της πρώτες ύλες και ενέργεια. Προκειμένου να υποστηρίζεται η προσπάθεια μείωσης της οικολογικής επιβάρυνσης προς το περιβάλλον από τις νέες οικοδομικές δραστηριότητες, θα πρέπει όταν αποφασίζεται να κατασκευαστεί ένα κτίριο να λαμβάνεται υπόψιν η περίπτωση να είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί κάποιο ήδη υπάρχον, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας και υλικών να είναι αξιοσημείωτα μικρότερη. Παρόλα αυτά όμως, θα πρέπει να συνυπολογιστεί το γεγονός ότι η χρήση ενός ήδη υπάρχοντος κτιριακού κελύφους, με τις απαιτούμενες παρεμβάσεις έτσι ώστε να λειτουργήσει κάτω από διαφορετικές συνθήκες με τις όποιες αναπόφευκτες επισκευές και ενισχύσεις, είναι πολύ πιθανό να επιφέρει σημαντική οικονομική επιβάρυνση στον προϋπολογισμό του έργου. Το οικολογικό αποτύπωμα που αφήνει όμως μια τέτοια κίνηση είναι σαφώς μεγαλύτερο, καθώς έτσι εξοικονομούνται φυσικοί πόροι λόγω της διατήρησης του κτιριακού κελύφους, αλλά ταυτόχρονα αποφεύγεται η ενεργοβόρα κατεδάφιση και οι όποιες συνέπειες από την απόρριψη των υλικών του κτιρίου στο περιβάλλον.

#### ***2. Βελτιστοποίηση των λειτουργικών αναγκών και μείωση σπατάλης***

Εάν τελικά δεν είναι εφικτό να αποφευχθεί η ανέγερση κάποιου κτιρίου, τότε κρίνεται απαραίτητο να μελετηθεί το λειτουργικό κτιριακό πρόγραμμα, με σκοπό τον έλεγχο των ενδεχόμενων σπατάλων σε εμβαδά χώρων και λειτουργιών, όπως επίσης και την βελτιστοποίηση των απαιτήσεων και η έκταση αυτών. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση του μεγέθους των κτιρίων με κύριο επακόλουθο την μείωση



των επιπτώσεων στο περιβάλλον, καθώς ένα μικρότερο κτίριο χρησιμοποιεί μικρότερο αριθμό οικοδομικών υλικών και έχει μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση.

### 3. Περιορισμός των ενεργοβόρων μηχανικών μετακινήσεων

Επίσης, εξίσου σημαντικό με τα προηγούμενα είναι να καταφέρουμε την μείωση των ενεργοβόρων συνθέσεων, όσο αυτό είναι δυνατό, όπου είναι απαραίτητες οι μηχανικές μετακινήσεις, τόσο οι οριζόντιες όσο και οι κατακόρυφες, με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας από αυτή την πράξη. Οι τρόποι να επιτευχθεί αυτή η ενέργεια είναι αρκετοί, καθώς μπορούμε να περιορίσουμε την ανάπτυξη καθ' ύψος μιας κτιριακής σύνθεσης, όταν αυτό είναι δυνατό, η επιλογή μιας σφιχτής σύνθεσης με μείωση των αναγκών μετακίνησης και η χρήση κεκλιμένων επιπέδων για την κατακόρυφη μετακίνηση είναι μόνο μερικές λύσεις που θα μπορούσαν να μειώσουν την απαιτούμενη ενέργεια και την επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

### 4. Μεγάλη διάρκεια ζωής κτιρίου

Είναι απαραίτητο κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός κτιρίου να υπολογίζεται η αντοχή του στον χρόνο, με τελικό στόχο την μέγιστη δυνατή διάρκεια ζωής του συνυπολογίζοντας τόσο τις συνθετικές επιλογές του αρχιτέκτονα, όσο και την επιλογή των χρησιμοποιούμενων υλικών. Η διάρκεια ζωής του κτιρίου είναι άμεσα εξαρτώμενη από την επιλογή των υλικών και των κατασκευαστικών τεχνικών που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του. Η χρήση ευτελών υλικών που έχει ως στόχο την συχνή αντικατάστασή τους, για να αποφευχθεί η συντήρησή τους, είναι μια καταναλωτική συνήθεια που χαρακτηρίζεται ως ενεργοβόρα που έχει ως αποτέλεσμα την σπατάλη πρώτων υλών, ενώ η χρήση υλικών που αντέχουν στον χρόνο και στην χρήση δεν συνεπάγεται απαραίτητα ότι θα είναι πάντα πολύ πιο ακριβά, γεγονός που θα εκτινάξει τον οικονομικό προϋπολογισμό μιας κατασκευής. Άλλωστε, οι συνθετικές και αισθητικές επιλογές εντείνουν την έννοια και την αίσθηση της εφημερότητας ή της περιορισμένης διάρκειας ζωής μιας κατασκευής, καθ' ότι ένα γερασμένο κτίριο από αισθητικής άποψης είναι περισσότερο ευάλωτο στην κατεδάφισή του από ένα πιθανώς παλαιότερο, αλλά με καλύτερη κατασκευή στο κομμάτι που περιλαμβάνει την αισθητική.

### 5. Περιβαλλοντικά ήπιες οικοδομικές τεχνικές

Κατά την ανέγερση ενός κτιρίου είναι απαραίτητο να χρησιμοποιούνται κατάλληλα υλικά και οικοδομικές τεχνικές, που θα έχουν στόχο την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο περιβάλλον.

### 6. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Η εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής για ένα ενεργειακά βέλτιστο κτίριο με συνεργασία με την χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπως η εκμετάλλευση των κλιματικών δεδομένων μιας περιοχής (ήλιος, αέρας), για την εξασφάλιση της θερμικής και οπτικής άνεσης στους χρήστες του κρίνεται απαραίτητη. Αναλόγως με τις εκάστοτε εποχικές συνθήκες, ένα κτίριο αποφεύγει ή δέχεται τον άνεμο και τον ήλιο και διατηρεί ή αποβάλλει τα θερμικά του κέρδη. Έτσι εμφανίζεται να έχει ένα δυναμικό χαρακτήρα που μπορεί να παρομοιασθεί με ζωντανό οργανισμό ο οποίος προσαρμόζεται στις εκάστοτε εξωτερικές συνθήκες, με τα οφέλη που προκύπτουν από την συγκεκριμένη λειτουργία στο κομμάτι της ενέργειας να είναι τα μέγιστα δυνατά, χωρίς ταυτόχρονα να υποβαθμίζονται οι συνθήκες άνεσης. Στην επόμενη ενότητα θα αναλυθεί περισσότερο αυτό το κομμάτι.

## 2.2 Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

Βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι ο σχεδιασμός που έχει ως στόχο την προσαρμογή των κτιρίων στις ειδικές κλιματολογικές και περιβαλλοντικές συνθήκες κάθε περιοχής. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική ονομάζουμε τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κτιρίων και χώρων, τόσο εσωτερικών όσο και εξωτερικών, ο οποίος βασίζεται στο τοπικό κλίμα, με στόχο την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης. Αυτό πετυχαίνεται με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και λοιπών περιβαλλοντικών πηγών αλλά και των φυσικών φαινομένων του κλίματος.

Η εξέλιξη της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής δεν έχαιρε στην αρχή της ευρείας αποδοχής από τον αρχιτεκτονικό κλάδο, καθότι αυτή αμφισβητήθηκε και απορρίφθηκε αρκετές φορές. Πλέον όμως, με την είσοδο των νέων επιστημόνων, αλλά και την αλλαγή της στάσης των παλαιότερων απεναντί της, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει έρθει πλέον στο προσκήνιο. Σε αυτό βοήθησε άλλωστε και το γεγονός ότι έχουν γίνει πλέον περισσότερες έρευνες και μελέτες επί του θέματος και οι μελετητές κατάφεραν να μεταδώσουν την γνώση στους ειδικούς με τελικό στόχο τον καλύτερο σχεδιασμό των κτιρίων.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε την δεκαετία του 1980 ως μια νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον συγκεκριμένο όρο καλύπτουμε το φάσμα του αρχιτεκτονικού και πολεοδομικού σχεδιασμού των κτιρίων που έχει ως σκοπό την καλύτερη προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στις ιδιαιτερότητές του, λαμβάνοντας υπόψιν την προστασία ευαίσθητων περιοχών με χαρακτηριστικό τους την σπανιότητα του οικοσυστήματος. Αυτά που παίζουν ρόλο για τον καθορισμό του φωτισμού, του αερισμού, αλλά και του σχεδιασμού και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων είναι το μικρόκlima, το μεσόκlima και το μακρόκlima. Το μακρόκlima διαμορφώνεται από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν όλο τον χρόνο. Το μεσόκlima διαμορφώνεται από τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, της βλάστησης και της φύσης της εκάστοτε περιοχής. Το μικρόκlima είναι προϊόν των ανθρώπινων επεμβάσεων, που έχουν ως αποτέλεσμα την άμεση αλλαγή του δομημένου περιβάλλοντος.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θέτει σαν στόχο την εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων με σκοπό την μείωση των αναγκών σε ενέργεια της εκάστοτε κατασκευής κατά την διάρκεια ολόκληρου του χρόνου έτσι ώστε να εξοικονομηθούν τα ποσά της συμβατικής ενέργειας. Με την υιοθέτηση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι δυνατόν να επιτευχθεί ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε ποσοστό έως και 60%, ενώ παίζει σημαντικό ρόλο στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων. Η ύπαρξη αυτών των αερίων παίζει καθοριστικό ρόλο στην σωστή χρήση των υδάτων αλλά και στην διευρυμένη χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Από αυτά τα υλικά καθορίζεται σε ένα μεγάλο ποσοστό η θερμική και οπτική συμπεριφορά των κτιρίων, ενώ σημαντικό ρόλο προς το περιβάλλον παίζει επίσης και η διάρκεια ζωής τους. Τα παραδοσιακά οικολογικά υλικά που ανήκουν στην προβιομηχανική περίοδο φαίνονται να είναι αξιόπιστα, να έχουν μακρά διάρκεια ζωής, να μην θέτουν σε κίνδυνο την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον και τέλος να συμβάλουν στην εξοικονόμηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Άλλωστε, κύριος στόχος της οικολογικής δόμησης είναι να παραμείνει εξασφαλισμένη και σε ικανοποιητικά επίπεδα η ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος με την ελάχιστη ενεργειακή δαπάνη, χωρίς να επηρεαστεί η άνεση και η λειτουργικότητα των κατοικιών. Αυτό επιτυγχάνεται με την προσαρμογή των κτιρίων στα κλιματικά και περιβαλλοντικά δεδομένα με την αξιοποίηση όλων των θετικών παραμέτρων που μπορούν να ληφθούν υπόψιν όπως:

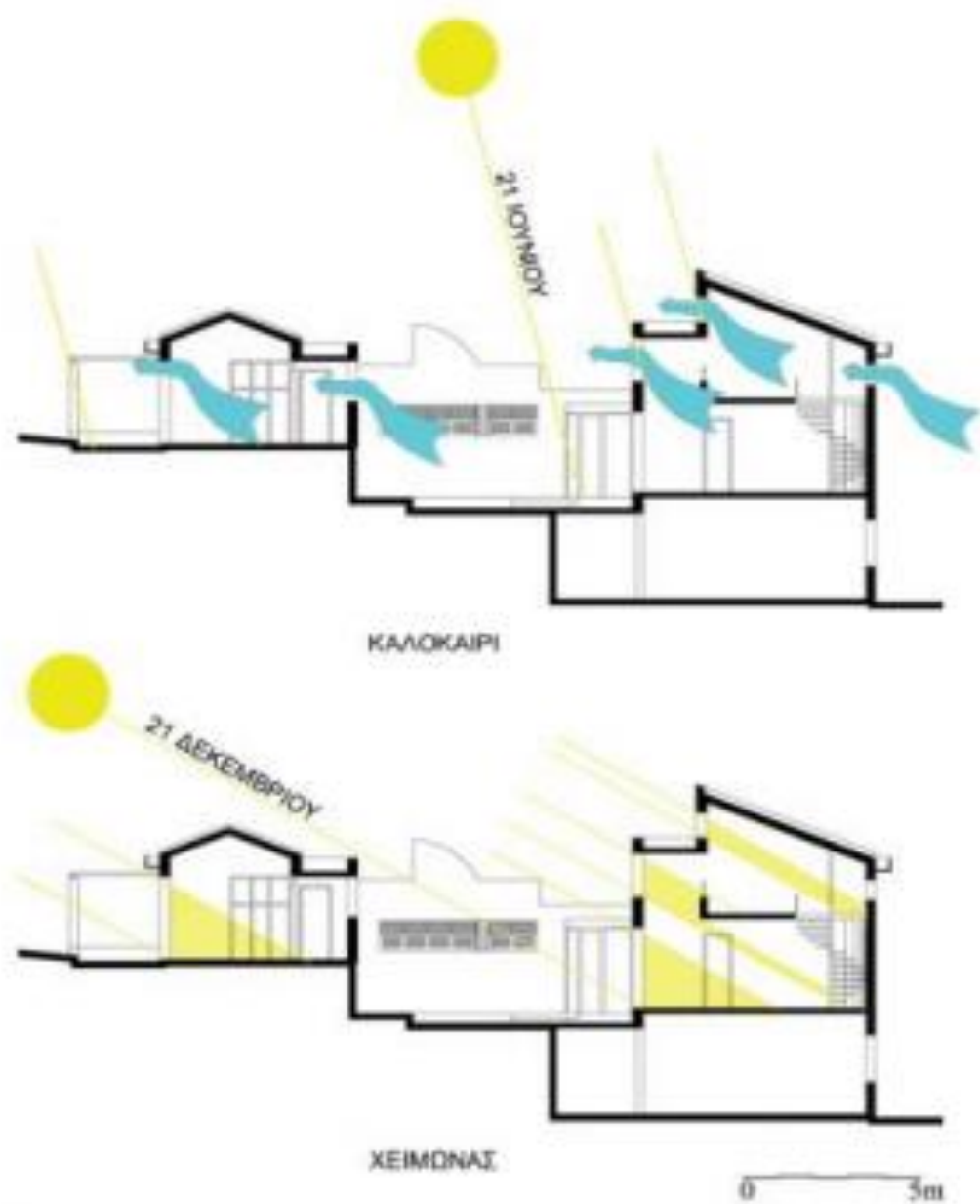
- Η μελέτη του μικροκλίματος της περιοχής
- Η θέση του κτιρίου
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Ο τρόπος κατασκευής του κτιρίου
- Ο φυσικός φωτισμός
- Η χρήση οικοδομικών υλικών προς το περιβάλλον

Παρόλα αυτά όμως, είναι εφικτή η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτίρια, φιλικές προς την χρήση τεχνολογίες, οι οποίες έχουν χαμηλό κόστος. Έτσι θα μειωθούν οι απώλειες στην θέρμανση, θα επιτευχθεί προστασία των κτιρίων από την υπερθέρμανση με παράλληλη βελτίωση στις συνθήκες φωτισμού και μείωση θορύβων.

Πιο συγκεκριμένα τα κτίρια που βασίζονται στην τεχνολογία του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα πρέπει να πληρούν τις παρακάτω προϋποθέσεις:

- ✓ Θερμική προστασία των κτιρίων τον χειμώνα και το καλοκαίρι, που θα επιτυγχάνεται με την χρήση κατάλληλων τεχνικών που θα έχουν εφαρμογή στην εξωτερική επιφάνεια των κτιρίων, με την χρήση κατάλληλης θερμομόνωσης και αεροσταγάνωση των ανοιγμάτων του κτιρίου.

- ✓ Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την θέρμανση των κτιρίων κατά την χειμερινή περίοδο και φυσικό φωτισμό ολόκληρο τον χρόνο. Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την εκμετάλλευση του κατάλληλου προσανατολισμού (στην Ελλάδα θεωρείται ο νότιος), αλλά και των ανοιγμάτων, προσαρμόζοντας κατάλληλα τους εσωτερικούς χώρους με βάση τις θερμικές τους ανάγκες (πχ οι χώροι με μεγαλύτερη συχνότητα στην χρήση, άρα και αυξημένες ανάγκες για θέρμανση και φως να τοποθετούνται στο νότο και χώροι με λιγότερες ανάγκες για θέρμανση και φως να τοποθετούνται στην βόρεια πλευρά).
- ✓ Προστασία των κτιρίων από τις ακτίνες του ήλιου κατά την θερινή περίοδο, κυρίως μέσω της σκίασης και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- ✓ Χρήση συστημάτων και τεχνικών παθητικού δροσισμού, όπως είναι ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες, με σκοπό την απομάκρυνση της θερμότητας που συγκεντρώνεται στο κτίριο κατά την θερινή περίοδο.
- ✓ Βελτίωση και ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών εντός των χώρων με αποτέλεσμα το αίσθημα άνεσης των ανθρώπων που τους χρησιμοποιούν.
- ✓ Εξασφάλιση της επάρκειας και της ομαλής κατανομής του φωτός μέσα στους χώρους μέσω της εξασφάλισης επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για τον φυσικό φωτισμό των κτιρίων.
- ✓ Βελτίωση του κλίματος εξωτερικά αλλά και γύρω από τα κτίρια με την τεχνολογία του βιοκλιματικού σχεδιασμού των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και κατά συνέπεια του δομημένου χώρου, με πιστή εφαρμογή των προαναφερθέντων.



Σχήμα 8: Διάγραμμα λειτουργίας Θέρμανσης Δροσισμού. Πηγή: Βασικές αρχές και πλεονεκτήματα ενός βιοκλιματικού σπιτιού, Νιότης Νίκος, Ηράκλειο 2011<sup>4</sup>

Όλα τα προαναφερθέντα σχετίζονται με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό και συντελούν στην δημιουργία κατασκευών που έχουν σκοπό να καλύψουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να απειλούν τις γενιές που θα έρθουν.

## 2.3 Οφέλη Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα κτίρια στην Ελλάδα ευθύνονται για το 40% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας με κύριες την θερμική και την ηλεκτρική, με αποτέλεσμα την οικονομική επιβάρυνση των χρηστών λόγω υψηλού κόστους και επίσης επιβαρύνεται η ατμόσφαιρα με ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα. Οι εφαρμογές του βιοκλιματικού σχεδιασμού εμφανίζουν πληθώρα χρήσεων και στην Ελλάδα, αλλά και στο εξωτερικό, όπου με την συγκεκριμένη μέθοδο έχουν αναπτυχθεί τόσο οικιστικά σύνολα όσο και μεμονωμένα κτίρια, καθ' όσον πρόκειται πλέον για βασικό κριτήριο. Πιο συγκεκριμένα, σε μια κατοικία στην χώρα μας που εφαρμόστηκε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξοικονομείται ενέργεια έως και 30% περισσότερο σε σχέση με μια συμβατική κατοικία, ενώ εάν συγκριθεί με ένα παλαιότερο κτίριο που δεν έχει καθόλου μόνωση, τότε το ποσοστό της εξοικονόμησης ενέργειας εκτοξεύεται στο 80%.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν περιορίζεται μόνο στην εξοικονόμηση ενέργειας του ετήσιου ενεργειακού κόστους, αλλά επεμβαίνει και στην μείωση του μεγέθους των Ηλεκτρομηχανικών εγκαταστάσεων. Επιπλέον, τα οφέλη στην κοινωνία και το περιβάλλον είναι πολλαπλά, καθώς μειώνεται η εκπομπή βλαβερών αερίων και ρύπων, που έχουν σαν αποτέλεσμα την βελτίωση της ποιότητας της ζωής. Επίσης, εξαιτίας της εφαρμογής του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε ένα κτίριο επιτυγχάνεται η θερμική του προστασία και τον χειμώνα και το καλοκαίρι με τις κατάλληλες τεχνικές. Τέλος, για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό κύριο μέλημα αποτελεί η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για την θέρμανση των εσωτερικών χώρων, αλλά και για τον φυσικό φωτισμό καθ' όλη την διάρκεια του έτους.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια απότομη αύξηση στα ποσά κατανάλωσης ενέργειας, που οφείλεται στον σύγχρονο τρόπο ζωής, με τα ορυκτά καύσιμα όπως το πετρέλαιο και ο λιγνίτης να έχουν την πρωτιά στην κατανάλωση. Επειδή όμως η μείωση των συνεχόμενων πόρων είναι συνεχόμενη, αλλά και επειδή η καύση αυτών των ορυκτών είχε σαν αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος, ήταν επιτακτική η ανάγκη να στραφούμε στην αναζήτηση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, όπως είναι η αιολική και η ηλιακή. Τα τελευταία χρόνια αναπτύχθηκαν καινούργια υλικά και νέες μέθοδοι δόμησης κτιρίων που έχουν ως στόχο την δυνατότερη μεγαλύτερη μείωση της ενέργειας που καταναλώνεται.

Έτσι, με αυτόν τον τρόπο γίνεται η βιοκλιματική προσέγγιση στον σχεδιασμό καινούργιων κτιρίων αλλά και οι τυχόν επεμβάσεις που θα επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας στα ήδη υπάρχοντα κτίρια. Οι ενεργειακές κατοικίες που κατασκευάζονται με την τεχνολογία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κερδίζουν τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο έδαφος στον τρόπο κατασκευής των κτιρίων με την χρήση νέων υλικών και συστημάτων δόμησης, τα οποία έχουν σαν χαρακτηριστικά ότι είναι νέα, ελαφριά με προδιαγραφές να είναι φιλικά προς το περιβάλλον, αλλά έχοντας επίσης και υψηλό βαθμό ανακυκλωσιμότητας. Όταν αυτά συνεργάζονται με σύγχρονα και

συνάμα υψηλού βαθμού απόδοσης συστήματα θέρμανσης-ψύξης-κλιματισμού, τότε δημιουργούν ένα άριστο αποτέλεσμα με μεγάλο πλήθος ενεργειακών οφελών.

## 2.4 Ενεργητικά και Παθητικά συστήματα

Τα δυο κυριότερα τεχνολογικά συστήματα που αφορούν τους τρόπους εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας με σκοπό την θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων είναι τα ενεργητικά και τα παθητικά συστήματα, ενώ ανάμεσα σε αυτά υπάρχουν και τα υβριδικά. Παθητικά συστήματα ονομάζονται εκείνα που δεν χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για να εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία, χρησιμοποιώντας χαμηλή τεχνολογία. Είναι κυρίως βασισμένες στην φυσική ροή της θερμικής ενέργειας, στην εκμετάλλευση των φυσικών ιδιοτήτων που έχουν τα υλικά όπου είναι χτισμένα τα κτίρια και την χρήση των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, δηλαδή τους τοίχους, τα δάπεδα, τις οροφές και το δώμα, για την συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την αποθήκευση της θερμότητας. Αναλόγως με την σκοπιμότητα της χρήσης τους μπορούν να διακριθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Τα ενεργητικά συστήματα, από την άλλη, απαιτούν την χρήση μηχανικών μέσων, από τα πιο απλά μέχρι τα πιο υψηλής τεχνολογίας, όπως αντλίες, εναλλακτές θερμότητας, ανεμιστήρες κλπ, με την προϋπόθεση χρήσης σύνθετων μηχανισμών συλλογής, μεταφοράς και αποθήκευσης της θερμότητας που προέρχεται από την δεσμευόμενη ηλιακή ακτινοβολία. Για την δημιουργία θερμικών και οπτικών οφελών καθ' όλη την διάρκεια του έτους, θα πρέπει να γίνεται συνδυασμός των παραπάνω συστημάτων κατά την λειτουργία τους.

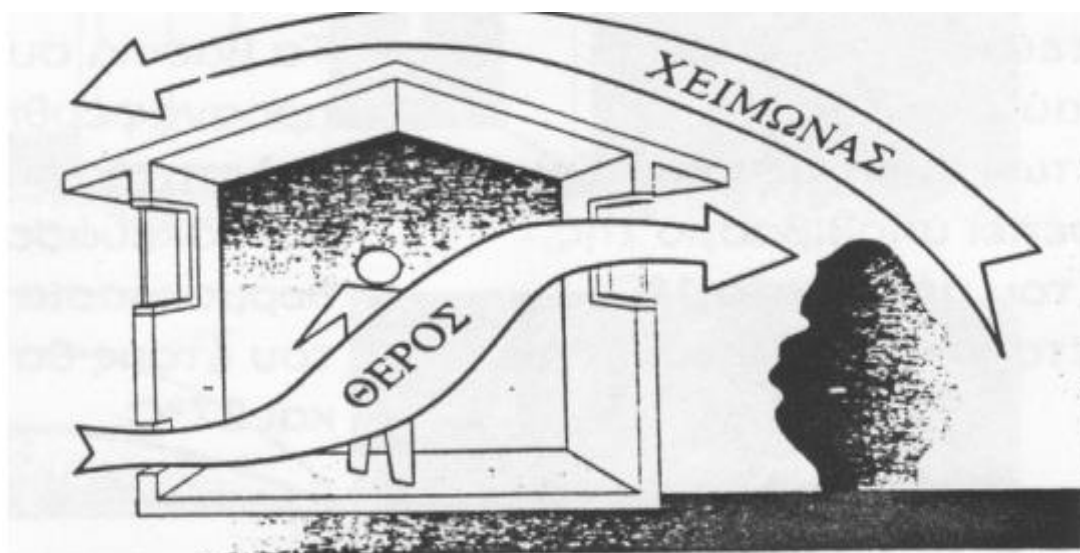
## 2.5 Χαρακτηριστικά βιοκλιματικού σχεδιασμού

### 2.5.1 Προσανατολισμός

Το πιο σωστό ενεργειακό σχήμα είναι αυτό όπου επιτυγχάνονται όσο το δυνατόν μικρότερες θερμικές απώλειες κατά την διάρκεια του χειμώνα και τα μικρότερα ηλιακά κέρδη κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. Επίσης, καθοριστικός παράγοντας θεωρείται και το μικρόκλιμα ανάλογα την κάθε πλευρά του κτιρίου. Η βόρεια πλευρά είναι αυτή που δέχεται την μικρότερη ηλιακή ακτινοβολία και δέχεται τους ψυχρούς βόρειους ανέμους κατά την χειμερινή περίοδο, με αποτέλεσμα να είθισται να είναι η πιο ψυχρή. Η ανατολική και η δυτική πρόσοψη δέχονται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, παρ' όλο που η δυτική είναι πιο ζεστή λόγω των υψηλών μεσημβρινών θερμοκρασιών του αέρα, όπου συνδυάζεται με την ηλιακή

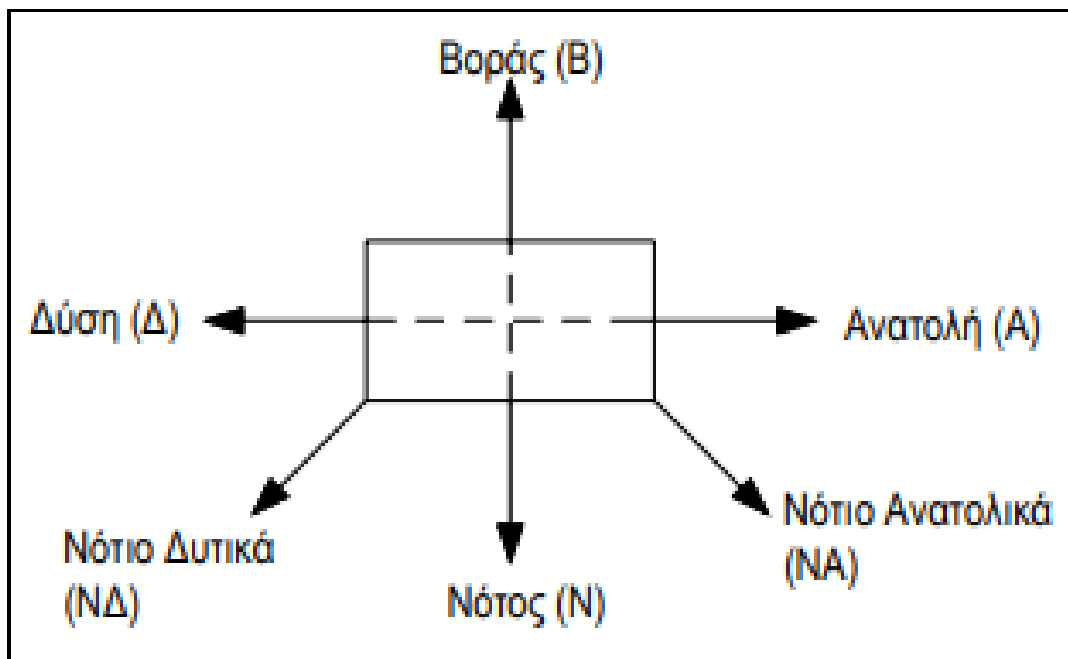
ακτινοβολία. Τέλος η νότια πλευρά είναι η πιο φωτεινή και ταυτόχρονα η πιο ζεστή επειδή δέχεται ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη την διάρκεια της ημέρας.

Άρα, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, οι χώροι όπου δεν έχουν τόσο μεγάλη ανάγκη σε θερμοκρασιακή άνεση πρέπει να τοποθετούνται στην βορεινή πλευρά, έτσι ώστε να λειτουργούν σαν φράγμα για τις θερμικές απώλειες ανάμεσα στους θερμαινόμενους χώρους και στο εξωτερικό περιβάλλον. Για αυτόν το σκοπό είναι καλό να προστατεύεται η συγκεκριμένη πλευρά από ψηλά δέντρα ή να τοποθετούνται κλειστοί χώροι στάθμευσης ή αποθήκες, με αποτέλεσμα να αποφεύγεται η απευθείας επαφή με τους ψυχρούς βόρειους ανέμους. Τέλος, είναι σημαντικό να υπάρχει η δυνατότητα αερισμού κατά την διάρκεια της νύχτας την καλοκαιρινή περίοδο, με αποτέλεσμα την πτώση της θερμοκρασίας εντός του σπιτιού και την διατήρηση μιας σταθερής και χαμηλής θερμοκρασίας την υπόλοιπη μέρα. Το σχήμα του κτιρίου όπου είναι εφικτή η μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας στην χώρα μας είναι επιμηκυμένο κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης.

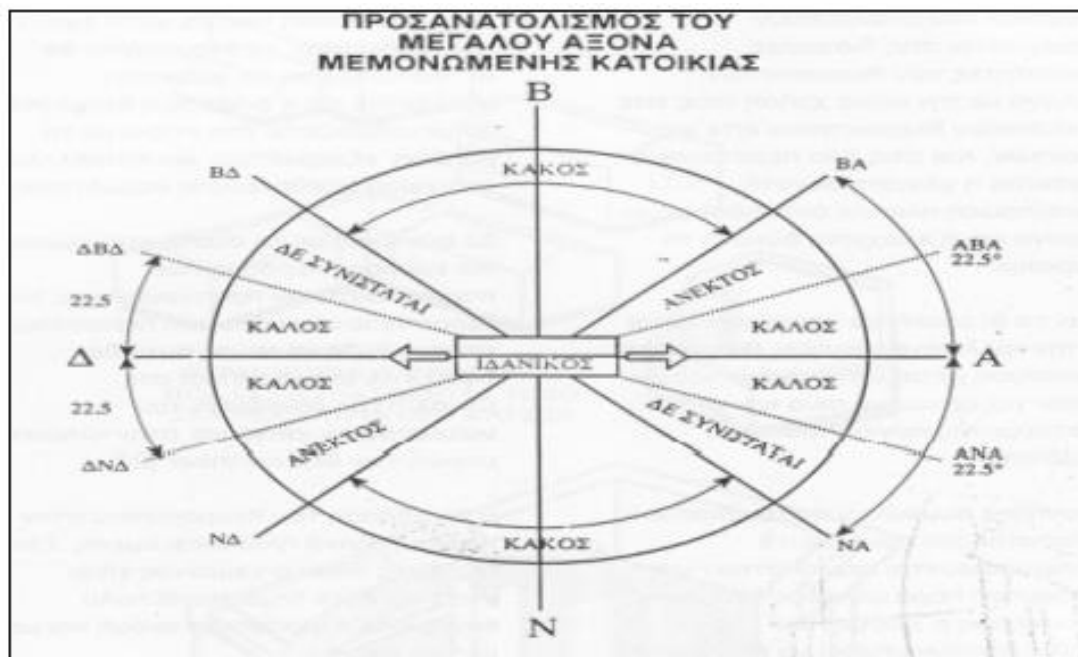


Εικόνα 9: Θερμική Προστασία κτιρίου. Πηγή: Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια Σωτηρία Αντωνοπούλου Αθήνα 2009<sup>5</sup>





Εικόνα 10: Κτίριο επιμήκες κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης. Πηγή: Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια Σωτηρία Αντωνοπούλου Αθήνα 2009<sup>5</sup>



Εικόνα 11: Ιδανικός προσανατολισμός κτιρίου. Πηγή: Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια Σωτηρία Αντωνοπούλου Αθήνα 2009<sup>5</sup>

### 2.5.2 Σκίαση

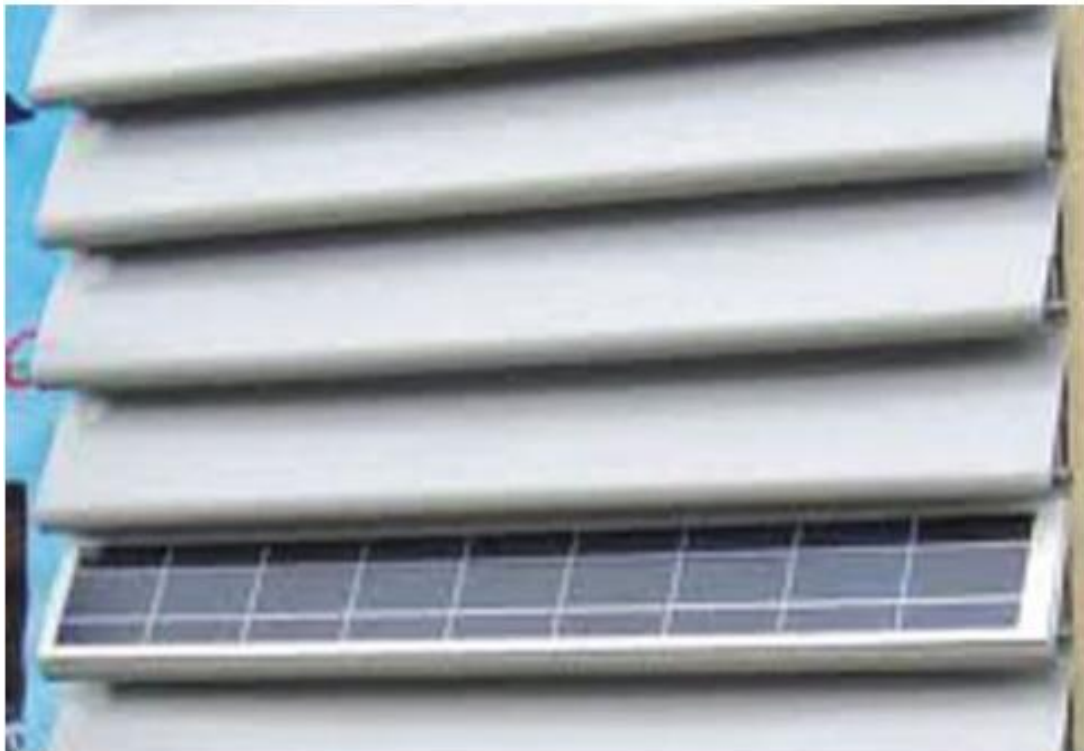
Κατά τον σχεδιασμό ενός κτιρίου θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βάση στην σκίαση, για να επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος της ποσότητας της ηλιακής ακτινοβολίας που μπαίνει από τα ανοίγματα. Πρόκειται για σημαντικό στοιχείο του κτιριακού κελύφους, διότι έχει μείζων ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση και ακόμα περισσότερο για την ψύξη του κτιρίου, καθώς και στην δημιουργία συνθήκων που ευνοούν την θερμική άνεση, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει και στην ρύθμιση και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, μειώνοντας τον κίνδυνο θαμπώματος. Ο τύπος και οι διαστάσεις του συστήματος διαμορφώνονται ανάλογα τον προσανατολισμό, την θέση των ανοιγμάτων, αλλά και λαμβάνοντας υπόψιν τους παρακάτω παράγοντες:

- την εξασφάλιση λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)
- τις δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον ηλιοπροστατευόμενο χώρο
- την σταθερότητα, την διάρκεια ζωής και την δυνατότητα χειρισμού
- το αρχικό κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης

Τα συστήματα ηλιοπροστασίας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τα σταθερά και τα κινητά. Τα σταθερά σκίαστρα στις περισσότερες εφαρμογές αποτελούν την συνέχεια κάποιας πλάκας, οι κατακόρυφες και οριζόντιες προεξοχές, αλλά και το οριζόντιο προστέγασμα από σκυρόδεμα ή κάποιο μέταλλο στο ύψος του παραθύρου. Από την άλλη, όσον αφορά τα κινητά σκίαστρα, πρόκειται για κάποιες πρόσθετου τύπου ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, όπου κατασκευάζονται από ελαφριά υλικά, όπως το μέταλλο, το αλουμίνιο, το πλαστικό και το ξύλο, έχοντας την δυνατότητα να περιστρέφονται ανάλογα την φορά των ακτίνων του ήλιου, με την βοήθεια κατάλληλων μηχανισμών, είτε χειροκίνητων είτε αυτόματων.



Εικόνα 12: Σταθερά σκίαστρα. Πηγή: Το Σπίτι του Μέλλοντος Ελένη Βασιλικού Ιωάννα Κάγια, Αθήνα 2013<sup>6</sup>



Εικόνα 13: Κινητά σκίαστρα. Πηγή: Το Σπίτι του Μέλλοντος Ελένη Βασιλικού Ιωάννα Κάγια, Αθήνα 2013<sup>6</sup>

Επιπροσθέτως, μπορούν κάλλιστα να προστατεύσουν από τις ακτίνες του ήλιου ένα κτίριο και οι εξωτερικοί χώροι πρασίνου, είτε από την βλάστηση των δέντρων με την σκιά που προσφέρουν τα φύλλα, είτε με χαμηλότερη βλάστηση, εξαιτίας του πράσινου χρώματος πετυχαίνοντας σημαντική μείωση στην ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει στο έδαφος, ενώ την ίδια στιγμή βελτιώνονται και οι συνθήκες για φυσικό φωτισμό.

### 2.5.3 Αερισμός

Για την εξασφάλιση ενός υγιούς περιβάλλοντος απαιτείται ένα επαρκές σύστημα εξαερισμού, με σκοπό την εισαγωγή φρέσκου αέρα στους εσωτερικούς χώρους, ενώ ταυτόχρονα θα τον καθαρίζει από τους αέριους ρύπους και την υγρασία. Ένα σωστά σχεδιασμένο σύστημα εξαερισμού φέρνει πολλά οφέλη και στην προσπάθεια εξοικονόμησης ενέργειας, μιας και ο εξαερισμός είναι συνδεδεμένος με την θέρμανση και τον κλιματισμό των χώρων ενός κτιρίου. Ο φυσικός αερισμός επιτυγχάνεται με την χρήση τεχνικών όπως είναι οι εξής:

- Διαμπερής φυσικός αερισμός. Ο διαμπερής αερισμός καθίσταται δυνατός με κατάλληλες παρεμβάσεις των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες ενός κτιρίου. Η κίνηση του αέρα γίνεται εφικτή με τον σχεδιασμό θυρίδων στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων, συμβάλλοντας ταυτόχρονα στην απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας.
- Καμινάδες ή πύργος αερισμού. Οι καμινάδες αερισμού δουλεύουν εκμεταλλευόμενες το φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, δηλαδή την τάση του θερμού αέρα να κινείται προς τα επάνω δημιουργώντας έτσι ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας την θερμότητα εκτός του κτιρίου.
- Υβριδικός αερισμός. Αυτός ο τύπος αερισμού επιτυγχάνεται με την χρήση ανεμιστήρων οροφής και χρησιμοποιείται όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο.
- Ηλιακή καμινάδα. Η λειτουργία αυτής της τεχνικής επιτυγχάνεται χάρη στο φαινόμενο Venturi συμβάλλοντας αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους. Η υψηλή θερμοκρασία που επιτυγχάνεται μέσα στην καμινάδα ενισχύει αρκετά το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, άρα και την ανανέωση του αέρα μέσα στους εσωτερικούς χώρους. Η ηλιακή καμινάδα αποτελεί ιδανική λύση σε περιοχές που έχουν υψηλά ποσοστά σχετικής υγρασίας κατά την καλοκαιρινή περίοδο, διότι επιτυγχάνεται διαρκής ανανέωση του εσωτερικού αέρα.
- Αεριζόμενο κέλυφος. Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους που εφαρμόζεται τόσο στους εξωτερικούς χώρους, όσο και στην οροφή

ενός κτιρίου, όπου μπορεί και κυκλοφορεί ο αέρας του εξωτερικού χώρου.



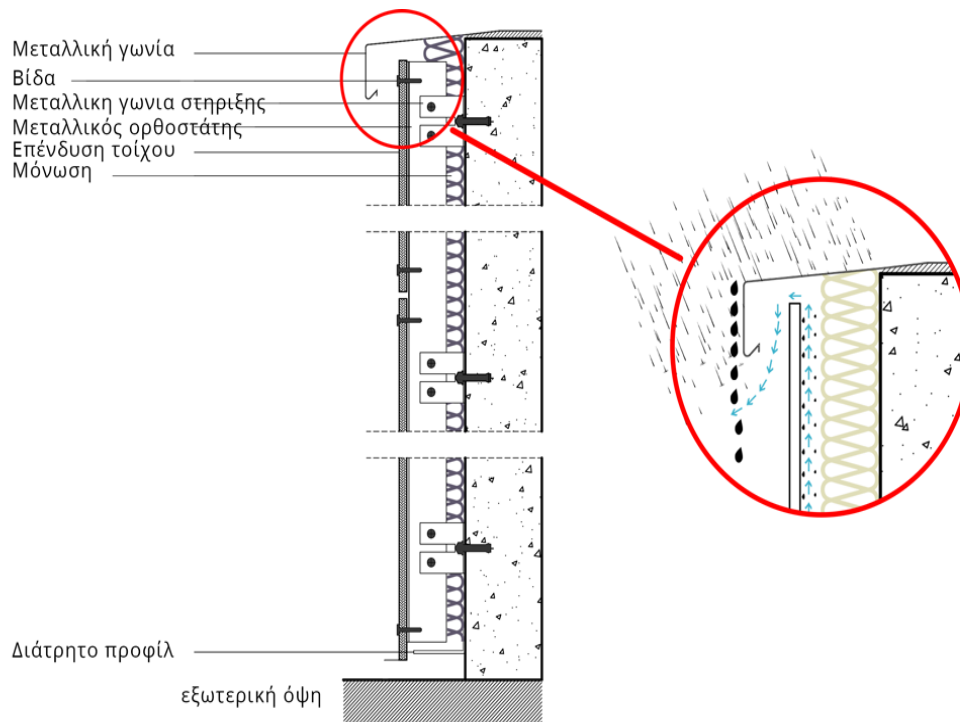
Εικόνα 14: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας καμινάδας αερισμού. Πηγή: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_fysikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm)



Εικόνα 15: Υβριδικός αερισμός με χρήση ανεμιστήρα οροφής. Πηγή: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_ybridikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_ybridikos_aerismos.htm)



Εικόνα 16: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας ηλιακής καμινάδας. Πηγή: [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_fysikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm)



Εικόνα 17: Σχεδιάγραμμα λειτουργίας αεριζόμενης πρόσοψης. Πηγή: <https://www.ecohabitat.gr/el/ventilated-facade-gr/>

#### 2.5.4 Φυσικός φωτισμός

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού επιτυγχάνει οπτική άνεση εντός των κτιρίων και εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά γενικότερα συμβάλλει και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης εντός των χώρων, καθώς συνδυάζει φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της ηλιακής ενέργειας που εισέρχεται. Προκειμένου να αξιοποιηθεί ο φυσικός φωτισμός προς όφελος του κτιρίου με τελικό στόχο την πραγματοποίηση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσα από κατάλληλα συστήματα και κατάλληλες τεχνικές, να καθίσταται δυνατή επαρκής ποσότητα εντός των εσωτερικών χώρων (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή για να αποφεύγονται έντονες διαφορές στην στάθμη φωτισμού προκαλώντας το φαινόμενο της θάμβωσης, συναρτήσει της εργασίας που εξελλίσεται εντός των χώρων. Η επάρκεια και η κατανομή του φωτισμού είναι άμεσα εξαρτώμενα από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά επίσης και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών, όπως είναι το χρώμα και η υφή, αλλά και των υαλοπινάκων, όπως είναι η φωτοδιαπερατότητα και η ανακλαστικότητα.





Εικόνα 18: Φυσικός φωτισμός σε κοινόχρηστο χώρο με χρήση αιθρίου. Πηγή: Το Σπίτι του Μέλλοντος Ελένη Βασιλικού Ιωάννα Κάγια, Αθήνα 2013<sup>6</sup>



Εικόνα 19: Φυσικός φωτισμός σε κοινόχρηστο χώρο με χρήση αιθρίου. Πηγή: Το Σπίτι του Μέλλοντος Ελένη Βασιλικού Ιωάννα Κάγια, Αθήνα 2013<sup>6</sup>

## 2.6 Εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας

Για την όσο το δυνατόν περισσότερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας από ένα κτίριο θα πρέπει να εξετάζονται ενδελεχώς οι εξής παράγοντες:

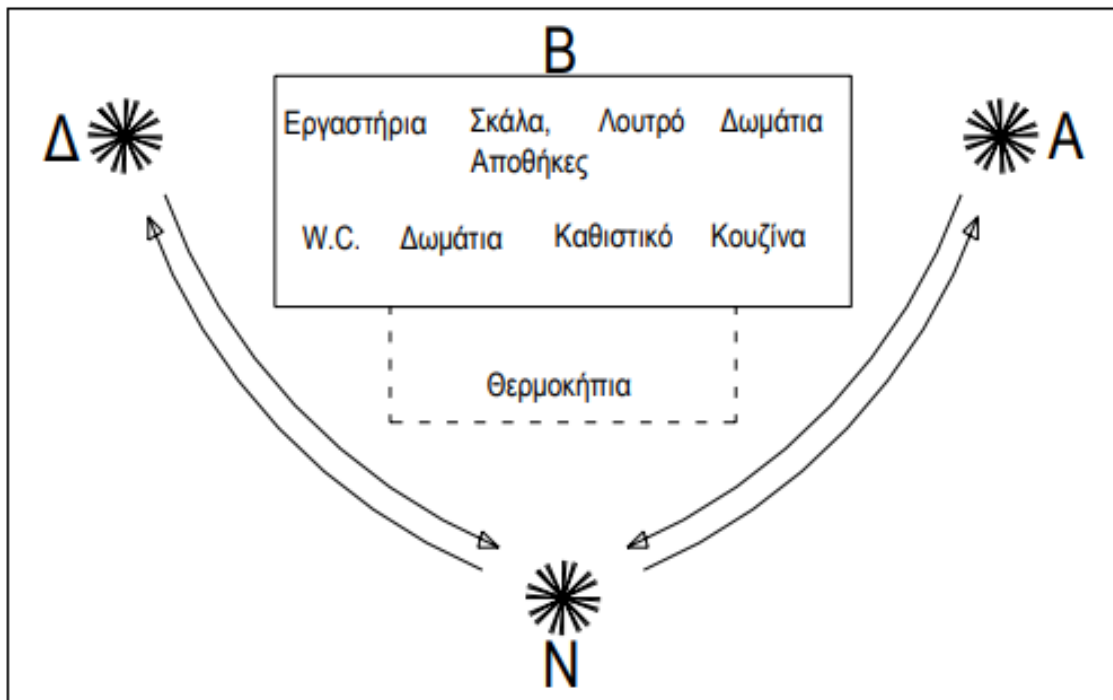
- Χωροθέτηση: Με την χρήση κατάλληλου ηλιακού χάρτη μπορούμε να ορίσουμε την ακριβή θέση του κτιρίου για ολόκληρο τον χρόνο. Επίσης, προσδιορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος για την εκάστοτε γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου, αλλά και ο ελεύθερος χώρος όπου η ηλιακή ακτινοβολία θα χρησιμοποιείται ανεμπόδιστα από το κτίριο. Ο επαρκής ηλιασμός τον χειμώνα τις ώρες 9:00 έως 15:00 προσφέρει στο κτίριο την απαιτούμενη ηλιακή ενέργεια για την λειτουργία του.
- Σχήμα-Προσανατολισμός: Όταν ένα κτίριο είναι επιμήκες κατά τον άξονα της τροχιάς του ήλιου, τότε έχει μεγαλύτερη επιφάνεια

στραμμένη προς τον Νότο με αποτέλεσμα να δέχεται μεγαλύτερες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα. Συγκεκριμένα, για το μεσογειακό κλίμα η βέλτιστη αναλογία είναι 1:1,8, ενώ το κτίριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για καμία περιοχή. Το επιμήκες κτίριο κατά τον άξονα Βορρά-Νότου είναι περισσότερο αποτελεσματικό κατά την διάρκεια του χρόνου σε αντίθεση με το κυβικό σχήμα. Ο προσανατολισμός του κτιρίου θα πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να προσφέρει πλήρη ηλιασμό τους χειμερινούς μήνες και πλήρη σκίαση τους καλοκαιρινούς μήνες. Τέλος, καθοριστικός παράγοντας θεωρείται και το γεωγραφικό πλάτος της εκάστοτε περιοχής, καθώς σε μέρη με γεωγραφικό πλάτος χαμηλότερο των 40°, οι νότιες επιφάνειες έχουν περισσότερα οφέλη από τον ήλιο, ενώ οι ανατολικές και δυτικές είναι περισσότερο επιβαρυνμένες, καθώς δέχονται 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

- **Μορφή:** Όταν ένα κτίριο έχει νότιο ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του κτιρίου, τότε θα πρέπει να είναι ανοιχτό και όταν τα αδιάφανα στοιχεία του, δηλαδή οι τοίχοι και η οροφή, έχουν καλή θερμομόνωση, τότε θα πρέπει να είναι κλειστό μορφολογικά, διότι η μείωση των θερμικών απωλειών είναι ικανή να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά οφέλη.
- **Σχέση με άλλα κτίρια:** Τα κτίρια που βρίσκονται στα άκρα μιας σειράς κτιρίων, έχουν περισσότερες θερμικές απώλειες σε σχέση με τα κτίρια που βρίσκονται στο μέσο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα πρώτα και τελευταία κτίρια έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια που εκτείνεται στο περιβάλλον σε σχέση με τα υπόλοιπα. Επίσης, τα κτίρια που έχουν άμεση επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά ενώ έχουν λιγότερη ενεργειακή κατανάλωση σε σχέση με τα κτίρια με πιλοτή. Αυτές οι απώλειες ισορροπούν με την βελτίωση της θερμομόνωσης ή με την χρήση ανοιγμάτων στον Νότο.
- **Ανοίγματα:** Τα νότια ανοίγματα παρουσιάζουν πολλαπλά οφέλη όπως: 1) Πετυχαίνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για την θέρμανση του κτιρίου.  
2) Εξασφαλίζουν μεγάλα ηλιακά κέρδη τον χειμώνα και μικρά το καλοκαίρι.  
3) Δεν παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο υπερθέρμανσης το καλοκαίρι σε σύγκριση με τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα.  
4) Η προστασία από τις ακτίνες του ήλιου γίνεται ευκολότερα με την χρήση απλών οριζόντιων σκιάστρων.  
Τα βόρεια ανοίγματα χρησιμεύουν περισσότερο στην παροχή φυσικού φωτισμού, διότι επιτρέπουν την είσοδο μόνο στην διάχυτη

ηλιακή ακτινοβολία, ενώ αντίθετα δεν την επιτρέπουν στην άμεση και επίσης είναι χρησιμότερα το καλοκαίρι για την εξασφάλιση του αερισμού. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα έχουν λιγότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα υπόλοιπα και θα πρέπει να γίνονται με σκοπό την βελτίωση του φυσικού φωτισμού και της οπτικής άνεσης. Τέλος, για την νότια πλευρά προτείνονται μεγάλα ανοίγματα με διπλό τζάμι, μέτρια ανοίγματα στην ανατολική και δυτική πλευρά και μικρά ανοίγματα στην βόρεια πλευρά.

- Διάταξη χώρων: Η βόρεια πλευρά των κτιρίων είναι η πιο ψυχρή και η πιο σκοτεινή, η ανατολική και η δυτική πλευρά δέχονται τα μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του καλοκαιριού και τα λιγότερα κατά την διάρκεια του χειμώνα, ενώ η νότια πλευρά αντίθετα δέχεται περισσότερο ηλιακό φορτίο κατά την διάρκεια του χειμώνα και λιγότερο το καλοκαίρι, ενώ χαρακτηρίζεται και ως η πιο φωτεινή. Η καλύτερη διάταξη των χώρων ενός κτιρίου στα εύκρατα κλίματα είναι η εξής:



Εικόνα 20: Διάταξη χώρων στο βιοκλιματικό σχεδιασμό κτιρίων. Πηγή: Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Βιώσιμη Ανάπτυξη. Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια Σωτηρία Αντωνοπούλου Αθήνα 2009<sup>5</sup>

## 2.7 Μειονεκτήματα Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Η συμβολή του βιοκλιματικού σχεδιασμού έγκειται στην προσπάθεια της βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης εξασφαλίζοντας καλή ποιότητα αέρα, οπτική και θερμική άνεση και ιδανικό μικρόκλιμα. Όμως για να πραγματοποιηθούν όλα αυτά,

αλλά και να γίνει επίσης δυνατή η μέγιστη δυνατή απόδοση θα πρέπει η μελέτη που θα λαμβάνει χώρα να γίνεται πολύ προσεκτικά, καθώς επίσης και να γίνεται προσεκτικά η εφαρμογή όλων των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής που αναφέρθηκαν προηγουμένως κατά την διάρκεια της κατασκευής του κτιρίου, αλλά και οι τρόποι χρήσης των ενεργειακών εφαρμογών. Η απόδοση ενός παθητικού συστήματος είναι άμεσα εξαρτώμενη τόσο από την κατασκευή του κτιρίου συνολικά, όσο και από την συνεισφορά των δομικών υλικών, όπως επίσης και από τις εκάστοτε απαιτήσεις άνεσης που θέτουν οι ίδιοι οι χρήστες, παρ' ότι είναι συσχετιζόμενη με το κλίμα της εκάστοτε περιοχής όπου έχει κατασκευαστεί το κάθε κτίριο.

Είναι λοιπόν προφανές πως αν δεν γίνουν οι σωστοί υπολογισμοί και δεν γίνει προσεκτική ανάλυση ολόκληρου του κελύφους του κτιρίου, είναι πολύ πιθανό να μην έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα, παρ' όλο που θα έχει ληφθεί υπόψιν το κατάλληλο σύστημα αναλόγως την περιοχή. Επίσης, πρόβλημα είναι και όταν γίνεται εσφαλμένη χρήση των συστημάτων από τους χρήστες, αλλά και αποκλίσεις από την κατασκευή του, που μπορεί ως συνέπεια να μην φέρουν την επιθυμητή εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και αρνητική λειτουργία, το οποίο δεν αποτελεί μέρος του σκοπού της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, όπου στόχος της είναι η εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων.

Εν κατακλείδι, τα μειονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού προκύπτουν μόνο όταν δεν λαμβάνει χώρα ενδελεχής μελέτη και εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Έτσι, προκειμένου να γίνει εφικτή η επιτυχής απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα πρέπει να γίνει σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών, σωστή υλοποίηση των συστημάτων κατά την διάρκεια της κατασκευής, σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων του αλλά και επαρκής συντήρηση της κατοικίας.

## Κεφάλαιο 3

### 3.1 Ατμοσφαιρική ρύπανση και επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Τα χαρακτηριστικά μιας σύγχρονης πόλης, όπως είναι η μεγάλη συγκέντρωση κτιρίων, υποδομών, εξοπλισμού, αλλά και κεφαλαίου, οδηγούν σε αυξημένο κίνδυνο για την υγεία των κατοίκων. Αυτά τα χαρακτηριστικά οδήγησαν σε πληθώρα προβλημάτων για τον σύγχρονο άνθρωπο, με ένα από τα κυριότερα να είναι η έλλειψη χώρων πρασίνου από τα αστικά κέντρα. Η εκπομπή ρύπων και αερίων, σε συνδυασμό με την υψηλή δόμηση έχουν δυσμενή επίδραση στην ψυχική αλλά και κοινωνική υγεία των κατοίκων. Οι χώροι πρασίνου που υπάρχουν στα αστικά κέντρα αναλογικά ανά κάτοικο χαρακτηρίζονται ως ελάχιστοι. Είναι χαρακτηριστικό πως στο λεκανοπέδιο της Αττικής η αναλογία πρασίνου που αντιστοιχεί σε κάθε κάτοικο είναι  $2,55 \text{ m}^2$ , όταν την ίδια στιγμή σε άλλες πρωτεύουσες ο αριθμός αυτός είναι αξιοσημείωτα πιο μεγάλος, περίπου  $13 \text{ m}^2$ . Ενδεικτικά αναφέρονται κατά φθίνουσα σειρά το Άμστερνταμ που έχει  $27 \text{ m}^2$ , το Βερολίνο που έχει  $13 \text{ m}^2$ , η Ρώμη που έχει  $9 \text{ m}^2$  και τέλος το Παρίσι που έχει  $8,54 \text{ m}^2$ .

Οι δυσμενείς επιδράσεις των ρύπων είναι πιο μεγάλες όταν ένα άτομο πάσχει από μια σειρά παθήσεων, όπως χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια και στεφανιαία νόσο, ειδικά όταν αυτές οι ασθένειες δεν θεραπεύονται πλήρως. Τα συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού που προσβάλλονται περισσότερο και δέχονται τις περισσότερες συνέπειες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι πρωτίστως το αναπνευστικό και δευτερευόντως το κυκλοφορικό, το ενδοκρινικό, το νευρικό, το αιμοποιητικό κλπ.

Οι επιπτώσεις σε βαρύτητα ποικίλουν και είναι άμεσα συσχετιζόμενες από τον βαθμό της ρύπανσης, τις φυσικές και χημικές ιδιότητες των σωματιδίων που αιωρούνται στην ατμόσφαιρα και την διάρκεια έκθεσης στους ατμοσφαιρικούς ρύπους. Οι ρύποι που θεωρούνται πως επηρεάζουν άμεσα την νοσηρότητα και την θνησιμότητα είναι το μονοξείδιο του άνθρακα, το διοξείδιο του θείου, το μονοξείδιο του αζώτου, το διοξείδιο του αζώτου, το όζον, η σκόνη και η αιθάλη.

Με βάση τα παραπάνω γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η άναρχη δόμηση στα αστικά κέντρα και κυρίως η αποψίλωση τεράστιων δασικών εκτάσεων αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που διαμορφώνουν το κλίμα των μεγαλουπόλεων όπου υπάρχει ανεπτυγμένη βιομηχανική δραστηριότητα. Π.χ. είναι γνωστό το άσθμα Tokyo-Yokohama ή το άσθμα Los Angeles όπου πρόκειται για μια ιδιαίτερη μορφή άσθματος η οποία οφείλεται στην υπερβολική ατμοσφαιρική ρύπανση που υπάρχει στις συγκεκριμένες πόλεις. Επίσης, η Αθήνα έχει αξιοσημείωτο πρόβλημα

ατμοσφαιρικής ρύπανσης, στο οποίο όμως δεν έχουμε την δυνατότητα να εξετάσουμε τις επιπτώσεις του νέφους στους κατοίκους, διότι δεν έχουμε τις κατάλληλες υγειονομικές δομές που να το επιτρέπουν. Αν τις είχαμε τότε θα πρέπει να θεωρείται σίγουρο πως η Αθήνα θα είχε τον δικό της τύπο άσθματος ή βρογχίτιδας.

Διεθνώς έχουν θεσπιστεί όρια για διαφορετικούς τύπους ατμοσφαιρικών ρύπων. Τα όρια αυτά αφορούν τόσο την προστασία των ανθρώπινων ζώων, όσο και της φύσης.

### 3.2 Ταξινόμηση ρύπων

Αναλόγως με την πηγή προέλευσής τους οι ρύποι χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι ρύποι που έχουν πηγή προέλευσης το εξωτερικό περιβάλλον, στην δεύτερη ανήκουν οι ρύποι που προέρχονται από το εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων και στην τρίτη κατηγορία οι ρύποι που παράγονται κυρίως στο εσωτερικό των κτιρίων.

Οι ρύποι που προέρχονται κυρίως από το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

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

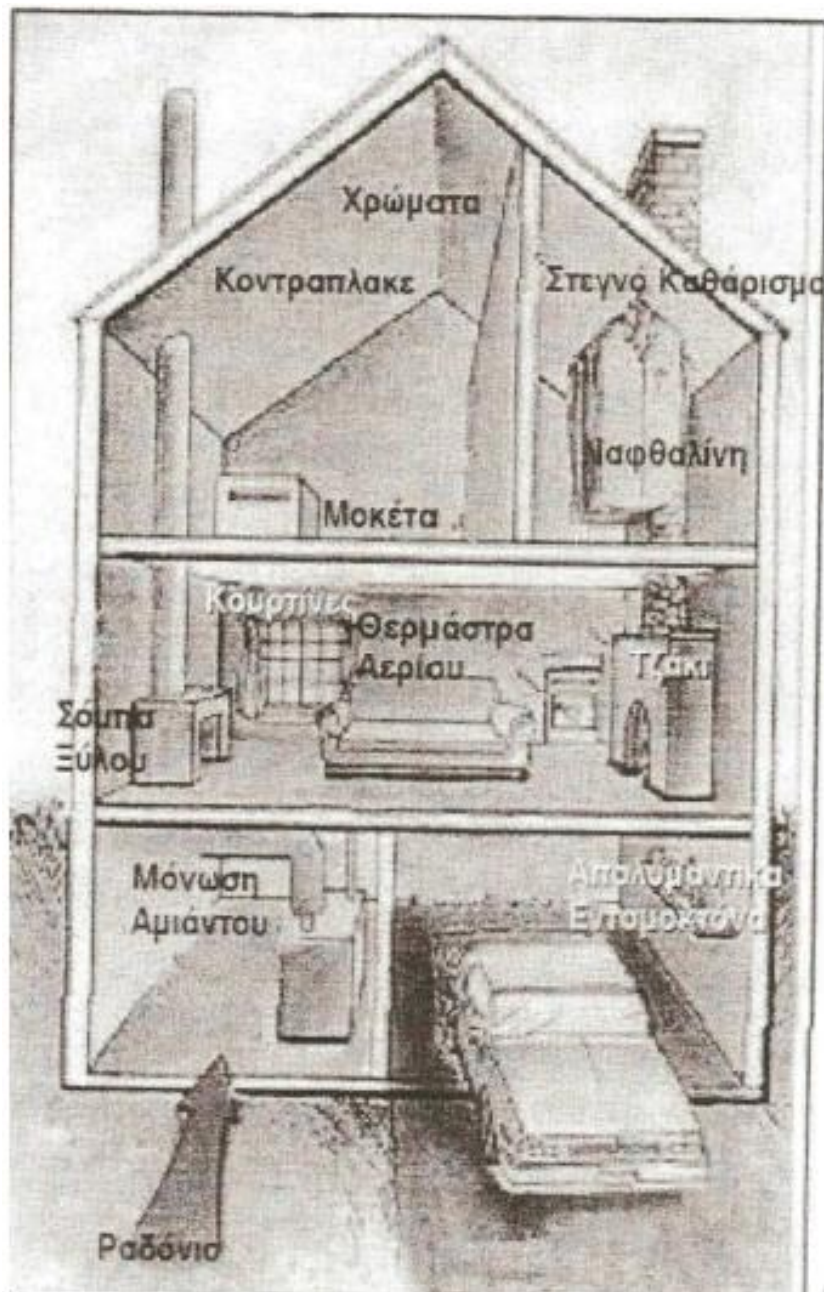
Οι ρύποι που παράγονται στο εσωτερικό και το εξωτερικό των κτιρίων:

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

Οι ρύποι που παράγονται κυρίως στο εσωτερικό των κτιρίων:

- Ραδόνιο
- Φορμαλδεΐδη
- Αμύαντος, συνθετικές ίνες
- Οργανικές ενώσεις
- Αμμωνία

- Υδράργυρο
- Πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες, νικοτίνη, ακρολείνη, κτλ
- Αερολύματα
- Αλλεργιογόνα
- Μικροοργανισμοί



Εικόνα 21: Πηγές ρύπων στο εσωτερικό του κτιρίου. Πηγή: Η ποιότητα του αέρα σε εσωτερικούς χώρους των κτιρίων Παναγιώτα Αναστασίου<sup>7</sup>



### 3.3 Τοξικότητα δομικών προϊόντων

Μεγάλο πρόβλημα που απασχολεί τις βιομηχανικές και αναπτυσσόμενες χώρες είναι η ρύπανση των εσωτερικών χώρων και οι συνέπειές της στην υγεία του ανθρώπου. Βάση μιας έρευνας, στις χώρες όπου υπάρχει αυξημένη βιομηχανική δραστηριότητα φάνηκε πως οι άνθρωποι περνούν το 80%-90% του χρόνου τους κατά μέσο όρο στο εσωτερικό περιβάλλον.



Εικόνα 22: Κατανομή χρόνου των ανθρώπων σε εσωτερικούς και εξωτερικούς χώρους. Πηγή: Το πρόβλημα ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, Τριανταφυλλιά Νικολάου

Οι συγκεντρώσεις των μολυσματικών παραγόντων στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων καθιστούν δυσκολότερη την διατήρηση της σωστής ποιότητας αέρα, με συνέπεια να γίνονται πιο αντίξοες οι συνθήκες άνεσης και υγείας των κατοίκων ή των χρηστών των κτιρίων για εργασιακούς σκοπούς. Το εσωτερικό περιβάλλον ενός κτιρίου διαμορφώνεται από την σχέση μεταξύ του κλίματος, της περιοχής και του συστήματος του κτιρίου, από τα ποσοστά υγρασίας, από τις τεχνικές που ακολουθούνται κατά την οικοδόμηση, από δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα μέσα στο κτίριο και τέλος από τις επικίνδυνες-τοξικές ουσίες που πιθανόν να εμπεριέχονται στα οικοδομικά υλικά, αλλά και στον εξοπλισμό, όπως π.χ. επιπλώσεις κλπ. Σύμφωνα με έρευνες φαίνεται πως το 37% των δομικών προϊόντων έχουν μέση

τοξικότητα και χαρακτηρίζονται ως επιβλαβή, ενώ το 2% είναι από τοξικά έως πολύ τοξικά.

Είναι διαπιστωμένες αρκετά χρόνια τώρα οι ρυπαντικές τοξικές και οικοτοξικές επιδράσεις από πολλά οικοδομικά υλικά και από τις τεχνολογίες παραγωγής τους στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων, την ίδια στιγμή που ο εξοπλισμός ενός κτιρίου όπως τα έπιπλα, τα χρώματα, οι τάπητες, τα βερνίκια και διάφορα άλλα παράγουν ρύπους αναλόγως με την χημική σύνθεσή τους.

Οι πιο σημαντικοί ρύποι στην εσωτερική ατμόσφαιρα ενός κτιρίου που προέρχονται από τα οικοδομικά υλικά και τον κτιριακό εξοπλισμό είναι οι εξής:

- Το διοξείδιο του άνθρακα – CO<sub>2</sub> (υλικά που περιέχουν άνθρακα).
- Το μονοξείδιο του άνθρακα – CO (συσκευές θέρμανσης, θερμοκρατικά σώματα καύσης, κουζίνες φυσικού αερίου).
- Η φορμαλδεΐδη. Είναι χημική ουσία που βρίσκεται σε κάποια οικοδομικά υλικά, π.χ. ρητίνες που χρησιμοποιούνται στα μονωτικά υλικά, έπιπλα από κόντρα πλακέ ή νοβοπάν, συνθετικές μοκέτες κ.λ.π..
- Νικέλιο (ηλεκτροσυγκολλήσεις).
- Χρωμικός ψευδάργυρος (αντισκωριακές στρώσεις).
- Κάδμιο και χρωμικός μόλυβδος (επιχρίσματα).
- Ενώσεις χρωμίου (βερνίκια ξύλου).
- Τα μόρια (σκόνη, οργανικά και ανόργανα αιωρούμενα σωματίδια, συνθετικές ίνες στις μονώσεις).
- Οι πτητικές οργανικές ενώσεις – volatile organic compounds – VOCs (ο όρος αυτός αναφέρεται σε χημικές ουσίες όπως τριχλωροαιθυλένιο, βενζόλιο, ναφθαλίνη, που εμπεριέχονται σε διάφορα υλικά, π.χ. διαλύτες, βαφές κόλλες κ.λ.π.).

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται διάφορες πηγές και είδη ρύπων της εσωτερικής ατμόσφαιρας που οφείλονται στα δομικά υλικά και στον εξοπλισμό των κτιρίων.

ΠΗΓΕΣ	ΡΥΠΟΙ
<b>ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</b>	
Τσιμέντο, πέτρα	Rn
Προϊόντα ξύλου (μοριοσανίδες, καπλαμάς)	HCHO
Μονωτικά	HCHO, ίνες υάλου
Υλικά πυροπροστασίας	Ίνες αμιάντου
Χρώματα	Pb, Cd, VOCs
<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ</b>	
Συσκευές θέρμανσης – μαγειρέματος	CO, NOx, HCHO, σωματίδια
Φωτοτυπικά μηχανήματα	O3
Υδραυλικές εγκαταστάσεις	Rn

Πίνακας 5: Πηγές και είδη ρύπων εσωτερικής ατμόσφαιρας κτιρίου. Πηγή: Green Building, Φούλα Κωνσταντοπούλου, Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2015<sup>2</sup>

Ακολουθούν δύο κατάλογοι τοξικών ουσιών σύμφωνα με τις Κοινοτικές

Οδηγίες 76/464/ΕΟΚ και 80/68/ΕΟΚ.

#### Κατάλογος I

- Οργανοχλωρικές ενώσεις.
- Οργανοφωσφορικές ενώσεις.
- Οργανικές ενώσεις ψευδαργύρου.
- Καρκινογόνες ουσίες (συμπεριλαμβανομένου και αυτών του καταλόγου II).
- Υδράργυρος και ενώσεις υδραργύρου.
- Κάδμιο και ενώσεις καδμίου.
- Δυσδιάσπαστα ορυκτέλαια και υδρογονάνθρακες πετρελαίου.
- Δυσδιάσπαστες συνθετικές ουσίες.

#### Κατάλογος II

- Τα ακόλουθα μέταλλα και οι ενώσεις τους: Zn, Cu, Ni, Cr, Se, As, An, Mo, Ti, Sn, Ba, Be, B, U, Va, Co, Th, Te, Ag.
- Τα βιοκτόνα και τα παράγωγά τους (εκτός αυτών του καταλόγου I).
- Ουσίες που αλλοιώνουν την οσμή και τη γεύση του νερού.
- Τοξικές ή δυσδιάσπαστες ενώσεις Si και ουσίες από τις οποίες ενδέχεται να

παραχθούν, ακόμα και αν αυτές είναι βιολογικά ακίνδυνες.

- Ανόργανες φωσφορικές ενώσεις και φώσφορος.
- Κυανιούχες και φθοριούχες ενώσεις.
- Ουσίες που επηρεάζουν αρνητικά το ισοζύγιο οξυγόνου και ειδικά η αμμωνία και οι νιτρώδεις ενώσεις.

Μερικές από τις επιπτώσεις των εσωτερικών ατμοσφαιρικών ρύπων στην υγεία είναι:

- Αναπνευστικά προβλήματα.
- Πονοκέφαλοι – ναυτία.
- Αίσθηση καψίματος στα μάτια και το λαιμό.
- Καταρροή.
- Βρογχίτιδα.
- Εμφύσημα.
- Καρκίνος.
- Αναπαραγωγικές ανωμαλίες και εμβρυοτοξικότητα.
- Τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα.

### 3.4 Ανάλυση ορισμένων τοξικών ουσιών

#### 3.4.1 Ραδόνιο

Το ραδόνιο είναι μια ραδιενεργή ουσία αέριας μορφής, η οποία είναι άχρωμη, άγευστη και άοσμη. Προκύπτει από την διάσπαση του ουρανίου 238 και του ραδίου και αποτελεί υλικό ορισμένων δομικών υλικών. Το ουράνιο εμφανίζεται σε περιοχές όπου υπάρχουν γρανίτες, ασβεστόλιθοι, αργιλικοί σχιστόλιθοι, σχιστόλιθοι και πισσουρανίτες. Το ραδόνιο είναι ικανό να διεισδύσει στο εσωτερικό ενός κτιρίου όταν αυτό ελκύεται κάτω από το έδαφος που βρίσκεται το εν λόγω κτίριο. Τα δομικά υλικά που έχουν σαν συστατικό τους το ραδόνιο είναι αυτά όπου έχει χρησιμοποιηθεί κάποιο παραπροϊόν από επεξεργασμένο ουράνιο. Π.χ. στη Σουηδία υπάρχει μεγάλος αριθμός κατοικιών όπου εμφανίζονται υψηλές ποσότητες ραδονίου, διότι είναι χτισμένες με υλικό τσιμέντου. Επίσης, στην αύξηση των ποσών του ραδονίου συμβάλλει και ο ελλειπής εξαερισμός των κατοικιών λόγω δυσμενών καιρικών συνθηκών, με αποτέλεσμα τον εγκλωβισμό του. Άλλωστε, υπάρχει πιθανότητα

εμφάνισης του ραδονίου σε οποιοδήποτε κτίριο, ανεξαρτήτου ηλικίας, και ανεξαρτήτως ύπαρξης υπογείου, καθώς διασπείρεται μέσω του εδάφους και εισχωρεί στα κτίρια μέσω ρωγμών που υπάρχουν στις θεμελιώσεις ή σε τοίχους και πατώματα, μέσω αποχετευτικών αγωγών, καλωδίων, δεξαμενών νερού, ακόμα και μέσα από βρύσες και μπάνια.

Το ραδόνιο, καθ' ότι καρκινογόνο υλικό, είναι υπεύθυνο για την εμφάνιση καρκίνου του πνεύμονα και ο κίνδυνος αυτός επηρεάζεται από τρεις παράγοντες. Τα επίπεδα συγκέντρωσης, την διάρκεια την έκθεσης και τον εθισμό στο κάπνισμα. Επειδή το ραδόνιο σαν υλικό είναι άοσμο και οι παρενέργειες της εμφάνισής του γίνονται αντιληπτές μετά από αρκετά χρόνια, είναι δύσκολο στην ανίχνευσή του και για να γίνει αντιληπτή η παρουσία του χρειάζονται μετρήσεις της συγκέντρωσής του. Γενικώς προτείνεται ο έλεγχος για την παρουσία του να λαμβάνει χώρα σε όλους του χώρους ενός κτιρίου που βρίσκονται κάτω από τον τρίτο όροφο. Όμως, παρ'όλο που είναι πιθανό να μην υπάρξουν ποσά συγκέντρωσης ραδονίου, συνιστάται ο έλεγχος να γίνεται προληπτικά κάθε δυο χρόνια, ή κάθε φορά που γίνονται εργασίες ανακαίνισης, αλλαγές σε συστήματα αερισμού, σεισμοί και εκσαφές γύρω από το κτίριο, καθώς πρόκειται για παράγοντες που πιθανόν να οδηγήσουν στην εμφάνισή του.

Όταν υπάρξει η υποψία πως υπάρχουν ποσότητες ραδονίου μέσα σε ένα κτίριο, τότε θα πρέπει αμέσως να γίνεται μέτρηση ώστε να διαπιστωθεί η ακριβής συγκέντρωση ραδονίου που υπάρχει. Προκειμένου να εμποδισθεί η είσοδος του ραδονίου σε ένα κτίριο είναι απαραίτητη η στεγανοποίηση της επιφάνειας επαφής του κτιριακού κελύφους με το έδαφος. Ένας τρόπος να επιτευχθεί αυτό είναι η χρήση διπλού δαπέδου, το οποίο αποτελείται από δυο παράλληλες επιφάνειες από υλικό που έχει σαν χαρακτηριστικό την χαμηλή περατότητα του αέρα και ταυτόχρονα εμποδίζει αποτελεσματικά την διάχυση ραδονίου. Ανάμεσα σε αυτές τις δυο επιφάνειες υπάρχει ένα στρώμα το οποίο εμφανίζει υψηλή περατότητα και αποτελείται από ένα στρώμα αέρα, χαλίκια κ.α. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη μείωση του ραδονίου το οποίο προέρχεται από το έδαφος όταν το στρώμα το οποίο παρεμβάλλεται αερίζεται ή διατηρείται σε υποπίεση ή υπερπίεση σε σχέση με το έδαφος και το εσωτερικό του κτιρίου. Όταν γίνεται χρήση ενός απλού δαπέδου, τότε η εφαρμοζόμενη τακτική είναι η διατήρηση του εδάφους σε υποπίεση ή υπερπίεση.

Όταν εφαρμόζεται υπερπίεση στο έδαφος η ποσότητα του αέρα που μπαίνει στο κτίριο μεγαλώνει μεν, αλλά η ποσότητα ραδονίου που μπαίνει μαζί του είναι πάρα πολύ μικρή, διότι ο αέρας έρχεται κατ' ευθείαν από το περιβάλλον με αποτέλεσμα να διέρχεται αναγκαστικά μέσα από το επιφανειακό στρώμα του εδάφους, το οποίο δεν ελκύει καθόλου ραδόνιο, ή ίσως σε πολύ μικρές ποσότητες. Κάτω από ένα επαρκώς στεγανοποιημένο δάπεδο θα πρέπει να υφίσταται ένα διαπερατό στρώμα χαλικιών με σκοπό να επιτρέπει την διέλευση του πεπιεσμένου αέρα στο υπέδαφος έτσι ώστε να μην εισέρχονται μέσα στο κτίριο ποσότητες ραδονίου, καθώς θα απωθούνται. Αν η διαπερατότητα του εδάφους δεν υφίσταται τότε ελοχεύει ο κίνδυνος της αύξησης της συγκέντρωσης του ραδονίου που

εισέρχεται στο κτίριο. Στην περίπτωση όπου το έδαφος υφίσταται υποπίεση, επιδίωξη είναι η αντιστροφή της φυσικής ροής του αέρα από το έδαφος προς το εσωτερικό του κτιρίου. Έτσι, όταν χαμηλώνει η πίεση του αέρα στο έδαφος έχει σαν αποτέλεσμα ο αέρας να κινείται προς το έδαφος από τους κατοικίσιμους χώρους.

Για την τεχνική αυτή απαιτείται ένα σχετικά μη διαπερατό στρώμα χαλικιών κάτω από το πάτωμα, ώστε να επιτραπεί η δημιουργία υποπίεσης. Η παρουσία μιας στεγανής μεμβράνης κάτω από το υπόστρωμα χαλικιών βοηθά στην αύξηση της απόδοσης του συστήματος, αν και υπάρχει η πιθανότητα να προκύψουν προβλήματα υγρασίας διότι δεν θα είναι εφικτή η στράγγιση του νερού. Επίσης, θα πρέπει να δίνεται προσοχή έτσι ώστε να διατηρείται η υποπίεση κάτω από το δάπεδο κατά την λειτουργία της θέρμανσης ή του συστήματος μηχανικού αερισμού.

Μια επιπλέον μέθοδος όταν κάτω από το δάπεδο του κτιρίου υπάρχει κενό ανάμεσα σε αυτό και στο έδαφος είναι ο έντονος εξαερισμός του μέσω μηχανημάτων. Σκοπός αυτής της μεθόδου είναι η μείωση των συγκεντρώσεων ραδονίου και δημιουργίας υποπίεσης που θα εμποδίζει την είσοδο ραδονίου στο κτίριο, με την προϋπόθεση το δάπεδο να είναι επαρκώς στεγανό. Με την τοποθέτηση πλαστικής μεμβράνης στην κάτω επιφάνεια του δαπέδου είναι δυνατόν να επιτευχθεί αύξηση της στεγανότητας του δαπέδου.

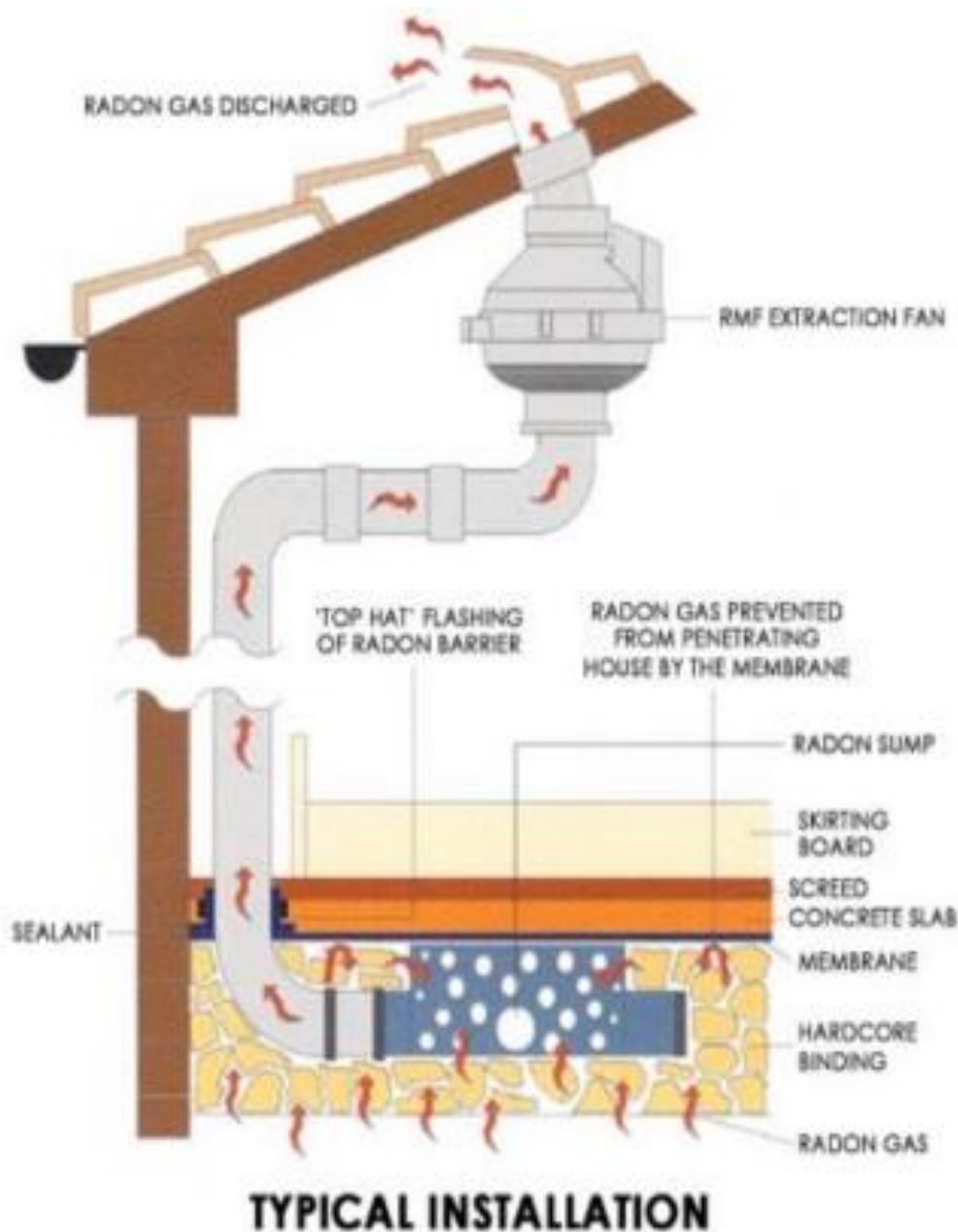
Ένας επιπλέον αποτελεσματικός τρόπος μείωσης των συγκεντρώσεων του ραδονίου είναι η εξασφάλιση τεχνολογίας επαρκούς εξαερισμού των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, είτε με φυσικές, είτε με τεχνητές μεθόδους. Συσκευές όπως αεροκαθαριστές, γεννήτριες όζοντος, ιονιστές, κλπ που χρησιμεύουν στον καθαρισμό του αέρα του εσωτερικού χώρου κρίνονται ως μη αποτελεσματικές για την απομάκρυνση του ραδονίου.

Τέλος, όσον αφορά την παροχή νερού, όταν αυτή σε ένα κτίριο γίνεται μέσω δικτύου παροχής ύδρευσης, τότε το νερό δεν θεωρείται επίφοβο για συγκέντρωση ραδονίου, διότι υφίσταται έλεγχο από τις εταιρίες ύδρευσης, όπου σε περίπτωση συγκεντρώσεων το απομακρύνουν πριν την έναρξη της διαδικασίας της διανομής. Αντιθέτως όμως, αν η παροχή νερού γίνεται μέσω φυσικών πηγών ή πηγαδιών, τότε καθίσταται απαραίτητος ο έλεγχος του νερού.

Εάν η ανέγερση ενός νέου κτιρίου λαμβάνει χώρα σε περιοχή όπου έχει διαπιστωθεί πως υπάρχει επίφοβη συγκέντρωση ραδονίου, κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων ήδη από το στάδιο του σχεδιασμού της κατασκευής έτσι ώστε να ενσωματωθούν τεχνικές παθητικής προστασίας του κτιρίου από το ραδόνιο όπως είναι:

- Η ελαχιστοποίηση της επιφάνειας επαφής του κτιρίου με το έδαφος.
- Η καλή στεγανοποίηση του δαπέδου.
- Η αποφυγή κατασκευής υπογείων χώρων.

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



Εικόνα 23: Τυπική εγκατάσταση αεραγωγών για απομάκρυνση ραδονίου.  
 Πηγή: Φυσικές παράμετροι οι οποίες καθορίζουν την ποιότητα αέρα στο εσωτερικό περιβάλλον, Τριανταφυλλιά Νικολάου, Πολυτεχνείο Κρήτης

### 3.4.2 Βαρέα μέταλλα

Βαρέα μέταλλα όπως είναι ο μόλυβδος, ο υδράργυρος, το κάδμιο, το αλουμίνιο, το αρσενικό, ο χαλκός και το θάλιο πρόκειται για ρυπαντές του εσωτερικού αέρα ενός χώρου, διότι πολλές πηγές αυτών βρίσκονται μέσα σε κλειστούς χώρους με αποτέλεσμα να προκαλούν πολλά προβλήματα στον άνθρωπο,



με πιο σημαντικές πηγές αυτών των μετάλλων να είναι αντικείμενα κατασκευασμένα από αλουμίνιο, διάφορα οικοδομικά υλικά, το κάπνισμα, τα εντομοκτόνα και γενικότερα ο μολυσμένος αέρας, διάφορα φάρμακα, χρώματα και τα καλλυντικά.

### 3.4.3 Αμίαντος

Ο αμίαντος πρόκειται για ένα ορυκτό πυριτικό άλας του ασβεστίου και του μαγνησίου όπου το συναντάμε με την μορφή μικροσκοπικών ινών. Ο αμίαντος που συναντάται στο εμπόριο έχει ως κύρια συστατικά τον χρυσολιτικό αμίαντο, γνωστό και ως σερπαντίτη, τον λευκό τρεμολίτη και την μπλε ριββεκίκη. Παρά το γεγονός ότι ήταν διαδεδομένο υλικό στις οικοδομικές δραστηριότητες από το 1950 και έπειτα, σήμερα είναι απαγορευμένο υλικό, καθώς είναι αποδεδειγμένο πως η χρόνια έκθεση σε υψηλά επίπεδα αμιάντου είναι υπεύθυνη για αναπνευστικές ασθένειες και καρκίνο.

Πρόκειται για υλικό με υψηλές μηχανικές ιδιότητες. Κάποια χαρακτηριστικά που τον έκαναν προσιτό σε πολλές εφαρμογές είναι η ευκολία στην επεξεργασία του, η μεγάλη αντοχή που δείχνει στην διάβρωση και στα άλατα, το ελάχιστο βάρος του, οι θερμομονωτικές και ηχομονωτικές του ιδιότητες, η αντοχή του στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες, η κακή αγωγιμότητά του στον ηλεκτρισμό και κυρίως ότι πρόκειται για ένα οικονομικό υλικό. Είχε μεγάλη διάδοση σαν υλικό στην Παρασκευή αμιαντοτσιμέντου το οποίο έχει σε ευρεία χρήση ως οικοδομικό υλικό, όπως επίσης και σε πλάκες επενδύσεων και διαχωριστικών, σε σωλήνες ύδρευσης και αποχέτευσης, σε αεραγωγούς, πλάκες οροφής, επιχρίσματα, κεραμικά πλαστικά δαπέδου, βινύλιο και πολλά άλλα. Παρ' όλα αυτά μέχρι και σήμερα γίνεται ευρεία χρήση του στον τομέα της υφαντουργίας για την κατασκευή κουβερτών, σεντονιών, σχοινιών, κλωστών υφαντουργίας, κουρτινών κλπ, λόγω της αντοχής του σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και της ανθεκτικότητάς του γενικότερα. Επιπλέον, χρησιμοποιείται στην χαρτοποιία και πιο συγκεκριμένα στην κατασκευή χαρτιού με αντόχη σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως και στην βιομηχανία αεροπλάνων και πυραύλων, στη βιομηχανία ασφάλτου, ελαστικών, ρητίνης, χρωμάτων κλπ.

Όμως, λόγω της υψηλής επικινδυνότητάς του στην ρύπανση του εξωτερικού και εσωτερικού περιβάλλοντος, θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση υλικών που περιέχουν αμίαντο. Τα υλικά που περιέχουν αμίαντο θα πρέπει να απομακρύνονται και να προστατεύονται προκειμένου να μην απελευθερωθούν βλαβερές ποσότητες στην ατμόσφαιρα λόγω πιθανής επεξεργασίας ή καταστροφής τους, καθώς αυτά τα υλικά δεν θα πρέπει να τρίβονται, να τυλίγονται, να κόβονται, να γδέρνονται ή να τροχίζονται. Η απομάκρυνση υλικών με αμίαντο θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένο προσωπικό καθώς είναι μεγάλη πιθανότητα να προκληθεί ζημιά στην υγεία του ατόμου που θα αναλάβει την απομάκρυνσή του αν δεν γνωρίζει την διαδικασία.

Σήμερα έχει ελαττωθεί η χρήση υλικών με αμίαντο στις οικοδομικές εργασίες, παρ' όλα αυτά είναι πιθανό να βρεθούν σε παλιές κατασκευές όπως είναι:

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

Τα προβλήματα υγείας λόγω του αμιάντου κάνουν να εμφανιστούν στον ανθρώπινο οργανισμό αρκετά χρόνια, αλλά είναι υπεύθυνος για την εμφάνιση καρκίνου σε αρκετά σημεία του σώματος, όπως στον πνεύμονα, στο συκώτι, στο νεφρό, ενώ οι πιθανότητες για τους καπνιστές είναι αρκετά πιο αυξημένες. Οι παρενέργειες από την έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε υλικά που έχουν αμιάντο προκαλούνται από εισπνεόμενες ίνες αμιάντου, όπου μερικές, όπως οι βελονοειδείς ίνες του αμιφολιτικού αμιάντου, καταλήγουν στους πνεύμονες, με αποτέλεσμα να παραμένουν καρφωμένες εκεί για πολλά χρόνια χωρίς να αποβάλλονται προκαλώντας τελικά καρκίνο. Αντίθετα, η κατάποση των ιών αμιάντου με το φαγητό ή το νερό δεν θεωρείται επικίνδυνη, διότι οι φυσιολογικές λειτουργίες τις αποβάλλουν από τον ανθρώπινο οργανισμό.

Άρα, γι' αυτούς τους λόγους σε κάποιες χώρες ο αμιάντος δεν αποτελεί προϊόν εξαγωγής ή εξόρυξης πλέον.

Χώρα	Ημερομηνία αποκλεισμού
Γαλλία	1995
Γερμανία	1994
Δανία	1988
Ελβετία	1986
Ιταλία	1992
Νορβηγία	1987
Ολλανδία	1993
Σουηδία	1985

Πίνακας 6: Χώρες και χρονολογίες απαγόρευσης εξόρυξης και εξαγωγής αμιάντου. Πηγή: London Hazards Center, Asbestos, 1998

#### 3.4.4 Μόλυβδος

Ο μόλυβδος είναι ένα ευρέως διαδεδομένο μεταλλικό στοιχείο στο περιβάλλον, το οποίο βρίσκεται κυρίως στο ορυκτό γαληνίτης υπό την μορφή των σουλφιδίων, όπως και στα ορυκτά κερουσίτης και αγγλελίτης. Ανήκει στην κατηγορία των βαρέων μετάλλων, το χρώμα του είναι γκριζογάλανο και πρόκειται για μαλακό υλικό όπου επιτρέπει την εύκολη αλλαγή στο σχήμα του. Δεν έχει ιδιαίτερα μεγάλη αγωγιμότητα, όπως επίσης ούτε μεγάλη ελαστικότητα. Χρησιμοποιούνταν ευρύτατα στην παρασκευή χρωμάτων, σε παιδικά παιχνίδια, σε κεραμικά υλικά επενδυτικής διακόσμησης, σε επιγραφές, σε μπαταρίες κλπ.

Οι πηγές ύπαρξης μόλυβδου είναι οι εξής:

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

Όταν εισέλθει μέσα στον οργανισμό μας συσσωρεύεται μέσα στα οστά και σε διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος και όταν είναι αρκετά μεγάλη η συκέντρωσή του, τότε εκδηλώνεται μια ασθένεια που ονομάζεται μολυβδίαση με συμπτώματα όπως αναιμία, αδυναμία, κολικό, δυσκοιλιότητα ενώ μπορεί να φτάσει μέχρι και σε παράλυση των καρπών και των αρθρώσεων των ποδιών.

Ισχυρή σύσταση γίνεται για την αποφυγή της απομάκρυνσης χρωμάτων και βαφών που έχουν ως συστατικό τον μόλυβδο ανεξαρτήτως μεθόδου απομάκρυνσης, είτε γίνεται με τρίψιμο, είτε γίνεται με αμμοβολή, είτε γίνεται με την χρήση φλόγιστρου, διότι λαμβάνει χώρα απελευθέρωση υψηλών συγκεντρώσεων σωματιδίων μόλυβδου στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί ότι υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις μόλυβδου σε κατεδαφίσεις κτιρίων όπου υπάρχουν χρώματα με μόλυβδο. Σε αυτή την περίπτωση την διαδικασία της κατεδάφισης θα πρέπει να την αναλαμβάνει εξειδικευμένο προσωπικό. Τέλος, θα πρέπει να πραγματοποιείται έλεγχος στις υδραυλικές εγκαταστάσεις κάθε κτιρίου, προκειμένου να διαπιστωθεί η ύπαρξη σωλήνων όπου περιέχουν μόλυβδο. Τότε στην συγκεκριμένη περίπτωση οι σωλήνες θα πρέπει να απομακρυνθούν και να αντικατασταθούν άμεσα.

#### 3.4.5 Μεταλλικές ίνες

Μερικές φορές μικροσκοπικές μεταλλικές ίνες από όπου προέχονται από διάφορα μέταλλα ξεκολλάνε από τις επιφάνειες διάφορων μετάλλων όταν υπόκεινται σε επεξεργασία ή μετά την χρήση τους, με αποτέλεσμα αυτές να αιωρούνται και να μεταφέρονται τόσο στην εξωτερική όσο και στην εσωτερική ατμόσφαιρα. Λόγω του μικροσκοπικού μεγέθους που έχουν οι ίνες έχουν την δυνατότητα να μεταφέρονται μέσω του αέρα σε μεγάλες αποστάσεις και να κάθονται σε επιφάνειες, ανεξάρτητα από το μέγεθος των μετάλλων από όπου αποκολλώνται. Το μέγεθος των συγκεντρώσεων ποικίλλει ανάλογα με τον βαθμό επεξεργασίας των μετάλλων. Πιο συγκεκριμένα, όταν ένα μέταλλο επεξεργάζεται με σφυρηλάτισμα, τριβή, λείανση, συγκόλληση κλπ, οι ποσότητες των ινών που εκπέμπονται από αυτό είναι σημαντικά μεγαλύτερες σε σχέση με μια απλή χρήση.

## ***Κεφάλαιο 4***

### ***4.1 Φάσεις ζωής κτιρίου***

Οι φάσεις ή τα στάδια της ζωής ενός κτιρίου ορίζονται με χρονολογική σειρά ως εξής:

- Σύλληψη της ιδέας.
- Σχεδιασμός (planning).
- Σχεδίαση (design).
- Κατασκευή (construction phase).
- Λειτουργία (use phase).
- Απόρριψη (disposal)

Οι φάσεις της οικοδομικής δραστηριότητας όπου κάνουν την εμφάνισή τους οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι οι εξής:

#### ***Παραγωγή οικοδομικών υλικών***

- Λήψη πρώτων υλών από το φυσικό περιβάλλον
- Μεταφορά πρώτων υλών στη θέση επεξεργασίας
- Επεξεργασία πρώτων υλών – Βιομηχανική παραγωγή οικοδομικών υλικών
- Αποθήκευση και εμπορία οικοδομικών υλικών

#### ***Κατασκευή κτιρίου***

- Μεταφορά υλικών
- Οικοδόμηση

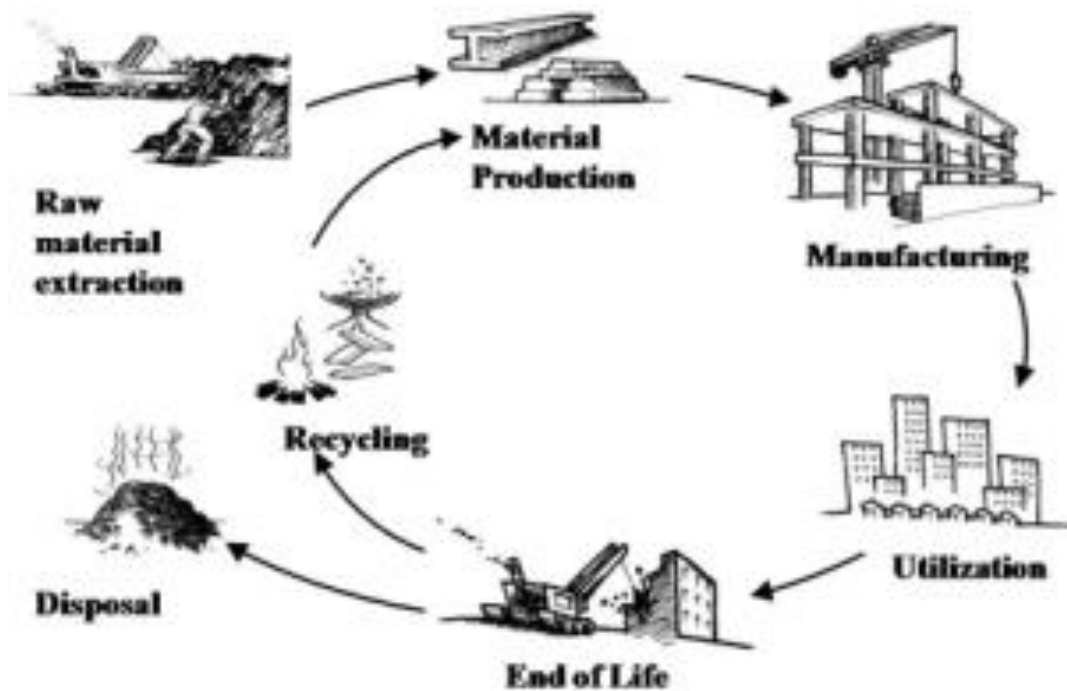
#### ***Χρήση Κτιρίου***

- Κατανάλωση Ενέργειας
- Κατανάλωση νερού
- Συντήρηση

#### ***Κατεδάφιση Κτιρίου***

- Κατεδάφιση

- Μεταφορά υλικών
- Απόρριψη υλικών στο περιβάλλον



Εικόνα 24: Φάσεις ζωής ενός κτιρίου. Πηγή: Green Building, Φούλα Κωνσταντοπούλου, Πειραιάς, Σεπτέμβριος 2015<sup>2</sup>

#### 4.2 Στάδια ζωής οικοδομικών υλικών

Προκειμένου να είναι εξασφαλισμένη η περιβαλλοντική ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά την διάρκεια της κατασκευής ενός κτιρίου, θεωρείται αναγκαίο να υπάρχουν πληροφορίες και στοιχεία για την επάρκεια και την διαθεσιμότητα των φυσικών πόρων από όπου προέρχονται τα υλικά, καθώς και για την ενέργεια όπου είναι απαραίτητη τόσο για την παραγωγή, όσο και για τα λοιπά στάδια της ζωής τους, τον βαθμό της τοξικότητας, την αντοχή τους στον χρόνο, τις ανάγκες συντήρησης του εκάστοτε υλικού, την περιεκτικότητά τους σε υλικά προερχόμενα από ανακύκλωση, αλλά και την δυνατότητα των ίδιων των υλικών για επαναχρησιμοποίηση ή ανακύκλωση.

Ο κύκλος ζωής ενός οικοδομικού υλικού περιέχει τα εξής στάδια:

- Συλλογή – εξόρυξη
- Βιομηχανική παραγωγή – επεξεργασία
- Συσκευασία – τυποποίηση

- Μεταφορά – διανομή
- Κατασκευή
- Χρήση της κατασκευής – συντήρηση
- Κατεδάφιση
- Επανάχρηση, ανακύκλωση, ανάκτηση, βιοδιάσπαση αποβλήτων
- Τελική διάθεση – απόρριψη (ΧΥΤΑ, καύση, κ.α.)



Εικόνα 25: Κύκλος ζωής του δομικού υλικού. Πηγή: Κορωναίος Γ.Αιμ., 2005, Δομικά Υλικά και Οικολογία<sup>2</sup>

Γενικά, ισχύει ότι όσο μικρότερο χρόνο ζωής έχουν τα οικοδομικά υλικά, τόσο αυξάνεται η βλαβερή επίπτωσή τους προς το περιβάλλον και το αντίθετο. Για να πραγματοποιηθεί πιστοποίηση της αντοχής των υλικών θα πρέπει να λαμβάνει χώρα σύνθετης φύσης μελέτη, ενώ όσο προχωράνε τα χρόνια τόσο περισσότερο διαφοροποιούνται τα δεδομένα για τις μελέτες. Παραδείγματος χάρη, το μάρμαρο σαν υλικό μέχρι σήμερα παρουσίαζε πολύ υψηλή αντοχή και ανθεκτικότητα. Παρ' όλα αυτά όμως, εξαιτίας της μόλυνσης της ατμόσφαιρας και της όξινης βροχής, το μάρμαρο έχει χάσει μέρος της ανθεκτικότητάς του, επειδή εξαιτίας αυτών των καινούργιων παραγόντων αποσαθρώνεται και γυψοποιείται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Γίνεται λοιπόν εύκολα αντιληπτό πως η αντοχή των υλικών θα πρέπει να

επαναπροσδιοριστεί, λόγω των νέων συνθηκών όπου επικρατούν πλέον στο περιβάλλον, ενώ θα πρέπει επίσης να επαναπροσδιοριστεί και ο χρόνος ζωής τους.

Οι πιο σοβαρές επιπτώσεις των οικοδομικών υλικών προς το περιβάλλον παρουσιάζονται στα δυο πρώτα στάδια της ζωής τους. Όμως καθώς περνάει ο καιρός διαφαίνεται πως και το ζήτημα της παραγωγής των αποβλήτων μας απασχολεί όλο και περισσότερο, εξαιτίας των περιορισμένων διαστάσεων του πλανήτη μας. Τα απόβλητα δημιουργούνται σε όλη την διάρκεια της ζωής ενός υλικού, όπως κατά την διάρκεια της εξόρυξής του, της παραγωγής του και της χρήσης του. Παρ' όλα αυτά είναι ιδιαίτερα σημαντικό να δίνεται πολλή προσοχή κατά την διάρκεια της κατεδάφισης και της αποβολής των αποβλήτων, καθώς επίσης είναι πολύ σημαντική η εύρεση χώρου για την εναπόθεση των υλικών που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της κατεδάφισης ενός κτιρίου, χωρίς ωστόσο να παραλείπεται το μεγάλο κόστος ενέργειας που έχει τόσο μια κατεδάφιση ενός κτιρίου, όσο και η επανακατασκευή του. Η βέλτιστη αντιμετώπιση των υλικών μετά την κατεδάφιση ενός κτιρίου είναι η επανάχρησή τους και η ανακύκλωσή τους σε άλλες κατασκευές.

#### 4.3 Περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω της συμβατικής δόμησης

Στην καταστροφή του περιβάλλοντος έχει παίξει καθοριστικό ρόλο η αύξηση των δημοσίων και ιδιωτικών κτιρίων, ο τρόπος δόμησης με τα άναρχα χαρακτηριστικά του, ο τρόπος όπου έχουν διαμορφωθεί τα αστικά κέντρα γενικότερα, η εκτροπή της κοίτης ποταμών και οι αποξηράνσεις λιμνών. Όλα αυτά είχαν σαν αποτέλεσμα την αλλοτρίωση του προφίλ της φύσης, καθώς επίσης οδήγησαν και στην υποβάθμιση του ποιοτικού επιπέδου της ζωής των ανθρώπων.

Ο υψηλός αριθμός των κτιρίων στον αστικό ιστό, όπου τα περισσότερα ακίνητα χαρακτηρίζονται ως γερασμένα, σε συνδυασμό με μια κατακόρυφη αύξηση της οικοδομικής δραστηριότητας κατά το χρονικό διάστημα 1950-1980, με τις συμβατικές κατασκευές να παρουσιάζουν υψηλά ποσά κατανάλωσης ενέργειας, βοήθησαν στην επιδείνωση του προβλήματος όπου παρουσιάστηκε με την εμφάνιση των συμβατικών κατοικιών στο περιβάλλον. Αν συνυπολογίσουμε και τον τρόπο που οικοδομήθηκαν τα συμβατικού τύπου κτίρια, όπου στις περισσότερες περιπτώσεις έγινε χρήση υλικών και τεχνικών χωρίς επαρκή έλεγχο, τότε γίνεται εύκολα αντιληπτό πως υπήρχαν ευνοϊκές συνθήκες για την δημιουργία ενός ανθυγιεινού περιβάλλοντος εντός των ακινήτων. Η πολύ συχνή έκθεση σε ένα περιβάλλον με τέτοιες συνθήκες ήταν επόμενο να δημιουργήσει προβλήματα υγείας στους χρήστες των κτιρίων.

Τα περισσότερα σύγχρονα συμβατικά ακίνητα που έχουν οικοδομηθεί βασίστηκαν στο οπλισμένο σκυρόδεμα, διότι υπάρχει η αντίληψη από μεγάλη μερίδα των ανθρώπων πως πρόκειται για πιο ασφαλείς κατασκευές σε σχέση με υπόλοιπες όπου χρησιμοποιούν διαφορετική μέθοδο κατασκευής. Παρ' όλα αυτά ο κόσμος



αγνοεί το γεγονός πως οι κατασκευές που έχουν κατασκευαστεί με την τεχνολογία του οπλισμένου σκυροδέματος εμφανίζουν πληθώρα σοβαρών μειονεκτημάτων.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί αντοχή των κτιρίων σε σεισμούς άνω των 9 ρίχτερ, τότε το κόστος κατασκευής εκτοξεύεται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Επίσης, παρατηρείται πολύ υψηλό κόστος διαβίωσης σε τέτοιου τύπου κατοικίες, καθ' ότι μια συμβατική κατασκευή δίχως θερμομόνωση με κόστος περίπου στα 1700 ευρώ ανά τ.μ. έχει ανάγκη από 1000 λίτρα πετρελαίου για θέρμανση, την στιγμή που σε μια επαρκώς μονωμένη κατοικία 1000 ευρώ ανά τ.μ. 400 λίτρα αρκούν. Σε σύγκριση δε με ένα κτίριο κατασκευασμένο με την συμβατική τεχνολογία, έχοντας όμως σαν χαρακτηριστικό την υψηλή ποιότητα ενός βιοενεργειακού σπιτιού, τότε η τιμή ξεπερνά τα 2300 ευρώ ανά τ.μ.

Επιπλέον, ένα ακίνητο κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα, με βάση την τήρηση των χρόνων που απαιτούνται προκειμένου να εξασφαλισθούν τόσο η ποιότητα όσο και η ασφάλεια της κατασκευής, δεν καθίσταται δυνατόν να παραδωθεί σε χρονικό διάστημα μικρότερο του ενός έτους. Αναφορικά, οι χρόνοι αναμονής στις κατασκευές από σκυρόδεμα αφορούν το μπετόν που χρειάζεται 28 ημέρες, την τοιχοποιία, τους σοβάδες, τα γεμίσματα των δαπέδων, την τοποθέτηση των πλακιδίων κλπ. Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως σύμφωνα με έρευνα, είναι αποδεδειγμένο πως τα κράτη όπου έχουν πληθώρα κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα έχουν αυξημένα νούμερα καρκινοπαθών με καρκίνο στους πνεύμονες λόγω υψηλών ποσών συγκέντρωσης ραδονίου, ενώ η Ελλάδα δυστυχώς δεν αποτελεί εξαίρεση.

Κατά την διάρκεια της κατασκευής ενός συμβατικού κτιρίου λαμβάνει χώρα η δημιουργία μιας αξιοσημείωτης ποσότητας αποβλήτων που ρυπαίνουν το περιβάλλον με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους, όπως είναι η ηχορύπανση, η ρύπανση του εδάφους ή του αέρα κλπ, με σημαντική επίδραση τόσο στο περιβάλλον όσο και στην καθημερινότητα και την ποιότητα ζωής του κάθε ανθρώπου.

#### 4.4 Ανακαίνιση των αστικών κατοικιών

Η έλλειψη των συνθηκών άνεσης των χρηστών ενός κτιρίου οδηγεί πολλές φορές αναγκαστικά στην ανακαίνιση των κτιρίων, ειδικότερα των κατοικιών. Με την ανακαίνιση βελτιώνεται η απόδοση ενέργειας του κτιρίου, αλλά και η άνεση γενικότερα των εσωτερικών χώρων. Έτσι γίνεται και μια ταυτόχρονη προσπάθεια για την βελτίωση της θερμικής άνεσης καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου, αλλά και της ακουστικής, της αναπνευστικής και της θερμικής άνεσης.

Η διαδικασία της ανακαίνισης χαρακτηρίζεται ως μια πιο σύνθετη διαδικασία σε σχέση με μια κατασκευή που ξεκινά από το μηδέν, εξαιτίας των χαρακτηριστικών του εκάστοτε κτιρίου. Πάντως, λόγω των χρησιμοποιούμενων υλικών, αλλά και της ενέργειας, η αειφόρος ανακαίνιση συγκρινόμενη με την κατεδάφιση και την εκ νέου κατασκευή παρουσιάζει περισσότερα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα.

Είναι έκδηλη και αδιαμφισβήτητη η ανησυχία που υπάρχει για την υγεία και για την ποιότητα ζωής για τους χρήστες ενός κτιρίου, όσον αφορά την ποιότητα του αέρα, την ποιότητα του νερού, την επιλογή των υλικών που θα χρησιμοποιηθούν κλπ, αλλά και για τους εργαζόμενους που θα φέρουν εις πέρας την ανακαίνιση, λόγω των κινδύνων που εγκυμονούν από την διαχείριση τοξικών υλικών, εκπομπών βλαβερών ουσιών κατά την εξέλιξη της κατασκευής κλπ.

Άλλωστε, το τελικό αποτέλεσμα της ανακαίνισης ενός ήδη υπάρχοντος κτιρίου δεν επηρεάζει την αλλαγή στον τρόπο ζωής των ίδιων των χρηστών, αλλά και την συμβίωση τους με τους συνανθρώπους τους, καθώς επίσης και το ίδιο το περιβάλλον, παρ' όλο που είναι πιθανό κατά την διαδικασία της ανακαίνισης να εμφανιστούν προβλήματα όχλησης λόγω θορύβου, ρύπανσης, αύξηση των προβλημάτων κυκλοφορίας και στάθμευσης κλπ. Παρά τα όσα προβλήματα όμως, είναι σημαντικό να γίνει αντιληπτό πως τα τελικά οφέλη της διαδικασίας της ανακαίνισης είναι πολύ σημαντικά, καθώς με αυτόν τον τρόπο βελτιώνεται η ποιότητα της ζωής των ανθρώπων. Επιπρόσθετα, κάθε αρχή που αναλαμβάνει να φέρει εις πέρας το έργο ή κάθε σχεδιαστής οφείλει να έχει την συναίσθηση της ευθύνης που θα φέρουν οι τροποποιήσεις της κάθε ανακαίνισης και θα επιβληθούν στο υπάρχον περιβάλλον.

Γενικά, η διαδικασία της ανακαίνισης μιας κατοικίας προς μια πιο βιώσιμη κατεύθυνση διαμορφώνεται σε δυο κατηγορίες παρέμβασης:

- Micro κλίμακα: βελτίωση της κατοικησιμότητας της κατοικίας και παράλληλα της ενεργειακής και περιβαλλοντικής απόδοσης

- Macro κλίμακα: εξέταση του κτιρίου στο άμεσο περιβάλλον του ώστε να δημιουργηθούν οφέλη από τα πλεονεκτήματα του και να βελτιωθούν οι αδυναμίες του

Η βιώσιμη διαδικασία ανακαίνισης κατοικιών αποτελείται από:

- Έναρξη από ένα υπάρχον κτίριο και το πλαίσιο αυτού
- Ανάλυση των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων του υπάρχοντος κτιρίου και του πλαισίου του
- Βελτίωση της κατάστασης του ως προς:
  - τη σχέση του με το άμεσο εξωτερικό περιβάλλον του
  - την άνεση των εσωτερικών χώρων του
  - την άνεση των υπαίθριων χώρων του
  - την κατανάλωση ενέργειας

Γενικότερα, η διαδικασία της ανακαίνισης χαρακτηρίζεται ως αρκετά πιο σύνθετη σε σχέση με την διαδικασία της κατασκευής ενός κτιρίου από το μηδέν, διότι κάθε κτίριο αποτελεί μια ξεχωριστή και μεμονωμένη περίπτωση, όπου απαιτείται μια διαφορετική προσέγγιση επί του θέματος. Η αειφόρος ανακαίνιση εμφανίζει πληθώρα περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων σε σύγκριση με την κατεδάφιση και την εκ του μηδενός κατασκευή, διότι με την ανακαίνιση επιτυγχάνεται διατήρηση των υλικών που έχει ως συνέπεια την ελάχιστη χρήση νέων υλικών, αλλά και ενέργειας.

Όλοι οι παράγοντες όπου εμπλέκονται στον τομέα των κατασκευών, όπως είναι από ιδιώτες μέχρι και κατασκευαστικές εταιρίες, real estate developers, αρχιτέκτονες κ.α. κατανοούν τα ζητήματα που προκύπτουν σε σχέση με την ενεργειακή κατανάλωση με αποτέλεσμα να τροποποιούν ήδη τον τρόπο όπου σκέφτονται και δρουν.

Τα σημαντικότερα ζητήματα που τίθενται σχετίζονται κυρίως με:

- την κατανάλωση και διανομή πόσιμου νερού
- την κατανάλωση πόρων
- την κατανάλωση του χώρου
- την υγεία

Γενικώς, είναι πλέον επιτακτική ανάγκη συγκρότησης μιας καινούργιας συνολικής προσέγγισης, όπου θα λαμβάνει τα χαρακτηριστικά της από την έννοια και την ουσία της βιώσιμης ανάπτυξης. Η νέα βιώσιμη αυτή προσέγγιση θα πρέπει να γίνει αναπόσπαστο κομμάτι στον τομέα της στέγασης και της αρχιτεκτονικής.

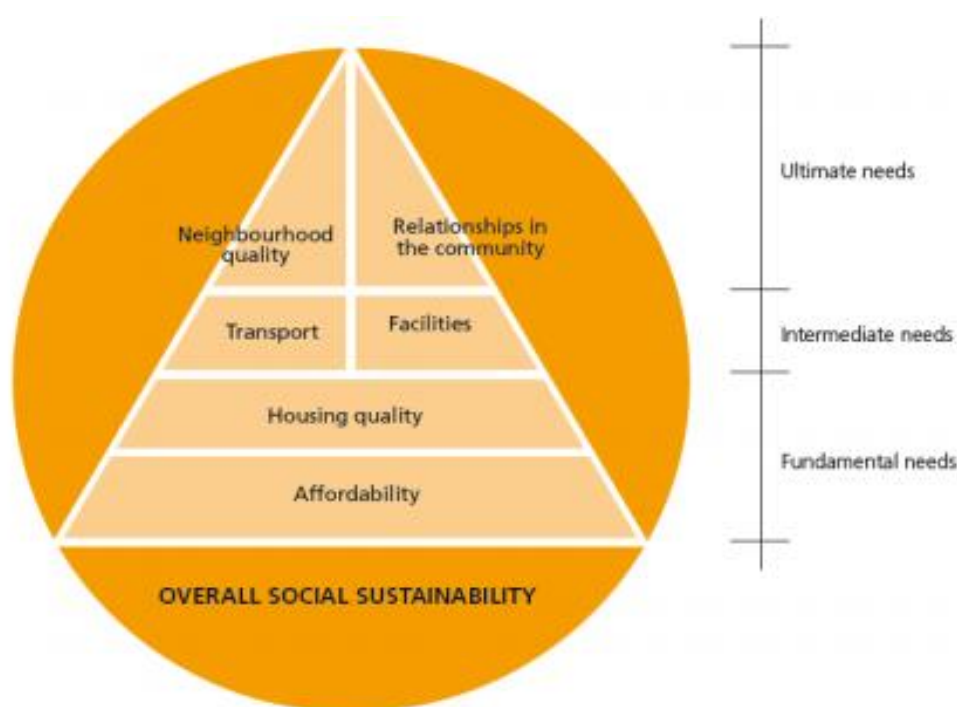
#### 4.5 Κοινωνικά και πολιτισμικά βιώσιμες κατοικίες

Αξίζει να γίνει ιδιαίτερη μνεία στην κοινωνική βιωσιμότητα στον κλάδο της στέγασης, διότι δίνεται μεγάλη σημασία στην διαμόρφωση προσιτών κατοικιών, όπου εξασφαλίζεται η υγεία της ίδιας της κατοικίας, αλλά και η ασφάλειά της, όπως και η καλή οργάνωσή της γενικότερα. Τέτοιες κατοικίες διαμορφώνονται σε κατοικημένες περιοχές και κοινότητες με καλή οργάνωση στα ευρύτερα κοινωνικά-χωρικά συστήματα. Στην πολιτισμική βιωσιμότητα λαμβάνονται υπόψιν οι πολιτιστικές θεωρίες και αξίες, οι κανόνες και οι παραδόσεις, αλλά και ο τρόπος ζωής και οι συμπεριφορές των κατοίκων και των κοινοτήτων, με αποτέλεσμα να στηρίζεται η αξιοπρέπεια της ζωής.

Καθώς πλέον την σημερινή εποχή είναι ζωτικής σημασίας η ποιότητα των κατοικιών που προορίζονται για τις ανθρώπινες ανάγκες και τα προς το ζην, ο κοινωνικός χαρακτήρας της βιωσιμότητας των κατοικιών μέσα στον κατοικίσιο ιστό παραμένει η βασικότερη προϋπόθεση, αλλά και σημείο κομβικής σημασίας επίσης, όπου οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και πολιτισμικές εκτιμήσεις πρέπει να

αξιολογούνται και να αναπτύσσονται. Έτσι, είναι υψηλής σημασίας η εξασφάλιση του κοινωνικού χαρακτήρα προκειμένου να εξασφαλιστεί η βιώσιμη στέγαση. Ειδικότερα, για να θεωρείται ολοκληρωμένη μια βιώσιμη κατοικία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν κοινωνικές πτυχές όπως:

- Οικονομική προσιτότητα
- Ενδυνάμωση της συμμετοχής
- Κοινωνικές υποδομές και εγκαταστάσεις
- Στέγαση ως στρατηγική αντιμετώπισης για τους φτωχούς
- Προσαρμογή στέγασης για τις υφιστάμενες και μελλοντικές ανάγκες



Source: Ancell and Thompson-Fawcett, 2008: 432.

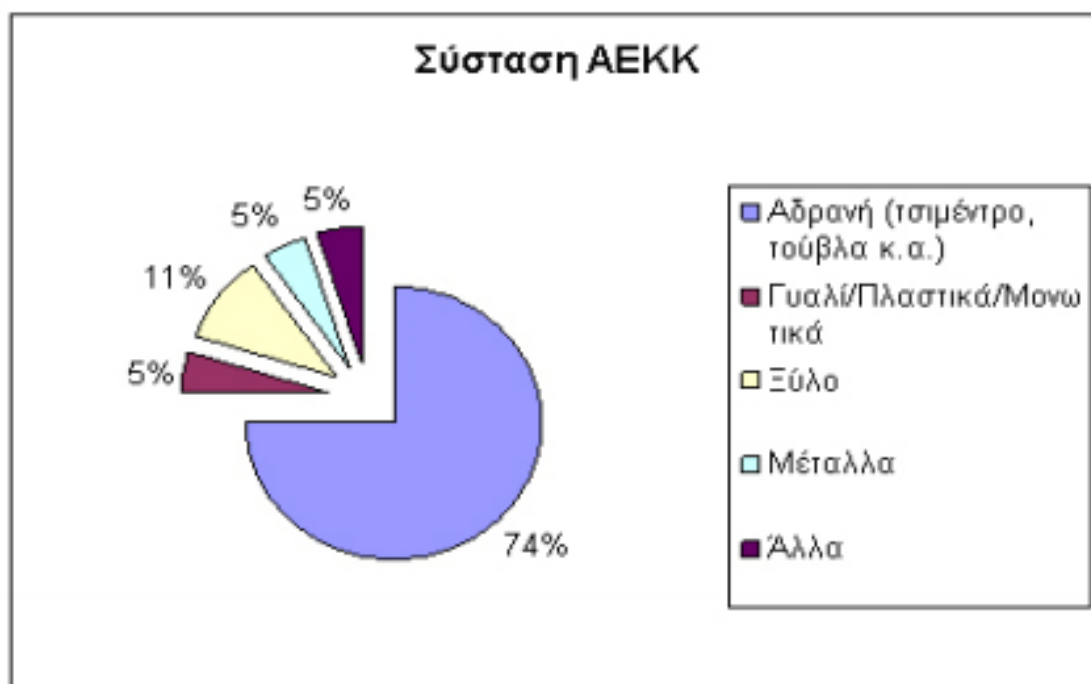
Εικόνα 26: Κοινωνική βιωσιμότητα κατοικιών<sup>9</sup>

#### 4.6 Περιβαλλοντικές συνέπειες λόγω ανακαίνισης

Τα απόβλητα εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) είναι από τα πιο βαριά και ογκώδη απόβλητα που παράγονται στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αντιπροσωπεύουν σε ποσοστό περίπου 25%-30% των συνολικών παραγόμενων αποβλήτων. Αυτά τα απόβλητα περιλαμβάνουν εν δυνάμει ανακυκλώσιμα οικοδομικά υλικά όπως σκυρόδεμα, σίδηρο, τούβλα, γύψο, ξύλο, γυαλί, μέταλλα, πλαστικά και χώμα.

Αυτά τα υλικά βρίσκουν πεδίο χρήσης σε δραστηριότητες όπως η κατασκευή των κτιρίων και των δημόσιων υποδομών, η ολική ή μερική κατεδάφιση κτιρίων και υποδομών, αλλά και στην κατασκευή και συντήρηση των οδών, ενώ πρόκειται για αναγνωρισμένα από την Ευρωπαϊκή Ένωση απόβλητα όπου πρέπει να δοθεί προτεραιότητα διαχείρισης. Σημαντικό επίσης είναι το γεγονός ότι κάποια από τα υλικά, λόγω της μεγάλης αξίας που έχουν, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ξανά σε νέα κατασκευαστικά έργα, ενώ η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τον διαχωρισμό και την ανάκτηση των υλικών που προκύπτουν από τα απόβλητα των κατασκευών και των κατεδαφίσεων είναι σε γενικές γραμμές εύκολα προσβάσιμη και χαμηλού οικονομικού κόστους.

Παρ' όλα αυτά όμως, σε αρκετές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα απόβλητα που ανήκουν στην κατηγορία των κατεδαφίσεων και των κατασκευών απορρίπτονται, με αποτέλεσμα να καταλαμβάνουν σημαντικό όγκο σε χώρους υγειονομικής ταφής και σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν λαμβάνει χώρα διαχωρισμός στην πηγή, τότε είναι πιθανό να υπάρχει περιεκτικότητα σε επικίνδυνα απόβλητα που έχουν μεγάλο βαθμό επικινδυνότητας για το περιβάλλον.



Εικόνα 27: Σύσταση ΑΕΚΚ. Πηγή: European Topic Centre On Waste<sup>9</sup>

Στην Ελλάδα, η ποσότητα των παραγόμενων αποβλήτων από κατασκευές και κατεδαφίσεις υπολογίζονται σε περίπου 6-7 εκατομμύρια τόνους κάθε χρόνο, όμως εξαιτίας την ανυπαρξίας ενός οργανωμένου δικτύου συλλογής και αξιοποίησης των αποβλήτων, η διαχείριση των υλικών δεν συμβαίνει ολοκληρωμένα, με συνέπεια να δημιουργούνται μεγάλα περιβαλλοντικά ζητήματα εξαιτίας της πολύ αυξημένης διάθεσής τους.

Τα απόβλητα από διάφορες οικοδομικές εργασίες, όπως είναι οι κατασκευές, οι κατεδαφίσεις και οι ανακαινίσεις, μπορούν να ταξινομηθούν σε ομάδες ως εξής:

- σκυρόδεμα, τούβλα, πλακάκια, κεραμικά
- ξύλο, γυαλί, πλαστικό
- μείγματα ασφάλτου και ορυκτής πίσσας, λιθανθρακόπισσα και προϊόντα πίσσας
- μέταλλα περιλαμβανομένων και των κραμάτων τους
- χώματα, πέτρες, μπάζα εκσκαφών
- μονωτικά υλικά και υλικά δομικών κατασκευών που περιέχουν αμιάντο
- υλικά δομικών κατασκευών με βάση το γύψο
- άλλα απόβλητα δομικών κατασκευών και κατεδαφίσεων

Σύμφωνα με έρευνα ειδικότερα για την χώρα μας που πραγματοποιήθηκε από τους Αλαβέρα και Παπαχρήστου (1999)<sup>9</sup> η σύσταση των αποβλήτων επηρεάζεται από αρκετούς παράγοντες, με τον χρόνο κατασκευής και την μορφή της κατασκευής να είναι οι κυριότεροι. Μελλοντικά, λόγω των σημερινών κατασκευών, τα υλικά που θα προέρχονται από κατεδαφίσεις θα είναι σε μεγάλες ποσότητες από σκυρόδεμα, αντικαθιστώντας έτσι υλικά όπως τούβλα, προϊόντα από ατσάλι, αλλά και υλικά που προορίζονται για μονωτικούς σκοπούς και γενικότερα υλικά με υψηλές απαιτήσεις στην διαχείρισή τους.

Παράγοντες	Κριτήρια
Χρονολογία κατασκευής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πριν το 1919</li> <li>• 1919 - 1945</li> <li>• 1945- 1970</li> <li>• μετά το 1970</li> </ul>
Μορφή κατασκευής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• επίπεδες</li> <li>• υψηλές</li> <li>• μεγάλων αιθουσών &amp; κλειστών χώρων</li> <li>• συνήθειες</li> <li>• ειδικές</li> </ul>
Κύρια κατασκευαστικά υλικά	<ul style="list-style-type: none"> <li>• πλίνθοι, πέτρες</li> <li>• οπλισμένο σκυρόδεμα</li> <li>• μεταλλικές</li> </ul>
Αρχές κατασκευής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• με σκελετό φέροντος οργανισμού</li> <li>• βάσει φέρουσας τοιχοποιίας</li> <li>• στηριζόμενες σε δίσκους και τοιχία</li> <li>• σύμμικτες κατασκευές</li> </ul>
Είδος κτιρίων	<ul style="list-style-type: none"> <li>• πολυκατοικίες</li> <li>• σχολεία</li> <li>• γραφεία</li> <li>• νοσοκομεία</li> <li>• γκαράζ</li> <li>• κτίρια κοινοφελούς χρήσης</li> <li>• κτίρια παραγωγής</li> <li>• κτίρια αποθήκευσης</li> </ul>
Βαθμός τελειοποίησης τεχνικών κατασκευής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• χαμηλός</li> <li>• μέτριος</li> <li>• υψηλός</li> </ul>
Ιστορική, πολιτιστική, οικονομική αξία της κατασκευής	<ul style="list-style-type: none"> <li>• σημαντική</li> <li>• μέτρια</li> <li>• χαμηλή</li> </ul>

Πίνακας 7: Παράγοντες που επιδρούν στη σύσταση των υλικών κατεδάφισης.  
 Πηγή: Αλαβέρας και Παπαχρήστου, 1999<sup>9</sup>

Επιπλέον, η διαδικασία της ανακαίνισης επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Σε αυτό συμβάλουν διάφορες δραστηριότητες σχετικές με την ανακαίνιση, όπως είναι ο καθαρισμός του χώρου, η λειτουργία πετρελαιοκίνητων οχημάτων, η μερική κατεδάφιση, η καύση και η χρήση τοξικών υλικών, ρυπαίνοντας έτσι την ατμόσφαιρα της περιοχής.

Σε όλα τα εργοτάξια παράγονται μεγάλες ποσότητες σκόνης, οι οποίες είναι ικανές να μεταφέρονται με την βοήθεια του αέρα σε μακρινές αποστάσεις, αλλά και να παραμένουν στην ατμόσφαιρα για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα. Διάφορες μελέτες αναφέρουν πως η σκόνη των εργοταξίων κατατάσσεται στην κατηγορία των PM10 (Particulate Matter less than 10 microns in diameter), δηλαδή πρόκειται για

αιωρούμενα σωματίδια που έχουν μέγεθος μικρότερο από 10 μm και δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι. Αυτά τα σωματίδια λόγω μεγέθους είναι εφικτό να εισχωρήσουν στους πνεύμονες, δημιουργώντας έτσι σοβαρά προβλήματα υγείας στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού όπως άσθμα, βρογχίτιδα, σε πολλές περιπτώσεις ακόμα και καρκίνο.

Επιπρόσθετα, μια άλλη κατηγορία σωματιδίων, τα σωματίδια DPM (Diesel Particulate Matter), παράγονται από πετρελαιοκίνητα οχήματα. Αυτά τα σωματίδια περιέχουν βλαβερές ουσίες όπως αιθάλη, θειικά και πυριτικά, οι οποίες ανακατεύονται στην ατμόσφαιρα με άλλες τοξίνες, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο υγείας όταν εισέρχονται στον ανθρώπινο οργανισμό μέσω της εισπνοής. Άλλωστε, τα διάφορα οχήματα του εργοταξίου είναι εξίσου υπεύθυνα για την ρύπανση της ατμόσφαιρας λόγω εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, υδρογονανθρακών, οξειδίων του αζώτου και μονοξειδίου του άνθρακα. Τέλος, εξίσου σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω εργασιών κατά την διάρκεια της ανακαίνισης παίζουν και άλλα επικίνδυνα χημικά υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται στον κλάδο της δόμησης, όπως πλαστικά, μιογιές και κόλλες.

Άλλη μια σημαντική συνέπεια που είναι αποτέλεσμα της διαδικασίας της ανακαίνισης είναι η πιθανή δημιουργία ρύπανσης των υδάτων. Η πιθανότητα αυτή υπάρχει διότι το χώμα στο εργοτάξιο αποθηκεύει μεγάλα ποσά από χημικούς ρύπους που είναι επικίνδυνοι για το περιβάλλον προερχόμενοι από διάφορα υλικά που χρησιμοποιούνται. Μόλις τελειώσουν οι διαδικασίες των εργασιών το νερό της βροχής μπορεί να απομακρύνει τους ρύπους και να καταλήξουν σε κοντινές λίμνες και ποτάμια, με αποτέλεσμα να είναι ικανοί να επιφέρουν θανάτωση της ζωής των ειδών που ζουν στο νερό, ακόμα και να το καταστήσουν μη πόσιμο. Τέλος, οι ρύποι από τα εργοτάξια είναι δυνατόν να περάσουν στις υπόγειες πηγές, όπου πρόκειται για βασικό τροφοδότη νερού για τον άνθρωπο, ενώ η απορρύπανση του υπόγειου νερού είναι μια πολύ δύσκολη και κοστοβόρα διαδικασία.

Μια τελευταία συνέπεια στο περιβάλλον που οφείλεται στην ανακαίνιση είναι η ηχορύπανση, καθώς στο εργοτάξιο παράγονται πολύ μεγάλα ποσά θορύβου προερχόμενα από την λειτουργία των οχημάτων, το βαρύ μηχανικό εξοπλισμό αλλά ακόμα και από τους ίδιους τους εργάτες. Η ηχορύπανση προκαλεί διάφορες ζημιές στον ανθρώπινο οργανισμό όπως σταδιακή απώλεια της ακοής, υψηλή πίεση, άγχος και διαταραχές στον ύπνο. Τέλος, η ηχορύπανση επιδρά αρνητικά και στην πανίδα της περιοχής, καθώς είναι αποδεδειγμένο πως διαταράσσει τον κύκλο ζωής των ζώων ενώ μειώνει το οικοσύστημα που μπορούν να εκμεταλλευτούν για την επιβίωσή τους.

#### 4.7 Ορισμός της πράσινης ανακαίνισης

Η πράσινη ανακαίνιση ορίζεται μέσα στα όρια της αειφόρου δόμησης. Πλέον κρίνεται πιο αναγκαίο από ποτέ η κτιριακή μελέτη και η κατασκευή ενός κτιρίου να εξασφαλίζουν την καλή υγεία των ενοίκων και την ποιότητα των κατασκευών, καθώς



ο σύγχρονος άνθρωπος περνά περίπου το 90% του χρόνου του μέσα σε κάποιο κτίριο, τόσο για την διαμονή του, όσο και για τις δραστηριότητές του. Μερικές βασικές αρχές που πρέπει να τηρούνται προκειμένου να πετυχένεται αναβάθμιση της ποιότητας, της ενεργειακής κατανάλωσης και της λειτουργικότητας ενός κτιρίου είναι οι εξής:

- Η τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτιρίου
- Η αντικατάσταση κουφωμάτων
- Η τοποθέτηση συστημάτων σκίασης
- Η αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ZNX

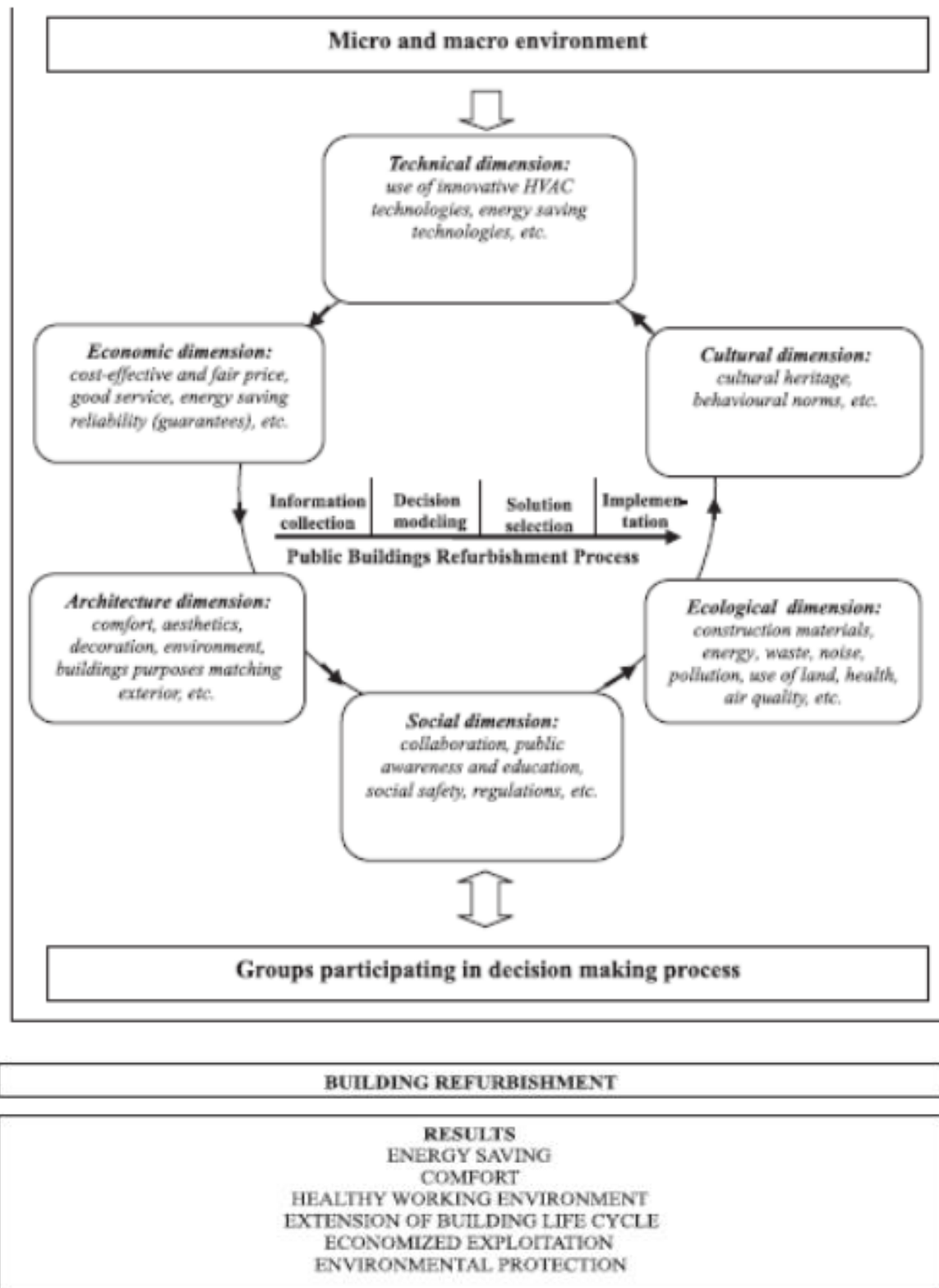
Πλέον η πράσινη ανακαίνιση των κτιρίων είναι και οικονομικά εφικτή, καθώς υπάρχουν διαθέσιμα προγράμματα επιδότησης, με στόχο την χρηματοδότηση και την οικονομική στήριξη σε κατασκευαστικές επεμβάσεις που έχουν ως σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των κτιρίων.

Οι κανόνες της αειφόρου δόμησης που υπάρχουν στον κατασκευαστικό κλάδο με αντικείμενο το κτίριο αφορούν ολόκληρο τον κύκλο ζωής του από την εξασφάλιση της απόκτησης των πρώτων υλών για την κατασκευή του κτιρίου μέχρι και την κατεδάφισή του, λαμβάνοντας υπόψιν τις αλυσίδες ζωής των προϊόντων.

Έτσι, η πράσινη ανακαίνιση επεμβαίνει με ουσιαστικό τρόπο στο εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον των κατοικιών με τους εξής στόχους:

- Την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας τους
- Την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα
- Την επίτευξη άνεσης
- Την μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την κατανάλωση πόρων
- Την βελτίωση της λειτουργικότητας του κτιρίου

Η πράσινη ανακαίνιση πρόκειται για μια ευκαιρία, αλλά ταυτόχρονα και μια πρόκληση για το μέλλον των κατασκευών που αφορούν τον κτιριακό τομέα. Ευκαιρία εξαιτίας των πολλαπλών οφελών, αλλά και των καινούργιων πρακτικών που προκύπτουν από το έργο της ανακαίνισης. Όμως πρόκειται και για πρόκληση εξαιτίας των καινούργιων επιλογών που διαμορφώνει για τους χρήστες, αλλά και μέτρων προστιθέμενης αξίας που προσφέρει.



Εικόνα 28: Εννοιολογικό μοντέλο της πράσινης και αιφόρου ανακαίνισης κτιρίων. Πηγή: Πράσινη ανακαίνιση: Η Περίπτωση των αστικών κατοικιών, Βασιλειάδου Χριστίνα, Φεβρουάριος 2016<sup>9</sup>

#### 4.8 Αναγκαιότητα της πράσινης ανακαίνισης

Το πραγματικό δυναμικό για την βιώσιμη ανάπτυξη και την μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα επαφίεται στην διαχείριση του ήδη υπάρχοντος αποθέματος των κατοικιών. Άλλωστε η πράσινη ανακαίνιση των υφιστάμενων κτιρίων είναι ένα εργαλείο μεγάλης σημασίας προκειμένου να επιτευχθεί μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης στον κτιριακό κλάδο, την βελτίωση των επικρατουσών εσωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης και την βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών στις αστικές περιοχές.

Η πράσινη και βιώσιμη ανακαίνιση των κτιρίων θα πρέπει να έχει ως γνώμονα κάποιες αρχές που αναφέρθηκαν προηγουμένως. Η διασφάλιση της υγείας των πολιτών μπορεί να επιτευχθεί σε κτίρια τα οποία είναι ασφαλή και πρόκειται για μια αναγκαιότητα των καιρών μας, ενώ επίσης είναι απαραίτητη και η προστασία του περιβάλλοντος και ο σεβασμός σε αυτό. Ο σύγχρονος άνθρωπος απαιτείται να ενδιαφερθεί για την ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων, αλλά και για τα επίπεδα του θορύβου και τη ρύπανση των νερών από διάφορες χημικές ουσίες.

Για να εξασφαλιστεί η υγιεινή διαβίωση των κατοίκων είναι απαραίτητο να μελετηθεί το εσωτερικό μικρόκλιμα και το ευρύτερο εξωτερικό περιβάλλον από σχεδιαστές, μηχανικούς και χρήστες των κτιρίων, καθώς είναι πολύ σημαντικό να υπάρχει έλεγχος σε μερικές σημαντικές παραμέτρους του εσωτερικού μικροκλίματος πριν και μετά την ανακαίνιση, όπως η υγρασία, η ταχύτητα της κυκλοφορίας του αέρα, η ακουστική και η θερμοκρασία, ενώ επίσης πρέπει να είναι εξασφαλισμένη και η ποιότητα του εξωτερικού περιβάλλοντος, δίνοντας μεγαλύτερη έμφαση στην ποιότητα του αέρα. Αυτό μπορεί να γίνει με μετρήσεις της συγκέντρωσης των ρύπων στην ατμόσφαιρα, του διοξειδίου του θείου, του διοξειδίου του αζώτου και του όζοντος, τόσο σε εθνικό όσο και σε τοπικό επίπεδο.

Η βασική αρχή της πράσινης ανακαίνισης είναι η σωστή χρήση της ενέργειας και προκειμένου να επιτευχθεί η επιθυμητή ενεργειακή απόδοση των κτιρίων προωθείται ο εκσυγχρονισμός, ενώ ταυτόχρονα δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε θέματα μόνωσης, θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού. Όταν λαμβάνονται σύγχρονα καινοτόμα μέτρα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας κατά την διάρκεια της ανακαίνισης ενός κτιρίου, όπως είναι η μόνωση κτιρίων από καινοτόμα υλικά, ενεργειακά αποδοτικά κουφώματα, υβριδικά συστήματα εξαερισμού, φυσικός αερισμός, θέρμανση και κλιματισμός με ηλιακή ενέργεια, ηλιακές μπαταρίες, παθητικά συστήματα θέρμανσης, αντλίες θέρμανσης κλπ, τότε επιτυγχάνονται τα βέλτιστα αποτελέσματα.

Πρέπει να επισημανθεί πως η αρχή της σωστής χρήσης των πόρων θα πρέπει να θεωρείται κάτι παραπάνω από απαραίτητη, διότι οι καινοτόμες τεχνολογίες που

αποδίδουν ενεργειακά στον κλάδο των κατασκευών είναι ικανές να μειώσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να βοηθήσουν ταυτόχρονα στην μείωση της περιβαλλοντικής ρύπανσης και στην μείωση του συνολικού κόστους του κύκλου ζωής.

Επιπλέον, η μείωση των αποβλήτων αποφέρει εξοικονόμηση κόστους στην ανακαίνιση ενός κτιρίου σε βραχυπρόθεσμο και μακροπρόθεσμο χρονικό πλαίσιο, παρ'όλο που η μεταφορά και η αξιοποίηση των αποβλήτων αυξάνει το πρόσθετο κόστος. Η μείωση των αποβλήτων στο ελάχιστο αποφέρει περισσότερα θετικά αποτελέσματα, καθώς αποσκοπεί στην εξοικονόμηση πόρων, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την οικολογική προστασία του περιβάλλοντος, ενώ ένα μέρος των αποβλήτων είναι δυνατόν να επαναχρησιμοποιηθεί. Έτσι, η ανακαίνιση των κτιρίων βοηθά στην διατήρηση του περιβάλλοντος και στην δημιουργία καλύτερων συνθηκών διαβίωσης, χωρίς να υπάρχουν υψηλές οικονομικές απαιτήσεις.

#### 4.9 Αποτελεσματικότητα της πράσινης ανακαίνισης

Οι αρχές της πράσινης ανακαίνισης στοχεύουν και εν τέλει καταφέρνουν εάν εφαρμοστούν σωστά τα εξής:

- βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και παροχή φιλικού προς το χρήστη περιβάλλοντος (εσωτερικού και εξωτερικού) αυξάνοντας την ευελιξία του συνόλου του κτιρίου, σύμφωνα με τις τρέχουσες και μελλοντικές ανάγκες των κατοίκων
- μείωση της χρησιμοποιούμενης ενέργειας και των συναφών λειτουργικών εξόδων
- αυξημένη χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών και των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- οικονομικό συμφέρον - όφελος και χρήση καινοτόμων εργαλείων και τεχνολογιών

Βάσει ενός μοντέλου που παρουσιάστηκε το 2005 από τους Van der Flier και Thomsen, αναδείχθηκε η σημασία και η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών του μετασχηματισμού των φυσικών, λειτουργικών και οικονομικών χαρακτηριστικών ενός κτιρίου, όπως επίσης και της αρχιτεκτονικής αλλά και των οικολογικών χαρακτηριστικών του, έτσι ώστε να επεκταθεί η διάρκεια ζωής του έργου. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο είναι απαραίτητη η ύπαρξη δυο σταδίων: το πρώτο στάδιο περιγράφει την αρχική κατάσταση του κτιρίου, των στόχων των συμμετεχόντων και της διαδικασίας της ενημέρωσης γενικότερα. Το δεύτερο στάδιο αφορά στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της διαδικασίας, δηλαδή της επίτευξης του στόχου, πάντα με την βοήθεια κριτηρίων, της αποτελεσματικότητας των προϊόντων, δηλαδή της σχέσης κόστους-όφελου και της νομιμότητας και των δυο διαδικασιών, δηλαδή της υποστήριξης και της αποδοχής από τους συμμετέχοντες.<sup>4</sup>

Η αποτελεσματικότητα της πράσινης ανακαίνισης επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες:

- το μακροοικονομικό περιβάλλον
- το μικροοικονομικό περιβάλλον
- η συμμετοχή των ενδιαφερομένων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων

Το επίπεδο της αποτελεσματικότητας της ανακαίνισης εξαρτάται από το μακροοικονομικό περιβάλλον, το οποίο με την σειρά του εξαρτάται από μια σειρά από παράγοντες, όπως κοινωνικούς, οικονομικούς, πολιτικούς, επιστημονικούς, τεχνικούς κλπ. Οι κοινωνικοί παράγοντες περιλαμβάνουν τις συνθήκες διαβίωσης και πρότυπα, το εκπαιδευτικό υπόβαθρο που υπάρχει, την ρύθμιση των νομικών πράξεων του εργατικού δυναμικού, την προστασία της υγείας, τα μέσα ενημέρωσης, την στάση των πολιτών κλπ. Αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τους στόχους και τις δυνατότητες των φορέων όπου εμπλέκονται, αφού άλλωστε η εφαρμογή της πράσινης ανακαίνισης στα κτίρια συνδέεται άρρηκτα με το δημόσιο συμφέρον. Στους πολιτιστικούς και πολιτισμικούς παράγοντες ανήκουν οι πολιτιστικές παραδόσεις, η παιδεία, η θρησκεία, οι πολιτιστικές ανάγκες, η ποιότητα και οι απαιτήσεις των συνθηκών εργασίας κλπ, οι οποίοι με την σειρά τους επηρεάζουν τους εμπλεκόμενους φορείς και τους στόχους που έχουν. Οι τεχνολογίες και η επιστήμη, δηλαδή η τεχνολογία της πληροφορίας, οι βιομηχανικές και μεταποιητικές τεχνολογίες, η επικοινωνία κλπ, επηρεάζουν το αποτέλεσμα και τις απαιτήσεις στις διαδικασίες που ακολουθούνται στην ανακαίνιση.

Επιπλέον, η θερμοκρασία, η βροχόπτωση, η υγρασία, το τοπίο και η μορφολογία του, οι φυσικοί πόροι που είναι διαθέσιμοι, το νερό, οι υδάτινοι πόροι, η ποιότητα του εδάφους, οι απαιτήσεις υγιεινής που αφορούν το περιβάλλον και διάφοροι άλλοι οικολογικοί παράγοντες παίζουν ρόλο στην εξέλιξη της πορείας της ανακαίνισης. Τέλος, επιδρούν καταλυτικά και οι πολιτικές αποφάσεις με την μορφή προγραμμάτων περιφερειακής συνοχής, πιστώσεων, χορηγήσεων, επιδοτήσεων, αλλαγών στον νόμο κλπ.

Εξίσου μεγάλη σημασία για την πράσινη ανακαίνιση των κτιριακών μονάδων έχει και το μικροοικονομικό περιβάλλον. Επί παραδείγματι, το φορολογικό σύστημα σε μακροοικονομικό επίπεδο σχετίζεται άμεσα με τις τιμές των οικοδομικών υλικών και των υπηρεσιών σε μικροοικονομικό επίπεδο. Οι κατασκευές, οι ανακαινίσεις, καθώς και η αποδοτικότητα των συγκεκριμένων διαδικασιών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την στάση της κυβέρνησης σε διάφορα θέματα, όπως στο φορολογικό, στις χορηγήσεις, στις επιδοτήσεις, σε διάφορα νομικά θέματα που μπορεί να προκύψουν κλπ. Επίσης, η έκβαση των αποφάσεων που αφορούν στην ανακαίνιση των δημοσίων κτιρίων, όπως και η εφαρμογή των βιώσιμων μεθόδων εξαρτάται από διάφορους παράγοντες σε μικροοικονομικό επίπεδο όπως είναι οι εξής:

- αποσβέσεις σε επίπεδο κτιρίων

- απαξίωση κτιρίων
- ποιότητα των χώρων
- διαχείριση των εγκαταστάσεων
- χρήση καινοτόμων τεχνολογιών
- παροχή καινοτόμων τεχνολογιών
- διάδοση καινοτόμων τεχνολογιών
- χρηματοδότηση της διαδικασίας ανακαίνισης
- συστήματα πληροφοριών, κλπ

Όπως και να έχει, η αποτελεσματικότητα της πράσινης ανακαίνισης φαίνεται στο τέλος μέσω της βελτίωσης των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων, όπως και από την βελτίωση των συνθηκών που θα επικρατούν στο εσωτερικό, αλλά και στο εξωτερικό περιβάλλον.

#### 4.10 Είδη ανακαινίσεων

Στηριζόμενοι στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, το πρώτο ερώτημα που προκύπτει αναφορικά με τις πράσινες ανακαινίσεις κτιρίων στον αστικό ιστό σχετίζεται με τα εξής:

- την έκταση των εργασιών που πρέπει να πραγματοποιηθούν
- την κατανάλωση ενέργειας και υλικών που απαιτούνται

##### *4.10.1 Μεγάλη ή βαριά ανακαίνιση κατοικιών*

Το σκεπτικό πίσω από την μεγάλη ανακαίνιση βασίζεται μόνο στην διατήρηση της υφιστάμενης κτιριακής δομής. Έτσι, με το συγκεκριμένο είδος της ανακαίνισης συνεπάγεται ένα καινούργιο σχεδιασμό του εξωτερικού περιβλήματος του κτιρίου, μια καινούργια διαμόρφωση των δωματίων και των χώρων και την χρήση νέων τεχνικών που συνδέονται με την άνεση, αλλά εξίσου και με την διαχείριση των αποβλήτων που δημιουργούνται κατά την διάρκεια της κατεδάφισης και των εργασιών ανακαίνισης.

Μια ανακαίνιση ευρείας κλίμακας περιλαμβάνει:

- σημαντική κατανάλωση της "γκρίζας ενέργειας"
- σημαντική κατανάλωση υλικών
- σημαντική παραγωγή αποβλήτων

Το συγκεκριμένο είδος ανακαίνισης έχει συνδεθεί στενά με τις καινούργιες κατασκευές και συχνά καθιστά εφικτή την ριζική βελτίωση της απόδοσης ενέργειας και των περιβαλλοντικών επιδόσεων ενός κτιρίου, παρ'όλο που έχει υψηλό προϋπολογισμό και μεγάλο εύρος έργων που παραγματοποιούνται.

#### 4.10.2 Μικρή ανακαίνιση κατοικιών

Σε αντίθεση με τις εργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την διάρκεια της μεγάλης ανακαίνισης, μια ανακαίνιση μικρής έκτασης λαμβάνει τον χαρακτήρα που έχει από εργασίες που είναι σχετιζόμενες κυρίως με την εσωτερική διαρρύθμιση ενός κτιρίου και με μερικές ελάχιστες τροποποιήσεις του κτιριακού κελύφους. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα αυτή η κατηγορία των ανακαινίσεων να σημαίνει διατήρηση του τρόπου τοποθέτησης των δωματίων μιας κατοικίας, αλλά και του μεγέθους που έχουν, όπως και της σχέσης ανάμεσά τους και της πρόσβασης σε αυτά.

Τα χαρακτηριστικά μιας μικρής ανακαίνισης είναι τα εξής ακόλουθα:

- μικρή κατανάλωση γκρίζας ενέργειας
- μέτρια χρήση των υλικών
- περιορισμένη παραγωγή αποβλήτων

Αυτού του είδους η ανακαίνιση συνήθως έχει σκοπό την αποκατάσταση και δίνει την δυνατότητα για σημαντική βελτίωση της απόδοσης ενέργειας των κτιρίων με το λιγότερο δυνατό κόστος, χωρίς όμως να πετυχαίνονται στον ίδιο βαθμό αποτελέσματα με μια ανακαίνιση ευρείας έκτασης.

Αντιστοίχως, ο χαρακτήρας μιας συμβατικής ανακαίνισης ενός υπάρχοντος κτιρίου μπορεί να είναι είτε τμηματικός είτε ολικός, χωρίς παρ'όλα αυτά να επιφέρει αύξηση στην απόδοση ενέργειας ενός κτιρίου με την βοήθεια καινούργιων επιλεγόμενων πρακτικών και συστημάτων, δηλαδή μικρότερες καταναλώσεις, χαμηλότερες εκπομπές ρύπων, μεγαλύτερη οικονομία κλπ, αλλά και χωρίς να θεωρείται εκσυγχρονισμένος στον τρόπο του γενικότερα, με αποτέλεσμα να πραγματοποιείται η αντικατάσταση των υλικών ή ακόμα και ολόκληρων συστημάτων χωρίς να μελετάται επαρκώς το αποτύπωμά τους στο περιβάλλον και την φύση.



Εικόνα 29: Μεγάλη ανακαίνιση κτιρίου. Πηγή: International Energy Agency 2010<sup>9</sup>





Εικόνα 30: Μικρή ανακαίνιση στην εσωτερική μόνωση ενός κτιρίου. Πηγή: International Energy Agency 2010<sup>9</sup>

#### 4.11 Συστήματα πράσινης πιστοποίησης κτιρίων

Την σήμερα ημέρα υπάρχει πληθώρα προγραμμάτων και συστημάτων αξιολόγησης και πιστοποίησης κτιρίων, όπου η χρήση τους έχει στόχο την κατάταξη των ακινήτων σε κατηγορίες και την βαθμολόγησή τους. Το LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), όπου δημιουργήθηκε το 1998, αποτελεί ένα πράσινο σύστημα αξιολόγησης και πιστοποίησης κτιρίων, όπου κατέχει ηγετική θέση διεθνώς.

Η βάση για τις εκδόσεις LEED NCv2.0, LEED NCv2.2 το 2005, LEEDv3 και την LEED 2009 ήταν η πιλοτική έκδοση LEED New Construction (NC) v1.0, ενώ το Νοέμβριο του 2013 δόθηκε σε κυκλοφορία η τελευταία έκδοση το LEEDv4. Μέχρι τις 31/10/2016 υπήρχε η δυνατότητα επιλογής λήψης πιστοποίησης τόσο της LEED

2009, όσο και της LEEDv4, ενώ από τις 31/10/2016 και έπειτα η λήψη της LEEDv4 έγινε υποχρεωτική.

Σύστημα αξιολόγησης – πιστοποίησης	Περιοχές εφαρμογής
LEED	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ βιώσιμες θέσεις - χώροι</li> <li>➤ περιοχές ειδικής προτεραιότητας</li> <li>➤ καινοτομία</li> <li>➤ ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος</li> <li>➤ ενημέρωση - εκπαίδευση</li> <li>➤ υλικά και πόροι</li> <li>➤ χρησιμοποιούμενη ενέργεια</li> <li>➤ ποιότητα ατμόσφαιρας</li> <li>➤ αποδοτικότητα υδάτινων πόρων</li> </ul>
Energy Star	Ενέργεια κτιρίου - χρήση νερού
Green Globes	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ τοποθεσία</li> <li>➤ αξιοποιούμενοι πόροι</li> <li>➤ ενέργεια</li> <li>➤ υδάτινοι πόροι</li> <li>➤ εκπομπές</li> </ul>
BEAM (Hong Kong)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ τοποθεσία</li> <li>➤ ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος</li> <li>➤ υλικά</li> <li>➤ ενέργεια</li> <li>➤ νερό</li> </ul>
CASBEE (Ιαπωνία)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος</li> <li>➤ αποδοτικότητα πόρων</li> <li>➤ ενεργειακή απόδοση</li> </ul>
DGNB (Γερμανία)	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ τοποθεσία</li> <li>➤ οικονομία</li> <li>➤ οικολογία</li> <li>➤ ποιότητα διαδικασιών</li> <li>➤ κοινωνικό-πολιτισμική ποιότητα</li> </ul>
BREEAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος</li> <li>➤ οικολογία</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ υλικά</li> <li>➤ ρύπανση</li> <li>➤ χρήση νερού</li> <li>➤ ποιότητα διαδικασιών</li> <li>➤ απόβλητα</li> </ul>

Πίνακας 8: Τα δημοφιλέστερα συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης.  
 Πηγή: Πράσινη ανακαίνιση: Η Περίπτωση των αστικών κατοικιών, Βασιλειάδου Χριστίνα, Φεβρουάριος 2016<sup>9</sup>

Στον παραπάνω πίνακα συγκρίνονται οι περιοχές εφαρμογής του συγκεκριμένου συστήματος αξιολόγησης – πιστοποίησης με άλλα συστήματα, τα οποία είναι επίσης δημοφιλή.

Στις ΗΠΑ έχει πραγματοποιηθεί έως το 2016 εφαρμογή των προτύπων LEED σε πάνω από 7000 έργα και επίσης σε περισσότερες από 135 χώρες παγκοσμίως, ενώ, ιδιαιτέρως στις ΗΠΑ, κάποιες τοπικές κυβερνήσεις των πολιτειών ανταμείβουν τα κατασκευαστικά έργα που έχουν λάβει πιστοποίηση LEED, ενώ την ίδια στιγμή κάποιες πολιτείες, όπως στην Τζόρτζια, στο Μισσισιπή, στην Αλαμπάμα και στο Μέιν, απαγορεύθηκε η πιστοποίηση LEED σε δημόσια κτίρια και προτιμήθηκε η χρήση άλλων προτύπων.

Στην απέναντι πλευρά του Ατλαντικού, η Βρετανική πιστοποίηση BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) υπήρξε η βάση για όλα τα υπόλοιπα συστήματα πιστοποίησης, στα όρια της αξιολόγησης της αειφορίας του δομημένου περιβάλλοντος.

Η BREEAM βασίζει την αξιολόγησή της στα εξής δυο στάδια:

- μελέτες και προδιαγραφές κτιρίων (Design Stage Certificate)
- αποπερατωμένα κτίρια (Post Construction Certificate)

Επιπρόσθετα, το συγκεκριμένο σύστημα παρέχει την δυνατότητα πιστοποίησης κτιρίων σε κατάσταση Ψυχρού ή Θερμού Κελύφους (Cold Shell ή Shell & Core). Αυτή η δυνατότητα βοηθά τις κατασκευές όπου δεν έχουν ακόμα τελικούς χρήστες.

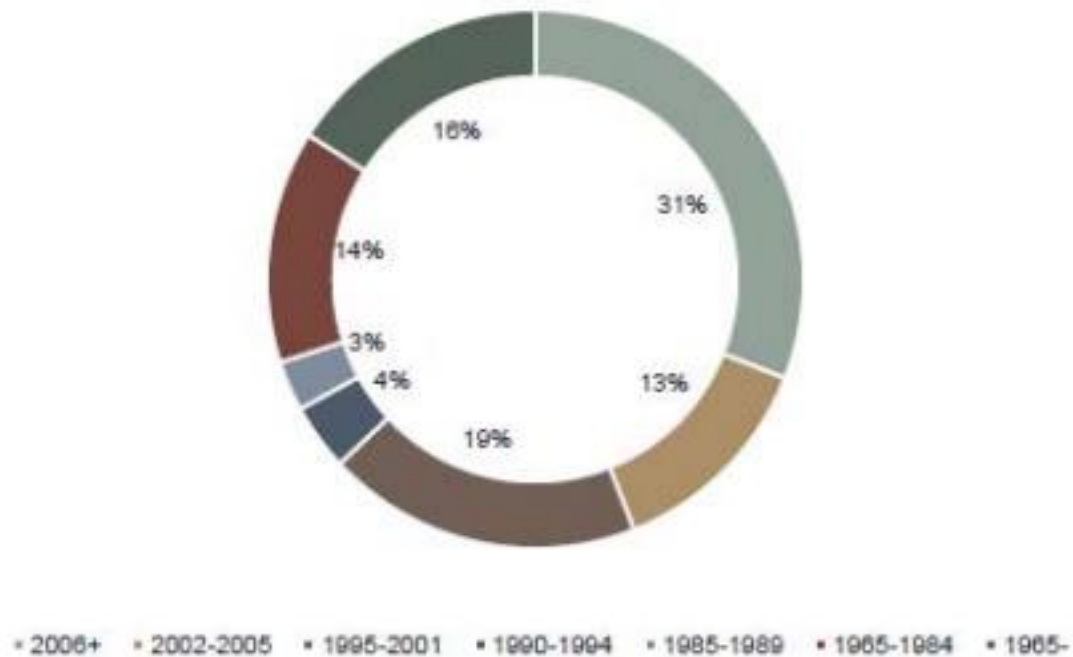
Η αξιολόγηση πραγματοποιείται μέσω κριτηρίων όπου διαμορφώνονται με την βοήθεια 10 κατηγοριών BREEAM. Τελικώς διαμορφώνεται ένα ποσοστό βαρύτητας, το οποίο με την σειρά του διαμορφώνεται ανά κατηγορία βασιζόμενο στην σπουδαιότητα και στις επιπτώσεις της, όπου καθορίζει το αντίστοιχο ποσοστό της συνεισφοράς της στην τελική βαθμολογία του κτιρίου. Η βαρύτητα κάθε κατηγορίας BREEAM διαφοροποιείται σε κάθε χώρα, καθώς είναι εξαρτώμενη από τις επικρατούσες περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες.

Στον παρακάτω πίνακα εμφανίζεται ο αριθμός των πιστοποιήσεων ανά περιβαλλοντικό σύστημα και κράτος για ήδη υπάρχοντα κτίρια μέχρι και τον Μάιο του 2012.

Πιστοποιήσεις	BREEAM	LEED	HQE	DGNB
Ηνωμένο Βασίλειο	36	2		
Ισπανία	2	5		
Ιταλία	2	4		
Γαλλία	10		68	
Ελβετία	7			1
Τουρκία	1	4		
Ουγγαρία	5			
Ιρλανδία	1			
Δανία	5	14		12
Ολλανδία	11	1		
Βέλγιο	68			
Πολωνία	10	1		
Φιλανδία	5	6		
Ρωσία	3			
<b>Σύνολο πιστοποιήσεων</b>	<b>166</b>	<b>37</b>	<b>68</b>	<b>13</b>

Πίνακας 9: Αριθμός των πιστοποιήσεων ανά περιβαλλοντικό σύστημα και ανά κράτος. Πηγή: Γιαμά, Ε. Δημοσίευση 11/06/2015, Περιβαλλοντική Πιστοποίηση Κτιρίων. Κτίριο και Ενέργεια. Εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών. ΑΠΘ<sup>9</sup>

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται το ποσοστό πιστοποιήσεων BREEAM βασιζόμενο στην ηλικία των κτιρίων. Σύμφωνα με το διάγραμμα το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά κτίρια που έχουν κατασκευαστεί τα τελευταία δέκα χρόνια.



Εικόνα 31: Ποσοστό πιστοποιήσεων BREEAM βασισμένο στην ηλικία των κτιρίων. Πηγή: Πράσινη ανακαίνιση: Η Περίπτωση των αστικών κατοικιών, Βασιλειάδου Χριστίνα, Φεβρουάριος 2016<sup>9</sup>

#### 4.12 Στάδια ανακαίνισης

Οι κύριοι στόχοι μιας ανακαίνισης είναι η βελτίωση της προβολής του κτιρίου, η ριζική αλλαγή των όψεων, η επίτευξη αρμονίας και άνεσης εντός των εσωτερικών χώρων, η οργάνωση και η σωστότερη συγκρότηση των χώρων, η αλλαγή διαρρύθμισης κλπ. Ανεξαρτήτως στόχων όμως, η έκταση μιας ανακαίνισης μπορεί να αφορά ολόκληρο το κτίριο ή ένα τμήμα αυτού, ενώ η διαφορά της συμβατικής ανακαίνισης με την πράσινη είναι πως η δεύτερη πραγματοποιείται με γνώμονα το σύνολο των παραγόντων που ασκούν επιρροή στο περιβάλλον.

Οι εργασίες της ανακαίνισης μπορεί να αφορούν καινούργιες εκσκαφές, επέκταση ή κατεδάφιση του υφιστάμενου κτιρίου ή και μέρη αυτού, π.χ. υποστυλώματα, δοκάρια, πλάκες, καινούργιες τοιχοποιίες, αλλά και άλλες παρεμβάσεις σε ένα κτίριο, όπως σε μονώσεις, αλλαγές κουφωμάτων και ανοιγμάτων, αλλαγές στα υδραυλικά και στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, διαμόρφωση στον περιβάλλοντα χώρο και στις φυτεύσεις κλπ. Είναι προφανές πως οι επεμβάσεις και οι διαμορφώσεις της ανακαίνισης επηρεάζουν την λειτουργικότητα του κτιρίου.

#### 4.13 Κατεδάφιση και αφαίρεση υλικών

Βάσει του ΦΕΚ451/Β/24-6-93, οι περιπτώσεις κατεδαφίσεων που ορίζονται βάσει της έκτασης της κατεδάφισης του σώματος του κτιρίου ορίζονται ακολούθως:

- ολική κατεδάφιση κτιρίου λόγω ανοικοδόμησης νέου, αυθαίρετης δόμησης, επικινδυνότητας, ρυμοτόμησης κλπ
- μερική κατεδάφιση κτιρίου λόγω αλλαγής χρήσης – διαρρύθμισης ή και ανακατασκευής τμήματος.

Για τις ανωτέρω κατεδαφίσεις χρησιμοποιούνται οι εξής μέθοδοι- τεχνικές ή συνδυασμός αυτών(ΦΕΚ451/Β/24-6-93):

- χρήση ικριωμάτων και εργαλείων χειρός
- μηχανήματα
- φλόγα αερίου
- εκρηκτικά

Έχει αποδειχτεί ότι στα απόβλητα που οφείλονται στις κατεδαφίσεις κτιρίων είναι δύσκολο να γίνει εφαρμογή μιας σωστής διαχείρισης σε σχέση με τα απόβλητα που δημιουργούνται λόγω της ανέγερσης κτιρίων, καθώς ο εργολάβος που είναι υπεύθυνος για τις διαδικασίες της κατεδάφισης, δεν δύναται πάντοτε να έχει εκ των προτέρων επίγνωση της σύστασης των άχρηστων υλικών της κατεδάφισης. Άρα ιδανική λύση θεωρείται η χρήση της μεθόδου της επιλεκτικής κατεδάφισης.

Ο τρόπος που επιτυγχάνεται είναι με την σωστή και οργανωμένη απομάκρυνση ή και επεξεργασία συγκεκριμένων υλικών στο πρώτο στάδιο των εργασιών, πριν ακόμα ξεκινήσει η διαδικασία της κατεδάφισης του βασικού κορμού του κτιρίου. Ο λόγος που απομακρύνονται τα συγκεκριμένα υλικά είναι είτε οικονομικός, εξαιτίας της αξίας τους, είτε περιβαλλοντικός, εξαιτίας της ρύπανσης που επιφέρουν στα συνολικά απόβλητα, με αποτέλεσμα την αρνητική μεταβολή της ποιότητας των συνολικών αποβλήτων. Τα στάδια της συγκεκριμένης μεθόδου είναι τα εξής:

- Απομάκρυνση των επίπλων και λοιπών κινητών αντικειμένων που έχουν απομείνει
- Απομάκρυνση του συνόλου των αποβλήτων που απαιτούν ιδιαίτερη επεξεργασία (π.χ. αμίαντος, χημικά απόβλητα κ.α.)
- Απομάκρυνση υλικών που είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθούν (πόρτες, παράθυρα, πατώματα)

- Απομάκρυνση της γύψου και των μονωτικών υλικών που είναι δυνατό να επαναχρησιμοποιηθούν

- Αποσυναρμολόγηση της οροφής και των λοιπών υλικών

- Κατεδάφιση των τοίχων και διαλογή των μπαζών

- Διαχωρισμός των μπαζών από ακαθαρσίες (χαρτιά, ξύλο, πλαστικά)

Παρ'όλο που έχει θετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον, ένα βασικό μειονέκτημα της συγκεκριμένης διαδικασίας είναι ότι επηρεάζει αρνητικά το χρονικό πλάνο του σταδίου της κατεδάφισης, το οποίο απαιτεί υψηλή ταχύτητα, με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της ολοκλήρωσής του. Επιπλέον, δεν είναι εξασφαλισμένη η ζήτηση των υλικών που θα προκύψουν από την κατεδάφιση για επαναχρησιμοποίησή τους. Μόλις ολοκληρωθεί το τελευταίο στάδιο της κατεδάφισης, η διάσπαση του μείγματος των αδρανών υλικών πραγματοποιείται με την χρήση ειδικών θραυστήρων είτε εντός του εργοταξίου είτε εκτός αυτού.

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως στις ΗΠΑ, η ετήσια παραγωγή οικοδομικών αποβλήτων που οφείλεται στις κατεδαφίσεις είναι περίπου ίση με την ετήσια παραγωγή αστικών αποβλήτων. Στην άλλη πλευρά του Ατλαντικού και ειδικότερα στην Ελλάδα, ο ρυθμός κατεδαφίσεων κτιρίων είναι πιο χαμηλός και έτσι το πρόβλημα στην Ευρωπαϊκή ήπειρο χαρακτηρίζεται ηπιότερο.

#### 4.14 Διαχείριση εργοταξιακών αποβλήτων

Προκειμένου η διαδικασία της κατεδάφισης ενός κτιρίου να στεφθεί με επιτυχία είναι απαραίτητη η κατάλληλη διαλογή των αποβλήτων στο εργοτάξιο, η σωστή επιλογή των υλικών και η απόθεσή τους ξεχωριστά ανά υλικό. Το σημαντικότερο όμως είναι όλοι οι εργαζόμενοι να κατανοήσουν την χρησιμότητα και τον λόγο ύπαρξης των συγκεκριμένων διαδικασιών. Για να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητα τα εξής:

- Οι εργαζόμενοι στο εργοτάξιο πρέπει να εκπαιδεύονται, να ευαισθητοποιούνται και να συμμετέχουν στη διαδικασία. Είναι σημαντικό να εκπαιδεύονται στην επιλεκτική κατεδάφιση και τη διαλογή. Ένα γρήγορο εκπαιδευτικό πρόγραμμα περιλαμβάνει τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Τύποι κλασμάτων που συλλέγονται και αποθηκεύονται

- Μέθοδος λειτουργίας για τις επιλεκτικές κατεδαφίσεις

- Τα σημεία που προσδιορίζουν τα δοχεία συλλογής

Οι υπεργολάβοι πρέπει επίσης να συμμετέχουν στη διαχείριση των αποβλήτων και να ενθαρρύνονται για την ταξινόμηση.

- Είναι καθοριστικής σημασίας ο διορισμός ενός «διαχειριστή αποβλήτων» στο εργοτάξιο. Αυτό το άτομο:

- ελέγχει την ποιότητα της διαλογής
- ευαισθητοποιεί συνεχώς εργαζομένους και υπεργολάβους
- διορθώνει τυχόν λάθη διαλογής
- εποπτεύει το επίπεδο στο οποίο γεμίζουν τα δοχεία συλλογής
- μεριμνά για την ορθή εκκένωση των δοχείων και τον προορισμό των ταξινομημένων αποβλήτων

Είναι επιθυμητό να υπάρχουν δοχεία απόθεσης των αποβλήτων αναλόγως του τύπου τους, τα οποία θα ξεχωρίζουν με την πραγματοποίηση ανάλυσης του εργοταξίου η οποία θα έχει σαν στόχο την ανάδειξη των τμημάτων όπου θα είναι δυνατόν να τοποθετηθούν δοχεία. Η δημιουργία αυτών των τμημάτων θα επιφέρει με την σειρά της την δημιουργία μιας ζώνης η οποία θα έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

- Θα βρίσκεται κοντά σε ένα δρόμο για τη διευκόλυνση της εκκένωσης
- Παράλληλα, πρέπει να είναι και δίπλα στο εργοτάξιο για να μειωθεί ο αριθμός των διαδρομών
- Πρέπει να είναι εύκολα προσβάσιμη για όλους τους εργαζόμενους

Εξίσου σημαντική είναι και η ύπαρξη σήμανσης στα δοχεία , διότι έτσι διευκολύνεται η διαλογή και το έργο που έχει ανατεθεί στον κάθε εργαζόμενο μέσα στο εργοτάξιο. Είναι προφανές πως το μέγεθος του εκάστοτε δοχείου θα πρέπει να είναι αντίστοιχο του μεγέθους των αποβλήτων που θα τοποθετούνται σε αυτό, ενώ θα πρέπει επίσης τα δοχεία να φέρουν ειδικές ενδείξεις και ενημερωτικές πινακίδες.





Εκόνα 32: Κοντέινερ απόθεσης αποβλήτων σκυροδέματος. Πηγή: Πράσινη ανακαίνιση: Η Περίπτωση των αστικών κατοικιών, Βασιλειάδου Χριστίνα, Φεβρουάριος 2016<sup>9</sup>



Εικόνα 33: Σήμανση κοντέινερ. Πηγή: Πράσινη ανακαίνιση: Η Περίπτωση των αστικών κατοικιών, Βασιλειάδου Χριστίνα, Φεβρουάριος 2016<sup>9</sup>

Η διαλογή των απορριμάτων στο εργοτάξιο δεν επαρκεί, διότι τα απόβλητα θα πρέπει να φτάνουν στον προορισμό τους. Εξαιτίας αυτού, ο σχεδιαστής και η αρχή που έχει αναλάβει αυτό το κομμάτι θα πρέπει να είναι σίγουρες για τον έλεγχο και την φύλαξη των εγγράφων και των ειδικών τιμολογίων από τον αντισυμβαλλόμενο που αναφέρονται στην μεταφορά και την επεξεργασία των αποβλήτων.

#### 4.15 Διαχείριση αποβλήτων οικοδομικών υλικών

##### 4.15.1 Σκυρόδεμα

Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, από την συνολική ποσότητα ΑΕΚΚ ενός τεχνικού έργου, το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελείται από απορρίματα σκυροδέματος. Τα βασικά συστατικά του σκυροδέματος είναι το τσιμέντο, η άμμος, τα αδρανή υλικά, το νερό και διάφορα πρόσμικτα.

Το σκυρόδεμα μπορεί να αξιοποιηθεί με δυο τρόπους όταν φτάνει στο τέλος της ωφέλιμης ζωής του. Ο πρώτος γίνεται με την θραύση και την επαναχρησιμοποίησή του σε κατασκευές ως έχει, ενώ ο δεύτερος αφορά στην ανακύκλωσή του σκυροδέματος για την παραγωγή άλλων υλικών, είτε ως πρόσθετο, είτε ως υλικό αντικατάστασης του τσιμέντου, αν και γενικά η ανάκτηση του σκυροδέματος δεν θεωρείται εύκολη στην πράξη, διότι είναι αρκετά δύσκολη η διαδικασία του διαχωρισμού των επιμέρους υλικών που περιέχει. Θα γίνει λεπτομερής αναφορά σε επόμενη παράγραφο σε ότι αφορά την ανακυκλωσιμότητα του σκυροδέματος.

##### 4.15.2 Τούβλα, πλακίδια και κεραμικά

Υπάρχουν πολλοί τρόποι που μπορούν να αξιοποιηθούν αυτά τα οικοδομικά υλικά. Ένας εφικτός τρόπος είναι η άμεση επαναχρησιμοποίηση κεραμιδιών που προέρχονται από τις στέγες των κτιρίων, όπως και η αφαίρεσή τους και η αποθήκευσή τους, καθώς δεν πρόκειται για μια δύσκολη διαδικασία. Επιπλέον, σε μεγάλο αριθμό οικοδομικών έργων που γίνονται δεν είναι πάντα εύκολος ο ακριβής υπολογισμός των αναγκών σε τούβλα, με αποτέλεσμα μεγάλος αριθμός αυτών να μένει αχρησιμοποίητος ενώ θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλα έργα. Αντιθέτως, τα τούβλα που έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί σε εργασίες αποδόμησης, κατεδάφισης ή ανακαίνισης ενός τεχνικού έργου εμφανίζουν περισσότερες δυσκολίες για άμεση επαναχρησιμοποίηση, επειδή υπάρχει πιθανότητα να μολυνθούν με σκυρόδεμα, κονίαμα, γύψο ή/και άλλα υλικά.

Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι κυριότεροι τρόποι αξιοποίησης τούβλων, πλακιδίων και κεραμικών στο τελευταίο στάδιο της ωφέλιμης ζωής τους είναι οι εξής:

- Αναμόρφωση σαν τούβλα και κεραμίδια.

• Υλικά πλήρωσης και σταθεροποίησης για έργα υποδομής. Παρόλο που τα υλικά που προέρχονται από τη θραύση ενός τοίχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για δρόμους ελαφριάς κυκλοφορίας, δεν είναι κατάλληλα για βαριά κυκλοφορία λόγω του κινδύνου παραμόρφωσης. Τα ανωτέρω υλικά αντικαθιστούν φυσικά υλικά, όπως την άμμο και τα χαλίκια, τα οποία χρησιμοποιούνται συνήθως σε μεγάλες ποσότητες για αυτό το σκοπό. Σε μερικές περιπτώσεις, τα υλικά που προέρχονται από τη θραύση ενός τοίχου, αναμιγνύονται μαζί με σκυρόδεμα και φυσικά αδρανή για τη δημιουργία ενός μίγματος.

• Αδρανή για εργοταξιακό και πρόχυτο σκυρόδεμα και κονιάματα. Θραυσμένα τούβλα και άλλα υλικά τοιχοποιίας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την εξομάλυνση και πλήρωση ορυγμάτων για σωλήνες. Το θραυσμένο υλικό αντικαθιστά φυσικά υλικά, όπως την άμμο, προκαλώντας λιγότερες αναταραχές σε τοπία. Για τα ορύγματα των σωληνώσεων χρησιμοποιείται ένα λεπτόκοκκο υλικό. Χονδρότερα τεμάχια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα αδρανή σκυροδέματος ή κονιαμάτων.

• Αδρανή για τούβλα από πυριτικό ασβέστιο. Θραυσμένα τούβλα, κεραμίδια και άλλα στοιχεία τοιχοποιίας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σαν αδρανή στο έγχυτο σκυρόδεμα. Το υλικό αντικαθιστά άλλες πρώτες ύλες, όπως την άμμο. Η παραγωγή θραυστών αδρανών για σκυρόδεμα περιλαμβάνει θραύση, ταξινόμηση και καθαρισμό του υλικού κατεδάφισης. Η κυριότερη περιβαλλοντολογική επίπτωση αυτής της διεργασίας είναι η παραγωγή σκόνης κατά τη θραύση και το κοσκίνισμα. Το πρόβλημα μπορεί να μειωθεί με την κατάβρεξή τους με νερό και είναι ανάλογο με τα προβλήματα που συνδέονται με την παραγωγή φυσικών αδρανών.

• Άμμος για γήπεδα τένις. Η άμμος για την επιφανειακή κάλυψη γηπέδων τένις παράγεται από τη θραύση ερυθρών τούβλων και κεραμιδιών για στέγες. Διαφορετικά είδη τούβλων δίνουν διαφορετικές ποιότητες και χρωματισμούς της άμμου που χρησιμοποιείται στα γήπεδα τένις. Η καλή ποιότητα του ψημένου υλικού έχει πολυάριθμα ευεργετήματα, όπως καλύτερη αποστράγγιση του νερού, ενιαίο χρώμα, μεγαλύτερη πυκνότητα (μικρότερος διασκορπισμός από τον αέρα) και μικρότερα προβλήματα χορταριάσματος. Το λεπτό επιφανειακό στρώμα διαστρώνεται πάνω από χονδρόκοκκα στρώματα, τα οποία επίσης μπορούν να περιέχουν θραυσμένο υλικό από τούβλα.

• Υποστρώματα για φυτά. Για το σχηματισμό υποστρωμάτων καλλιέργειας φυτών μπορούν να χρησιμοποιούνται μεταξύ άλλων και εν αχρηστία τούβλα και κεραμίδια. Το υλικό μπορεί να αναμιχθεί με άλλες ουσίες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή φυτών, όπως για παράδειγμα οργανικά λιπάσματα.

#### 4.15.3 *Ξύλο*

Το ξύλο σαν υλικό βρίσκεται σε μεγάλες ποσότητες εντός των παλαιότερων κτιρίων ως υλικό για την επίστρωση των πατωμάτων των δωματίων, ενώ αποτελεί το κύριο υλικό στις πόρτες στο εσωτερικό ενός κτιρίου, όπως επίσης σε ντουλάπες και πάγκους κουζίνας. Τέλος, σε μονοκατοικίες συνήθως, χρησιμοποιείται και στις ξύλινες οροφές και τα ξύλινα κουφώματα, καθώς πρόκειται για μια συνηθισμένη κατασκευαστική πρακτική, με συνέπεια να αυξάνονται οι τελικές ποσότητες ξύλου που προορίζονται για διαχείριση. Τα απορρίματα ξύλου έχουν διαφορετική φόρμα, μέγεθος και συνήθως περιέχουν διαφόρων ειδών ουσίες, όπως βερνίκια, χρώματα κλπ, ενώ ταυτόχρονα προέρχονται και από διαφορετικά είδη ξυλείας, με αποτέλεσμα να πρόκειται για αρκετά επικίνδυνα υλικά για το περιβάλλον. Τις περισσότερες φορές μαζί με το ξύλο περιέχονται διάφορα απορρίματα, δηλαδή καρφιά και γυαλί, με αποτέλεσμα να γίνεται ακόμα πιο δύσκολη η επεξεργασία και η ανάκτησή του.

Ενδεικτικά, αναφέρονται οι κυριότεροι τρόποι ανακύκλωσης ξύλου που προέρχεται από κατεδαφίσεις:

- Κατασκευή σανίδων πάνελ (panels) χρησιμοποιούμενες στην κατασκευή σπιτιών.
- Θρυμματισμός του ξύλου (ροκανίδια, σκόνη) για την παραγωγή προϊόντων συμπίεσης, όπως ξύλινα δάπεδα, σανίδες κόντρα πλακέ, κ.λπ.
- Προϊόντα ξύλου -σκυροδέματος. Μπορεί να επιτευχθεί παραγωγή τούβλων, panels από υπολείμματα ξύλου και σκυροδέματος με πολύ καλές θερμομονωτικές και αντιπυρικές ιδιότητες.
- Αξιοποίηση της θερμογόνου δύναμής του εφόσον είναι απαλλαγμένο από προσμίξεις (ελεγχόμενη καύση).

#### 4.15.4 Γυαλί

Οι ποσότητες γυαλιού που προορίζονται για διαχείριση προέρχονται κατά την διάρκεια μιας κατασκευής ή μιας κατεδάφισης ενός έργου κυρίως από την θραύση των υαλοπινάκων. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του γυαλιού σε σχέση με τα υπόλοιπα ΑΕΚΚ είναι το γεγονός ότι μπορεί να ανακυκλωθεί πολλές φορές δίχως να αλλοιωθούν οι φυσικές και οι μηχανικές του ιδιότητες. Με δεδομένο ότι χρειάζονται μεγάλες ποσότητες ενέργειας προκειμένου να παραχθεί, η ανάκτησή του και η τελική ανακύκλωσή του είναι ικανή να επιφέρει αξιοσημείωτη εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα προϊόντα που προέρχονται από το γυαλί διαφέρουν ως προς την χημική τους σύσταση και ως προς το χρώμα. Το γυαλί χωρίζεται αναλόγως το χρώμα του σε λευκό, πράσινο και καφέ. Το γυαλί που έχει λευκό χρώμα χρησιμοποιείται στους υαλοπίνακες, το γυαλί καφέ χρώματος χρησιμοποιείται σε μπουκάλια μπίρας και φαρμάκων τα οποία παρουσιάζουν ευαισθησία στο φως και τέλος το γυαλί πράσινου χρώματος χρησιμοποιείται στην κατασκευή μπουκαλιών κρασιού και αναψυκτικών. Οι

τιμές αγοράς για τα διαχωρισμένα γυαλιά είναι υψηλότερες σε σχέση με αυτές για τα ανάμεικτα, τα οποία χρησιμοποιούνται μόνο για την παραγωγή πράσινου γυαλιού.

Κατά την συλλογή του το γυαλί θραύεται με σκοπό να μειωθεί ο όγκος του, με αποτέλεσμα να δημιουργείται το υαλόθραυσμα, το οποίο αποθηκεύεται προσωρινά σε ξεχωριστό κάδο αποθήκευσης, με σκοπό να αποτρέπεται η ανάμιξή του με τα άλλα απορρίμματα. Το υαλόθραυσμα μεικτού χρώματος βρίσκει πεδίο χρήσης στα πυρότουβλα, στα τούβλα, στο σκυρόδεμα και στην παραγωγή ασφάλτου. Το ανακυκλωμένο γυαλί μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή ινών γυαλιού οι οποίες εφαρμόζονται στην κατασκευή ηχομονωτικών και θερμομονωτικών υλικών καθώς και στην αύξηση της αντοχής του σκυροδέματος.

#### 4.15.5 Πλαστικό

Στον κατασκευαστικό κλάδο το πλαστικό βρίσκει πεδίο εφαρμογής κυρίως στις εγκαταστάσεις ύδρευσης, αποχέτευσης λυμάτων και ομβρίων υδάτων, στα πατώματα, στα κουφώματα, στα κεραμίδια, όπως επίσης και στην τοποθέτηση των ηλεκτρολογικών καλωδίων. Η διαδικασία της ανακύκλωσης των πλαστικών είναι αρκετά δύσκολη και αρκετές φορές οικονομικά ασύμφορη, αλλά από περιβαλλοντικής άποψης είναι ιδιαίτερα σημαντική, διότι κατά την διάρκεια της καύσης των πλαστικών που περιέχουν χλώριο, όπως το πολυβινυλοχλωρίδιο, παράγονται τοξικές ενώσεις, όπως διοξίνες και φουράνια, καθώς επίσης και για τον λόγο ότι τα περισσότερα πλαστικά διασπώνται δύσκολα.

Κατά την διάρκεια της διαδικασίας της ανακύκλωσης μπορούν να προκύψουν διάφορα προβλήματα σε σχέση με τα πλαστικά τα οποία οφείλονται στα εξής παρακάτω:

- υπάρχουν πολλές ποιότητες και τύποι πλαστικών με διαφορετική χημική σύσταση αλλά και φυσικές ιδιότητες
- είναι αρκετά δύσκολο να αναγνωρισθούν εύκολα, ακόμα και εάν φαίνονται ίδια
- υπάρχουν σε αυτά πολλές προσμίξεις.

Ένα χαρακτηριστικό των πλαστικών είναι η σχέση βάρους/όγκου που μπορεί να φτάσει και το 1:3. Εξαιτίας αυτής της σχέσης, τα πλαστικά θραύονται προκειμένου να γίνει πιο οικονομική η μεταφορά τους στην μονάδα επεξεργασίας, όπου εκεί απομακρύνονται οι προσμίξεις.

#### 4.15.6 Σιδηρούχα μέταλλα

Σε όλες τις φάσεις κατασκευής αλλά και της κατεδάφισης ενός έργου προκύπτουν απόβλητα από σιδηρούχα μέταλλα τα οποία προέρχονται από μια

πληθώρα πηγών, όπως κάγκελα, χαλύβδινα πλαίσια, οπλισμός σκυροδέματος, σιδερόβεργες κλπ. Τα ποσά του χάλυβα συλλέγονται ως επί το πλείστον από ιδιώτες οι οποίοι με την σειρά τους αναλαμβάνουν την ανακύκλωσή τους, για παράδειγμα για την παρασκευή κραμάτων, ή την πώλησή τους σε άλλους ενδιαφερόμενους. Ο χάλυβας είναι δυνατόν να ανακυκλωθεί και να επαναχρησιμοποιηθεί για την παραγωγή καινούργιων ποσοτήτων χάλυβα. Κατά την διαδικασία της κατεδάφισης πρόκειται για ένα από τα λίγα υλικά που η διαχείρισή του μπορεί να φέρει κέρδος στον εργολάβο, με αποτέλεσμα ο βαθμός ανάκτησής τους να πλησιάζει το 100%.

#### *4.15.7 Μη σιδηρούχα μέταλλα*

Το αλουμίνιο σαν υλικό αποτελεί τον κυριότερο εκπρόσωπο των μη σιδηρούχων μετάλλων. Στα ΑΕΚΚ το αλουμίνιο προέρχεται από ένα πλήθος πηγών που περιλαμβάνονται μέσα σε αυτές κατασκευαστικά πλαίσια, σκέπαστρα, οροφές, πόρτες, κουφώματα, υδρορροές κλπ. Η διεργασία παραγωγής του αλουμινίου είναι ιδιαίτερα ενεργοβόρα, καθώς ένας τόνος αλουμινίου παραγόμενος από βωξίτη απαιτεί ενεργειακή κατανάλωση ίση με 51 MWh. Αντιθέτως, ένας τόνος αλουμινίου που παράγεται από ανακυκλωμένο αλουμίνιο απαιτεί κατανάλωση ίση με 2 MWh. Έτσι πραγματοποιείται εξοικονόμηση ενέργειας έως και 95%, πράγμα το οποίο σημαίνει πως πρόκειται για το μεγαλύτερο πλεονέκτημα από την ανακύκλωση του αλουμινίου.

Επιπλέον, τις κυριότερες πηγές παραγωγής χαλκού αποτελούν οι σωληνώσεις, κυρίως από το δίκτυο θέρμανσης και κλιματισμού, τα σκέπαστρα οροφών όπως επίσης και το εσωτερικό των καλωδίων. Αντίστοιχα, ο μόλυβδος προέρχεται από σωλήνες υδραυλικών εγκαταστάσεων, παλιές αποχετεύσεις, σιφώνια όπως επίσης και φύλλα μονώσεων. Ο ψευδάργυρος βρίσκεται πιο σπάνια και κυρίως σε σωλήνες ύδρευσης καθώς και σε σκέπαστρα οροφής.

#### *4.16 Ενσωματωμένη ενέργεια και επικίνδυνα απόβλητα*

Μια ακόμα αξιοσημείωτη παράμετρος που έχει σχέση με τα οικοδομικά υλικά είναι η ενσωματωμένη ενέργεια (MJ) και τα ισοδύναμα διοξείδια του άνθρακα και διοξείδια του θείου που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα. Επίσης εξίσου σημαντικό είναι το ποσοστό των απορριμάτων που θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα, γι' αυτό τον λόγο χρειάζεται μεγάλη προσοχή κατά την διαδικασία της απομάκρυνσης. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται δεδομένα που σχετίζονται με συγκεκριμένα υλικά και τα βασικότερα επικίνδυνα απόβλητα.

Δομικό Υλικό	Ενσωματωμένη ενέργεια (ML/kg)	Ισοδύναμο CO <sub>2</sub> (g/kg)	Ισοδύναμο SO <sub>2</sub> (g/kg)
Φύλλο αλουμινίου	312,7	11.815	94,83
Τσιμεντόλιθοι	0,8	119	0,48
Ελαφροσκυρόδεμα	4,1	445	1,33
Σκυρόδεμα γενικά	0,7	123	0,40
Χάλυβας οπλισμού	9,9	474	1,79
Επικολητή ξυλεία	8,6	564	3,21
Γυαλί	18,4	1.300	
Υαλοβάμβακας	42,7	2.130	15,5
Ασβεστοκονιάματα	1,9	271	0,66
Κεραμίδια	3,3	329	1,09

Πίνακας 10: Ενσωματωμένη ενέργεια και ισοδύναμο διοξείδια του άνθρακα και διοξείδια του θείου. Πηγή: Επιστημονική Έκδοση ΚΤΙΠΙΟ, Τεύχος Α/2001

Ουσία	Χρήση/ παρουσία
Αμίαντος	Εξυγίανση παλαιών κτιρίων
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Κάδμιο	Αφαίρεση επιχρισμάτων
Χρωμικός μόλυβδος	Αφαίρεση επιχρισμάτων
Φορμαλδευδη	Καθαρισμός, απολύμανση
Συνθετικές Ίνες	Μονώσεις
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις

Πίνακας 11: Επικίνδυνα απόβλητα από τις εργασίες κατεδάφισης. Πηγή: ΔΙΠΕ - ΥΠΕΧΩΔΕ, 2000<sup>9</sup>

Αξίζει να γίνει αναφορά και για άλλο ένα υλικό, τον γύψο. Παρά το γεγονός ότι τα κονιάματα από γύψο είναι πλήρως ανακυκλώσιμα υλικά, η διαδικασία της ανακύκλωσης των αποβλήτων που προέρχονται από τον γύψο από κατεδαφίσεις, όπως οι γυψοσανίδες, είναι μια δύσκολη διαδικασία εξαιτίας της ανάμιξής τους με

άλλα υλικά, ενώ την ίδια στιγμή η διάθεσή τους σε ΧΥΤΑ είναι πιθανό να φέρει περιβαλλοντικές συνέπειες ενώ υπόκειται σε νομοθετικούς περιορισμούς. Ένα βήμα στην διαδικασία της ανακύκλωσης των γυψοσανίδων είναι η αφαίρεση του επικολημένου χαρτιού και άλλο ένα είναι η θραύση του εναπομείναντος υλικού σε γυψοκονία με σκοπό την επιστροφή στην παραγωγή.

Παρ'όλο που τα κονιάματα από γύψο θεωρούνται χαμηλής επικινδυνότητας, υπάρχουν κίνδυνοι εάν έρθουν σε επαφή με την βροχή σε αναερόβιο περιβάλλον και αναμειχθούν με οργανικά απόβλητα, με αποτέλεσμα να γίνουν πιθανές πηγές έκλυσης υδροθείου, υλικό που σε χαμηλές συγκεντρώσεις εκκρίνει οσμές και σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο και τοξικό. Έτσι, βάσει της Απόφασης του Συμβουλίου 2003/33/ΕΚ είναι υποχρεωτική η ταφή τους σε ειδικά διαμορφωμένα κελιά όπου δεν θα γίνονται δεκτά βιοαποδομήσιμα απόβλητα. Άρα καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως τα συγκεκριμένα απόβλητα απαιτούν λεπτή και ειδική διαχείριση ενώ θα πρέπει να θεωρείται επιβεβλημένη η ανακύκλωσή τους.

#### 4.17 Διαφορές συμβατικής και πράσινης κατεδάφισης

Σε περίπτωση όπου λάβει χώρα μια κατεδάφιση συμβατικού τύπου χωρίς τον προαπαιτούμενο έλεγχο των αποβλήτων που παράγονται, αλλά και χωρίς να γίνεται σωστή διαχείρισή τους, είναι πιθανά σύμφωνα με το ΦΕΚ451/Β/24-6-93, άρθρ. 2 τα εξής :

- να μην προβλεφθεί η απομάκρυνση δεξαμενών - δοχείων που περιέχουν επικίνδυνα υλικά (εύφλεκτα, τοξικά ή ικανά να προκαλέσουν έκρηξη)
- να μην απομακρυνθούν υλικά (επιχρίσματα, αμιαντοτσιμέντο κ.α.) και μονώσεις αμιάντου που είναι δυνατό να απελευθερώσουν στην ατμόσφαιρα ίνες αμιάντου
- να μην απομακρυνθούν επικίνδυνοι υαλοπίνακες, κουφώματα, κιγκλιδώματα κ.α.
- να μην απομακρυνθούν και αποθηκευτούν κατάλληλα αποδιοργανωμένα ή μειωμένης αντοχής στοιχεία του φέροντα οργανισμού
- να καούν υλικά χωρίς άδεια της αρμόδιας αρχής 46
- να μην τηρηθούν οι σχετικές πυροσβεστικές διατάξεις πρόληψης και καταστολής πυρκαγιών και να υπάρξει κίνδυνος πυρκαγιάς κατά την κατεδάφιση κυρίως πολυώροφων κτιρίων με ξύλινα στοιχεία (σκάλες κλπ)
- να μην υπάρξουν "αγωγοί αποκομιδής" για την απόρριψη των προϊόντων
- να θραυτούν τα φέροντα στοιχεία πριν απομακρυνθούν



- να κοπούν μεταλλικά ή γαλβανισμένα στοιχεία με φλόγα αερίου και να ακολουθήσει έκλυση τοξικών αερίων

- να αποτεθούν ελεύθερα σε ακαθόριστες θέσεις τα στερεά και υγρά προϊόντα της κατεδάφισης

Οι διαδικασίες που αναφέρθηκαν προηγουμένως εμφανίζονταν στο σύνολό τους σε πολύ συχνή βάση στην Ελλάδα μέχρι και την προηγούμενη δεκαετία. Σήμερα έχει γίνει σαφής η ιδιαίτερη σημασία της σωστής διαχείρισης των προϊόντων από την κατεδάφιση, με σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και συνεπώς του ανθρώπου. Έτσι, προκειμένου να μην απελευθερωθούν στο περιβάλλον επικίνδυνα υλικά και αέρια αλλά και για να υπάρχει γενικά μια πιο σωστή οργάνωση στις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν είναι σημαντικό να αφαιρεθούν τα πάντα πριν την έναρξη της διαδικασίας της κατεδάφισης, όπως επίσης να γίνει ανάκτηση όλων των υγρών και των αερίων που ίσως υπάρχουν σε συσκευές, να γίνει αφαίρεση όλων των κατασκευών από σίδηρο, καθώς και των φύλλων αμιάντου, των γυαλιών και των ξύλων.

Επιπλέον, κατά την διάρκεια της κατεδάφισης θα αποτρέπεται η δημιουργία σκόνης και διάφορων επικίνδυνων αερίων, αν το οπλισμένο σκυρόδεμα κόβεται με ειδικό ψαλίδι και ταυτόχρονα εάν το κτίριο ψεκάζεται προκειμένου να μην δημιουργούνται σύννεφα σκόνης κατά την διάρκεια των διαδικασιών της κατεδάφισης. Αν ο όγκος των εργασιών και η κίνηση των οχημάτων είναι περιορισμένη θα έχει σαν αποτέλεσμα την ελάχιστη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από εκπομπές αερίων.

#### 4.18 Οφέλη λόγω σωστής διαχείρισης των οικοδομικών αποβλήτων

Εξαιτίας της ανακύκλωσης των οικοδομικών αποβλήτων είναι δυνατό να υπάρξουν πολλαπλά οφέλη σε πολλούς τομείς. Για αρχή μειώνεται στο ελάχιστο η ανάγκη τόσο για δημιουργία καινούργιων χώρων διάθεσης των αποβλήτων και υγειονομικής ταφής αυτών με τις όποιες παραπάνω οικονομικές δαπάνες επιφέρει σαν συνέπεια, όσο και η ανάγκη εξοικονόμησης χώρου στις χωματερές. Εξίσου μεγάλης σημασίας είναι και το γεγονός πως στηρίζεται η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και άλλων ρύπων, ενώ την ίδια στιγμή μειώνεται και η εισαγωγή πρώτων υλών και η μεταφορά υλικών σε μεγάλες αποστάσεις. Το κυριότερο πλεονέκτημα όμως είναι η μείωση των δαπανών ενέργειας που πετυχαίνεται, όπως και η μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον που είναι πιθανό να διαμορφωθούν από την παραγωγή καινούργιων υλικών.

Επί του συνόλου και βάσει των προαναφερθέντων διαδικασιών προωθείται η δημιουργία θέσεων απασχόλησης και καινούργιων οικονομικών δραστηριοτήτων στις βιομηχανίες ανακύκλωσης, ενώ ταυτόχρονα στηρίζεται και η εξοικονόμηση χρημάτων, εξαιτίας της μείωσης του κόστους του έργου, αλλά και της μείωσης του κόστους μεταφοράς και της αγοράς καινούργιων οικοδομικών υλικών. Στην ουσία

πρόκειται για μια διαμόρφωση ενός κλειστού κυκλώματος παραγωγής και ροής των οικοδομικών υλικών.

#### 4.19 Υλικά που χρησιμοποιούνται στην πράσινη ανακαίνιση

##### 4.19.1 Οικολογικά χρώματα

Τα χρώματα που βάφουν τις επιφάνειες ενός κτιρίου με σκοπό να παρέχουν προστασία από την φθορά στην πάροδο του χρόνου και από το φαινόμενο της οξείδωσης, όπως επίσης και για ένα καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα, συχνά εμπριέχουν σε ένα μεγάλο ποσοστό χημικές ουσίες.

Υπάρχουν χρώματα τα οποία είναι οικολογικά, διότι αποτελούνται 100% από φυσικά συστατικά, αλλά χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα κοστοβόρα και ακριβά. Τα χρώματα που χαρακτηρίζονται ως ήπιας χημείας είναι κατασκευασμένα με υλικά που η χημική τους σύσταση χαρακτηρίζεται ως ήπια, διατηρώντας έτσι ένα φιλικό προφίλ προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Ένα κτίριο όπου έχουν χρησιμοποιηθεί οικολογικά χρώματα για την βαφή του πετυχαίνεται εξοικονόμηση ενέργειας, μικρότερη παραγωγή ρύπων, χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, ενώ ταυτόχρονα παράγονται μικρότερες ποσότητες ακάθαρτου νερού. Γενικώς τα χρώματα που παρασκευάζονται από την πετροχημική βιομηχανία επηρεάζουν την δημιουργία αξιοσημείωτης ποσότητας αποβλήτων, ενώ το νερό που χρησιμοποιείται διοχετεύεται συνήθως σε ακάθαρτη μορφή κατευθείαν στο περιβάλλον, επειδή απαιτούνται εργασίες μεγάλου κόστους για την ανακύκλωσή του.

##### 4.19.2 Αποδοτική χρήση νερού

Ένα κρίσιμης σημασίας στοιχείο για την περάτωση των διαδικασιών που ακολουθούνται στην κατασκευή μιας πράσινης κατοικίας είναι η αποδοτική χρήση του νερού στα εργοτάξια, στην κατασκευή, την επεξεργασία ή και την χρήση των δομικών υλικών κατά την φάση της ολοκλήρωσης των κτιρίων. Η αποδοτική χρήση του νερού κρίνεται καθοριστικής σημασίας, εξαιτίας της έλλειψης καθαρού πόσιμου νερού σε πολλές περιοχές που εμφανίζουν κοινωνικές δυσκολίες, αλλά και επειδή υπάρχει εξάντληση των πόρων γλυκού νερού σε παγκόσμια κλίμακα γενικότερα. Ειδικότερα, το τίμημα το πληρώνουν οι κάτοικοι που μένουν σε φτωχές περιοχές που αποτελούν μέρος αναπτυσσόμενων πόλεων και ακόμα περισσότερο οι γυναίκες, όπου αφιερώνουν καθημερινά πολλές ώρες της ημέρας για την συλλογή νερού από απομακρυσμένες πηγές, καθώς επίσης αναγκάζονται να πληρώνουν πολλές φορές δυσανάλογα υψηλά ποσά στους προμηθευτές την παροχή πόσιμου νερού σε σύγκριση με τους συμπατριώτες τους που έχουν εξασφαλισμένο πόσιμο νερό λόγω της ύπαρξης μιας κεντρικής παροχής νερού.

#### 4.19.3 Ηχορύπανση και ρύπανση ατμόσφαιρας

Παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον τα στοιχεία που αφορούν την μείωση της ηχορύπανσης που πετυχαίνεται με την βοήθεια κατάλληλης φύτευσης στα όρια της πράσινης ανακαίνισης. Αναφέρεται στους γερμανικούς κανονισμούς προστασίας ότι προκειμένου να πραγματοποιηθεί μια αισθητή μείωση του θορύβου είναι απαραίτητη πυκνή βλάστηση που να έχει σημαντικό βάθος και αρκετά μεγάλο ύψος, καθώς έχει παρατηρηθεί πως όταν η διάδοση του ήχου πραγματοποιείται μέσω πυκνής βλάστησης με φυλλωσιά, υπολογίζεται μια πρόσθετη μείωση της τάξης του 1,5 dB (A) ανά 10 μέτρα βάθους βλάστησης.

Τα αείφυλλα είδη χαρακτηρίζονται ως περισσότερο αποτελεσματικά ως προς την μείωση θορύβων κατά την διάρκεια του έτους, ενώ αντίστοιχα οι γαλλικοί κανονισμοί όπου βασίζονται στα αποτελέσματα του εθνικού κέντρου δασικών ερευνών της Γαλλίας αναφέρουν πως οι ζώνες πρασίνου πετυχαίνουν μεγάλες μειώσεις της ηχορύπανσης όπου προέρχεται εξαιτίας της κίνησης των οχημάτων κατά 5-10 dB (A) ανά 10 μέτρα φύτευσης.

Εξίσου σημαντικά αποτελέσματα επιφέρει ο συνδυασμός φυτεύσεων και αντιθορυβικών πετασμάτων διαφόρων τύπων κατασκευής, αν και η αποτελεσματικότητα από την συγκεκριμένη μέθοδο δεν ξεπερνά το 1,5 dB (A) ανά 10 μέτρα φύτευσης. Σύμφωνα με αποτελέσματα που προέρχονται από έρευνες διεθνούς εμπειρίας, οι ζώνες πρασίνου είναι δυνατό να δώσουν μια λύση στο πρόβλημα της οπτικής ρύπανσης, εκτός από το να συμπεριληφθούν στα όρια των προσπαθειών για την μείωση του θορύβου.

Επιπλέον, τα χωματουργικά μηχανήματα εργοταξίου επηρεάζουν την ποιότητα του αέρα στον χώρο όπου λαμβάνουν χώρα εργασίες ανακαίνισης. Η χρήση των εκσκαφέων γίνεται κατά κύριο λόγο σε εργασίες ανακαίνισης και κατασκευής και ειδικά σε ότι αφορά τον περιβάλλοντα χώρο και τις θεμελιώσεις. Οι σύγχρονοι εκσκαφείς εργοταξίου καταναλώνουν λιγότερο καύσιμο ενώ ταυτόχρονα συμβάλουν οικολογικά στην ατμοσφαιρική επιβάρυνση λόγω των μειωμένων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Παραδείγματος χάρη, ο εκσκαφέας PC200-8 Hybrid αντλεί την ισχύ του από το Υβριδικό Σύστημα της Komatsu (Hybrid System), με την βοήθεια ενός καινούργιου ηλεκτροκινητήρα για την περιστροφή της ανωδομής, μιας γεννήτριας, ενός συσσωρευτή-αποταμιευτή και ενός πετρελαιοκινητήρα. Το υβριδικό μοντέλο καταναλώνει περίπου 25% λιγότερο καύσιμο από έναν στάνταρ υδραυλικό εκσκαφέα PC200-8.

Τέλος, σε δοκιμαστικές λειτουργίες από πελάτες, παρατηρήθηκε μέγιστη μείωση καυσίμου κατά 41%, σε ένα εργοτάξιο όπου η ανωδομή του μηχανήματος περιστρέφεται συχνότερα. Αυτά τα μηχανήματα χρησιμοποιούν κινητήρες σύμφωνα με Stage IIIA, οι οποίοι είναι ικανοί να λειτουργούν με καύσιμα όπου περιέχουν μέχρι και 20% περιεκτικότητα σε βιοντίζελ.

#### 4.19.4 Μέθοδοι μόνωσης

Ένα βασικό στάδιο της ανακαίνισης είναι η μόνωση μιας κατοικίας, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους:

- Μόνωση του περιβλήματος του κτιρίου Αυτή είναι η πιο πλήρης και πιο λογική λύση από την άποψη της ενεργειακής απόδοσης. Η μόνωση μπορεί να τοποθετηθεί στο εσωτερικό ή το εξωτερικό.

- Μόνωση ορισμένων δωματίων του κτιρίου

Κάποιες φορές η μόνωση ενός κτιρίου εξ ολοκλήρου αποτελεί μια ιδιαίτερος κοστοβόρα επιλογή, συν το γεγονός ότι οι διάφοροι χώροι που αποτελούν μέρος της κατοικίας καταλαμβάνονται ανά διαστήματα με αποτέλεσμα να έχουν διαφορετικές ανάγκες θερμότητας. Έτσι γι' αυτόν τον λόγο, όταν λαμβάνει χώρα ανακαίνιση ενός χώρου είναι δυνατό να μελετηθεί το ενδεχόμενο μόνωσης συγκεκριμένων χώρων διαβίωσης όπου οι κάτοικοι περνούν τις περισσότερες ώρες της ημέρας σε αυτά τα δωμάτια, όπως είναι το σαλόνι, τα υπνοδωμάτια και η κουζίνα. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα σε περιόδους όπου εμφανίζονται ακραίες θερμοκρασίες τα συγκεκριμένα δωμάτια να αποτελούν καταφύγια των μελών της οικογένειας, προκειμένου να περάσουν εκεί αυτά τα χρονικά διαστήματα.

Σε μια ανακαίνιση μιας κατοικίας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν τα εξής στο κομμάτι της μόνωσης:

- τις εξωτερικές επιφάνειες της κατοικίας
- τα εμπόδια μεταξύ του θερμαινόμενου όγκου και του μη θερμαινόμενου όγκου

Μια ανακαινισμένη κατοικία μπορεί να μονωθεί με τέσσερις διαφορετικούς τρόπους. Η επιλογή του κατάλληλου μονωτικού υλικού σχετίζεται με τα αισθητικά κριτήρια, τα οικονομικά κριτήρια, την ευκολία εφαρμογής, αλλά κυρίως με τους θερμικούς στόχους που έχουν τεθεί.

Η εξωτερική μόνωση είθισται να εφαρμόζεται στην πρόσοψη του κτιρίου. Πιο συγκεκριμένα, η εξωτερική μόνωση εφαρμόζεται σε δυο βασικά είδη τοίχων:

- Περίπτωση 1: Στερεός τοίχος από τούβλα
- Περίπτωση 2: Τοίχος με διπλό με τούβλο ή επένδυση

Η προστασία του μονωτικού κρίνεται απαραίτητη και μπορεί να επιτευχθεί με διάφορα υλικά ανάλογα το εύρος της τιμής τους, όπως ένα συνθετικό ή μεταλλικό επίχρισμα, όπου πρόκειται για την φθηνότερη λύση, ενώ μπορεί να φτάσει και σε πιο ακριβές και δαπανηρές επιλογές, όπως είναι οι ξύλινες επενδύσεις ή τα τούβλα. Αυτό επιτυγχάνει την συνέχεια της μόνωσης ενώ ταυτόχρονα μειώνει τον αριθμό των

θερμικών γεφυρών σε ικανοποιητικό επίπεδο. Παρ'όλα αυτά η μόνωση της πρόσοψης δεν είναι τόσο εύκολη διαδικασία όταν λαμβάνει χώρα σε αστικές κατοικίες ή σε κατοικίες που αποτελούν τμήμα διατηρητέων κτιρίων, διότι η εμφάνιση της πρόσοψης που βλέπει τον δρόμο δεν είναι δυνατόν να τροποποιηθεί τόσο εύκολα.



Εικόνα 34: Εξωτερική θερμομόνωση υφιστάμενων κτιρίων στο Βέλγιο. Πηγή: ΙΕΑ 2010<sup>9</sup>

Όταν δεν καθίσταται δυνατή η εξωτερική μόνωση τότε θα πρέπει να πραγματοποιείται μόνωση στο εσωτερικό της κατοικίας, καθώς πρόκειται για την μοναδική τεχνική που μπορεί να υλοποιηθεί και η πρόσοψη να διατηρήσει τα χαρακτηριστικά της. Προτού ξεκινήσουν οι διαδικασίες της εσωτερικής μόνωσης θα πρέπει να ελέγχονται τα εξής:

- το εξωτερικό προστατευτικό τείχος να είναι σε καλή κατάσταση και να μπορεί να αντέξει κακές καιρικές συνθήκες (συμπεριλαμβανομένων των χαμηλών θερμοκρασιών), δεδομένου ότι πλέον θα επηρεάζεται από το κλίμα του εσωτερικού χώρου
- οι εσωτερικοί τοίχοι πρέπει να είναι υγιείς, στεγνοί και προστατευμένοι από διεισδύσεις
- η εσωτερική τοποθέτηση των πλαισίων του παραθύρου, το έδαφος σε σχέση με τον τοίχο, θερμογέφυρες κλπ
- το εσωτερικό κλίμα να είναι φυσιολογικό, όταν πρόκειται για την θερμοκρασία και την υγρασία

- οι τοίχοι και τα πατώματα να έχουν επαρκή αδράνεια



Εικόνα 35: Εσωτερική μόνωση μεταξύ δοκαριού και τοίχου. Πηγή: IEA 2010<sup>9</sup>

Ο κύριος παράγοντας που θα κρίνει το σύστημα μόνωσης που θα επιλεγεί είναι η κατάσταση που βρίσκονται οι εσωτερικές επιφάνειες των τοίχων. Πιο συγκεκριμένα, όταν η εσωτερική επιφάνεια του τοιχώματος είναι αρκετά λεία, η μόνωση μπορεί να κολλήσει άμεσα, αλλιώς η μόνωση θα πρέπει να τοποθετηθεί σε μια πέργκολα από σανίδες μεταξύ των περσίδων, παρ'όλο που υπάρχει ο κίνδυνος θερμικής γέφυρας, ή ακόμα και πίσω από ένα χώρισμα της τοιχοποιίας, δημιουργώντας εσωτερική αδράνεια.

Μεταξύ του τοίχου και του εσωτερικού κλίματος δημιουργείται ένας φραγμός όταν τοποθετείται το μονωτικό υλικό στην εσωτερική όψη του τοίχου, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η προθέρμανση του τοίχου, ενώ ταυτόχρονα η δομή του δρόσου σημείου μεταφέρεται προς το εσωτερικό. Γι'αυτό τον λόγο κρίνεται απαραίτητη η

λήψη μέτρων αποφυγής, με στόχο να επιτρέπεται στους υδρατμούς να έρχονται σε επαφή με τον τοίχο και να συμπυκνωθεί μεταξύ του τοιχώματος και η μόνωση. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό είναι απαραίτητη η τοποθέτηση και η διαμόρφωση:

- λιγότερο διαπερατών υλικών
- ενός φράγματος υδρατμών μεταξύ της μόνωσης και του εσωτερικού φινιρίσματος

Παρόλα αυτά με την βοήθεια ενός αποτελεσματικού υγιεινού αερισμού και με την χρήση μερικών μονωτικών υλικών, όπως η κυτταρίνη, το ξύλο και το μαλλί, τα οποία είναι ικανά να απορροφήσουν μεγάλες ποσότητες υγρασίας δίχως να χάσουν τις θερμικές τους επιδόσεις, ενώ ταυτόχρονα μπορούν να απελευθερώσουν την υγρασία στην ατμόσφαιρα αν είναι απαραίτητο, είναι εφικτό να μειωθεί ο κίνδυνος της συμπύκνωσης. Λόγω αυτής της ξεχωριστής συμπεριφοράς τους παρέχει την δυνατότητα να παίζουν ρυθμιστικό ρόλο για την ισορροπία της υγρασίας σε ένα δωμάτιο.

Επίσης, υπάρχει κίνδυνος να παρουσιαστεί ασυνέχεια στην μόνωση. Προκειμένου να αποφευχθεί το φαινόμενο της συμπύκνωσης θα πρέπει η μόνωση και το φράγμα των υδρατμών, εάν είναι απαραίτητο, να τοποθετούνται δίχως ραφή, ειδικά στις θέσεις που βρίσκονται ανάμεσα σε τοίχους και οροφές, μεταξύ των τοίχων και των αρμών και ούτω καθεξής. Επειδή δεν είναι πάντοτε εύκολο να πραγματοποιηθεί τέτοια συνέχεια, θα πρέπει όλα τα μέρη του κόμβου να μελετώνται ενδελεχώς.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πιο κοινές θέσεις που τοποθετείται η μόνωση:

- Εξωτερικός τοίχος - ξύλινο πάτωμα
- Εξωτερικός τοίχος - πλάκα σκυροδέματος
- Εξωτερικός τοίχος - εσωτερικό τοίχωμα
- Εξωτερικός τοίχος - στέγη
- Εξωτερικός τοίχος - πλάκα θεμελίωση

#### 4.20 Συμβατικό, πράσινο και ανακυκλωμένο σκυρόδεμα

Εξαιτίας της αφθονίας των πρώτων υλών που υπάρχουν για την δημιουργία οπλισμένου σκυροδέματος, αλλά και εξαιτίας των ιδιαίτερων μηχανικών ιδιοτήτων που έχει, το οπλισμένο σκυρόδεμα είναι το πιο συχνό υλικό που εμφανίζεται στον κατασκευαστικό κλάδο στην χώρα μας. Τα υλικά και οι περιεκτικότητές τους είναι περίπου 53% αμμογάλλικο, 26% άμμο, 14% τσιμέντο και 7% νερό.

Τα αδρανή υλικά που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή οπλισμένου σκυροδέματος λαμβάνονται από υπαίθρια λατομεία, με αποτέλεσμα να οδηγούν σε καταστροφή του περιβάλλοντος. Η χωρίς φραγμούς και αμετάκλητη υπαίθρια όρυξη αλλοιώνει τις περιοχές και το φυσικό τοπίο γενικότερα. Ταυτόχρονα, η παραγωγή τσιμέντου Portland ευθύνεται για την απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, με αποτέλεσμα να οδηγεί στην γιγάντωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στην ραγδαία αύξηση της θερμοκρασίας. Έτσι, λόγω της ευρείας χρήσης του στις καινούργιες κατασκευές το περιβάλλον επιβαρύνεται συνεχώς στο σύνολό του, όπως και οι συνθήκες διαβίωσης εντός αυτού.

Είναι ενδεικτικό πως κατά την διάρκεια της παραγωγής τσιμέντου το ποσό διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα ανά τόνο παραγόμενου κλίνκερ είναι περίπου ίσο με 0,91 tn. Τα ποσοστά αυτά σχετίζονται με τις αντιδράσεις διάσπασης  $\text{CaCO}_3$ , όπου αντιστοιχούν 0,55 tn, με την καύση του άνθρακα και των καυσίμων, όπου αντιστοιχούν 0,34 tn, όπως επίσης και με την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται, η οποία είναι ίση με 0,11 tn. Περίπου κατά μέσο όρο σε κάθε 1000 kg παραγόμενου τσιμέντου χρησιμοποιούνται 900 kg κλίνκερ, άρα για κάθε τόνο τσιμέντου απελευθερώνονται 0,873 tn διοξειδίου του άνθρακα. Εάν μέσα σε αυτά συνυπολογίσουμε και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που προέρχονται από την μεταφορά των πρώτων υλών και των τελικών προϊόντων, τότε η παραγωγή 1 tn τσιμέντου εκπέμπει στην ατμόσφαιρα κατ'αναλογία περίπου 1 tn διοξείδιο του άνθρακα. Λόγω του γεγονότος ότι οι εκπομπές που σχετίζονται με τα άλλα συστατικά του σκυροδέματος, όπως τα αδρανή, το νερό κλπ, είναι πολύ μικρότερες σε σχέση με αυτές λόγω του τσιμέντου, το τσιμέντο που παράγεται χαρακτηρίζεται συνολικά από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που σχετίζονται με την παραγωγή τσιμέντου.

Από ενεργειακής άποψης, η σημερινή ενεργειακή κατανάλωση στην βιομηχανία τσιμέντου αντιπροσωπεύει το 2% της ενεργειακής κατανάλωσης σε διεθνές επίπεδο και περίπου το 5% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται από την βιομηχανία, ενώ το ποσοστό της ενέργειας που αντιστοιχεί στο κόστος της παραγωγής του τσιμέντου είναι περίπου ίσο με 20-30%. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από την καύση στερεών, υγρών και αέριων καυσίμων, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα. Τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας που δαπανούνται στην παραγωγή τσιμέντου χρησιμοποιούνται για την λειτουργία της περιστροφικής καμίνου.



Είδος καυσίμου	Ποσοστό % κ.β.
Ανθρακας	36
Petcoke	39
Λιγνίτης	6
Πετρέλαιο	7
Φυσικό αέριο	2
Εναλλακτικά καύσιμα	10
Σύνολο	100

Πίνακας 12: Ποσοστιαία (%) κατανάλωση καυσίμων στη βιομηχανία τσιμέντου στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Πηγή: Περυσινάκη, Διερεύνηση των οικολογικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος, 2012<sup>10</sup>

Επιπλέον, δαπανάται και ηλεκτρική ενέργεια της τάξης περίπου των 100 kWh/t τσιμέντου, η οποία μεταφράζεται σε ποσοστό 5-8% της συνολικής, η οποία κατανέμεται ως εξής:

- 27,5% στην προετοιμασία των πρώτων υλών
- 27,7% στις διεργασίες παραγωγής του κλίνκερ (κύκλωμα περιστροφικής καμίνου)
- 39,8% στις διεργασίες παραγωγής του τελικού προϊόντος (άλεση του κλίνκερ κλπ)
- 5% σε άλλες διεργασίες του συστήματος παραγωγής

Η υψηλή κατανάλωση ενέργειας είναι το μεγαλύτερο περιβαλλοντικό πρόβλημα στην διαδικασία της παραγωγής τσιμέντου και σκυροδέματος. Λόγω του γεγονότος ότι η παραγωγή τσιμέντου είναι μια βιομηχανική δραστηριότητα που καταναλώνει υψηλά ποσά ενέργειας, έχει σαν συνέπεια και στο σκυρόδεμα ως δευτερογενές προϊόν να ενσωματώνονται υψηλά ποσά ενέργειας. Η ενσωματωμένη ενέργεια ανά m<sup>3</sup> σκυροδέματος, οφείλει την ύπαρξή της κατά 91,5% περίπου στην ενέργεια που απαιτήθηκε για την παραγωγή του περιεχόμενου τσιμέντου, δηλαδή στην εξόρυξη πρώτων υλών, μεταφορά, θραύση, λειοτρίβηση, περιστροφική κάμιμος, άλεση του κλίνκερ κλπ και μόνο το 8,5% στα αδρανή υλικά.

Για όλους τους παραπάνω λόγους η βιομηχανία σκυροδέματος έχει δουλέψει για πολλές δεκαετίες προκειμένου να επιτευχθεί μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, με σκοπό το σκυρόδεμα να αποκτήσει έναν πιο φιλικό προς το περιβάλλον χαρακτήρα, ή αλλιώς ένα πράσινο προφίλ.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες που καταλήγουν στην παραγωγή του συγκεκριμένου σκυροδέματος. Η πρώτη αφορά την μερική αντικατάσταση του τσιμέντου Portland με διαφορετικά τσιμεντοειδή υλικά, όπως για παράδειγμα

ιπτάμενη τέφρα, κοκκοποιημένη σκωρία υψικαμίνου, πυριτική παιπάλη κλπ. Η πλειονότητα αυτών των υλικών ανήκει στην οικογένεια των ποζολάνων και αφορά παραπροϊόντα βιομηχανικών διεργασιών. Αυτό συνεπάγεται στο ότι η χρήση τους έχει διπλό πλεονέκτημα, διότι τα συγκεκριμένα υλικά χρησιμεύουν ως μερική αντικατάσταση του τσιμέντου ενώ παράλληλα αποφεύγεται έτσι η ανάγκη να θαφτούν στην γη.

Η δεύτερη κατηγορία εξετάζει την μείωση της κατανάλωσης νερού, κάτι το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό σε χώρες που εμφανίζουν πρόβλημα λειψυδρίας, την βελτιωμένη ανθεκτικότητα, με στόχο να μειώσει το κόστος συντήρησης και αντικατάστασης, την χρήση μειγμάτων σκυροδέματος για ειδικά σκυροδέματα, όπως για εφαρμογές που παρουσιάζουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, την βελτίωση της αντοχής σε θραύση και την ικανότητα διάχυσης της ενέργειας, το διαπερατό σκυρόδεμα, προκειμένου να επιτευχθεί μείωση των ομβρίων υδάτων απορροής, την παγίδευση του διοξειδίου του άνθρακα μέσω της διαδικασίας ενανθράκωσης κλπ.

Η τρίτη κατηγορία μελετά την χρήση διάφορων υλικών όπου ανήκουν στα στερεά απόβλητα, όπως για παράδειγμα ανακυκλωμένο σκυρόδεμα, γυαλί μετά την χρήση του, άχρηστα ελαστικά, πλαστικά, ίνες χαλιού κλπ. Η παρουσία αυτών των υλικών στην παρασκευή σκυροδέματος μπορεί να λάβει τον χαρακτήρα των αδρανών υλικών, πληρωτικών ή ινών ενίσχυσης. Με τον προσδιορισμό και την αξιοποίηση μερικών ιδιοτήτων είναι πολύ πιθανό να λάβουν αξία αυτά τα υλικά, ενώ διαφορετικά θα απορρίπτονταν με αξιοσημείωτο κόστος. Επιπλέον, σε αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται και ανανεώσιμα υλικά, όπως τα παραπροϊόντα από ξύλο, μπαμπού και διάφορες φυσικές ίνες όπως σιζάλ και κάνναβη.

Άλλωστε, για το ανακυκλωμένο σκυρόδεμα, έχει αναφέρει ο Παπαδάκης ότι «οι μεγάλες ποσότητες τσιμέντου στην παραγωγή σκυροδέματος θα πρέπει να αντικατασταθούν από άλλα υλικά που θα προσφέρουν με ασφάλεια τις ίδιες ή ακόμα και καλύτερες ιδιότητες στο σκυρόδεμα. Ο τομέας κατασκευής σκυροδέματος χρησιμοποιεί ήδη μίγματα που περιέχουν αντικαταστάσεις τσιμέντου, από ιπτάμενη τέφρα έως 25% ή από σκωρία έως 40% σε μάζα».

Η άμμος χυτηρίων όπου έχει χρησιμοποιηθεί μπορεί να αντικαταστήσει με μεγάλη επιτυχία την κανονική άμμο στο σκυρόδεμα με τσιμέντο Portland, όπως επίσης χρήσιμη μπορεί να φανεί στην δημιουργία ελαφροβαρούς σκυροδέματος η σκωρία υψικαμίνου, η οποία προέρχεται από τα χυτήρια χάλυβα και σιδήρου. Το καταναλωτικό γυαλί είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί ως μερική αντικατάσταση των λεπτόκοκκων προσθέτων τόσο στο κανονικό, όσο και στο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, ενώ επίσης οι τέφρες βιομάζας, λόγω των ποζολανικών ιδιοτήτων τους, είναι αποδεδειγμένα πιο δραστικές από τις φυσικές ποζολάνες. Το σκυρόδεμα που περιέχει υπολειμματικά στερεά που προέρχεται από τον πολτό χαρτιού, καταφέρνει βελτίωση στην αντοχή ενάντια στην διείσδυση χλωριόντων, αλλά και στην πήξη και τήξη δίχως να έχει απώλεια αντοχών.

Η ανακύκλωση του σκυροδέματος μπορεί να επιτευχθεί τόσο άμεσα όσο και έμμεσα. Ειδικότερα, το σκυρόδεμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί άμεσα σε καινούργιες κατασκευές, με άμεση συνέπεια την εξοικονόμηση χρόνου, καθώς η παραγωγή σκυροδέματος είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται σε βάθος χρόνου. Επιπλέον, η επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος δεν κρύβει κάποιον κίνδυνο, καθώς έχει αποδειχθεί ότι οι αντοχές του τσιμέντου, βασικού στοιχείου του σκυροδέματος, αυξάνονται με την πάροδο του χρόνου. Επιπρόσθετα, ένα ακόμα πλεονέκτημα μείζονος σημασίας από την επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος είναι το γεγονός ότι η κατασκευή ενός σπιτιού από επαναχρησιμοποιούμενες πλάκες είναι πιο οικονομική σε σχέση με μια κατασκευή που αποτελείται από καινούργια υλικά κατά 30-40%. Τέλος, η επαναχρησιμοποίηση του σκυροδέματος εξοικονομεί το μέρους των καυσίμων που αναλογεί στην θραύση του σκυροδέματος σε χαλίκι.

Την ίδια στιγμή, οι συμβατικές κατασκευές από σκυρόδεμα μπορούν να προσφέρουν τα υλικά τους και στους σκοπούς της έμμεσης ανακύκλωσης μετά την πάροδο του κύκλου ζωής τους. Τα αδρανή υλικά που υπάρχουν στο σκυρόδεμα μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν μέσω της ανακύκλωσης στην θεμελίωση κτιρίων. Μια διαφορετική χρήση είναι σε χώρους στάθμευσης, όπου το θρυμματισμένο τσιμέντο μπορεί να αντικαταστήσει το αμμοχάλικο έως και 20%. Τέλος, στο οπλισμένο σκυρόδεμα συγκεκριμένα, μπορεί να γίνει εξαγωγή του μεταλλικού στοιχείου που αντιστοιχεί στον οπλισμό, με σκοπό να λιώσει και να αναδιαμορφωθεί για καινούργιες χρήσεις.

Έτσι λοιπόν γίνεται ορατή η ανάγκη μείωσης της παραγωγής του σκυροδέματος και αυτή είναι δυνατόν να λάβει χώρα είτε μέσω της άμεσης επαναχρησιμοποίησης, είτε μέσω της έμμεσης ανακύκλωσης. Συνολικά τα παραπάνω δεδομένα καταδεικνύουν την ευκολία της ανακύκλωσης του σκυροδέματος ως οικοδομικό υλικό, ενώ μπορεί να συντελέσει θετικά στον τομέα της οικολογικής κατασκευής, χωρίς να επιβαρύνει το περιβάλλον.

## ***Κεφάλαιο 5***

### ***5.1 Κατασκευαστικός τομέας και οικονομία***

Ο κατασκευαστικός τομέας στην οικονομική βιομηχανία συμβάλλει κατά πολύ, καθώς παρέχει το 7,5% της συνολικής απασχόλησης στην Ευρώπη ή διαφορετικά το 28% της βιομηχανικής απασχόλησης. Από το συγκεκριμένο ποσοστό προκύπτει ότι το 4% αντιστοιχεί στα δομικά υλικά, έναν τομέα που απασχολεί περίπου 2,5 εκατομμύρια ανθρώπους στην Ευρωπαϊκή ήπειρο κατά την περίοδο 2000-2005.

Στην Ελλάδα συγκεκριμένα, ο κατασκευαστικός τομέας αναπτύσσεται από το 2000 σε βασικό παίκτη της οικονομίας. Την συγκεκριμένη περίοδο η συμβολή του κατασκευαστικού κλάδου κυμαινόταν περίπου στο 20,7%, δηλαδή η απασχόληση του ανθρώπινου δυναμικού κυμαινόταν περίπου στο 14% του ποσοστού των απασχολούμενων μέσα στο οποίο συμπεριλαμβάνονται μελετητές και έμμεσα εργαζόμενοι στις κατασκευές, δηλαδή σε υπηρεσίες κατασκευής και υλοποίησης κατασκευής, παραγωγή και εμπόριο υλικών. Παρ'όλα αυτά, την περίοδο της οικονομικής ύφεσης, πιο συγκεκριμένα το χρονικό διάστημα 2007-2013, στην χώρα μας ο κατασκευαστικός κλάδος παρουσίασε μια ύφεση στην οικονομική βιομηχανία ενώ άρχισε να ανακάμπτει μετά το 2013 με αργούς ρυθμούς.

Ωστόσο η συμβολή του κατασκευαστικού κλάδου είναι ικανή να στηρίξει σε μεγάλο βαθμό την οικονομία, διότι υπάρχουν αντικείμενα δράσης για το μέλλον με την προϋπόθεση το επίπεδο των υποδομών στην Ελλάδα να είναι ακόμα σε εξέλιξη σε σχέση με τα υπόλοιπα Ευρωπαϊκά κράτη. Ανεξαρτήτως της οικονομικής κατάστασης της χώρας ο κατασκευαστικός κλάδος μπορεί να συνεισφέρει στην τόνωση της οικονομίας με ποικίλους τρόπους, τόσο άμεσα, όσο και έμμεσα, ενώ υπάρχει ακόμα εξέλιξη εξαιτίας των επερχόμενων έργων που υπάρχουν.

### ***5.2 Περιβαλλοντική διαχείριση και οικονομία***

Σύμφωνα με έρευνες που έγιναν στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη, φάνηκε πως παράγεται περίπου μισός τόνος των δομικών αποβλήτων ανά κάτοικο ανά έτος, ενώ κατά την διάρκεια μιας τυπικής κατασκευής συμβατικής κατοικίας παράγεται μισός τόνος από τα δομικά απόβλητα. Επίσης στην Ευρώπη, υπολογίζεται πως στον κατασκευαστικό τομέα το ενεργειακό ποσό που καταναλώνεται κατά μέσο όρο αγγίζει το 35-40%, το οποίο είναι περίπου ίσο με το ποσοστό που παράγει τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα μετά από έρευνα που έγινε σε ευρωπαϊκές πόλεις το 2016, για την παραγωγή αποβλήτων από όλες τις

οικονομικές δραστηριότητες και τα νοικοκυριά. Είναι εμφανές ότι σε χώρες με μικρότερο πληθυσμό υπάρχουν και μικρότερες ποσότητες αποβλήτων.

**Waste generation by economic activities and households, 2016**

(%)

	Mining and quarrying	Manufacturing	Energy	Construction and demolition	Other economic activities	Households
EU-28	25	10	3	36	16	8
Belgium	0	23	1	31	36	8
Bulgaria	82	3	8	2	3	2
Czechia	1	18	4	40	23	14
Denmark	0	5	4	58	16	17
Germany	2	14	3	55	17	9
Estonia	26	37	25	5	6	2
Ireland	16	35	2	10	28	10
Greece	78	6	4	1	4	7
Spain	16	11	3	28	26	17
France	1	7	0	69	14	9
Croatia	12	8	2	24	31	22
Italy	0	17	2	33	29	18
Cyprus	5	33	0	36	10	16
Latvia	0	19	11	4	30	34
Lithuania	1	41	2	8	32	17
Luxembourg	0	7	0	75	11	6
Hungary	1	17	16	23	25	18
Malta	8	1	0	69	13	8
Netherlands	0	10	1	70	13	6
Austria	0	9	1	73	10	7
Poland	39	17	11	10	18	5
Portugal	3	17	1	12	35	33
Romania	87	4	4	0	3	2
Slovenia	0	26	14	10	38	12
Slovakia	3	32	9	9	29	18
Finland	76	8	1	11	3	1
Sweden	77	4	1	7	7	3
United Kingdom	6	4	0	49	30	10
Iceland	0	25	0	4	31	40
Liechtenstein	3	2	0	88	1	5
Norway	3	14	2	27	32	22
Montenegro	19	2	18	37	10	13
North Macedonia	49	51	0	0	0	0
Serbia	79	3	12	1	2	3
Turkey	11	.	26	.	.	37
Bosnia and Herzegovina (*)	2	27	71	0	0	0
Kosovo (*)	14	20	40	6	10	11

(\*) 2012.

(\*) This designation is without prejudice to positions on status, and is in line with UNSCR 1244/1999 and the ICJ Opinion on the Kosovo declaration of independence.

Source: Eurostat (online data code: env\_wasgen)

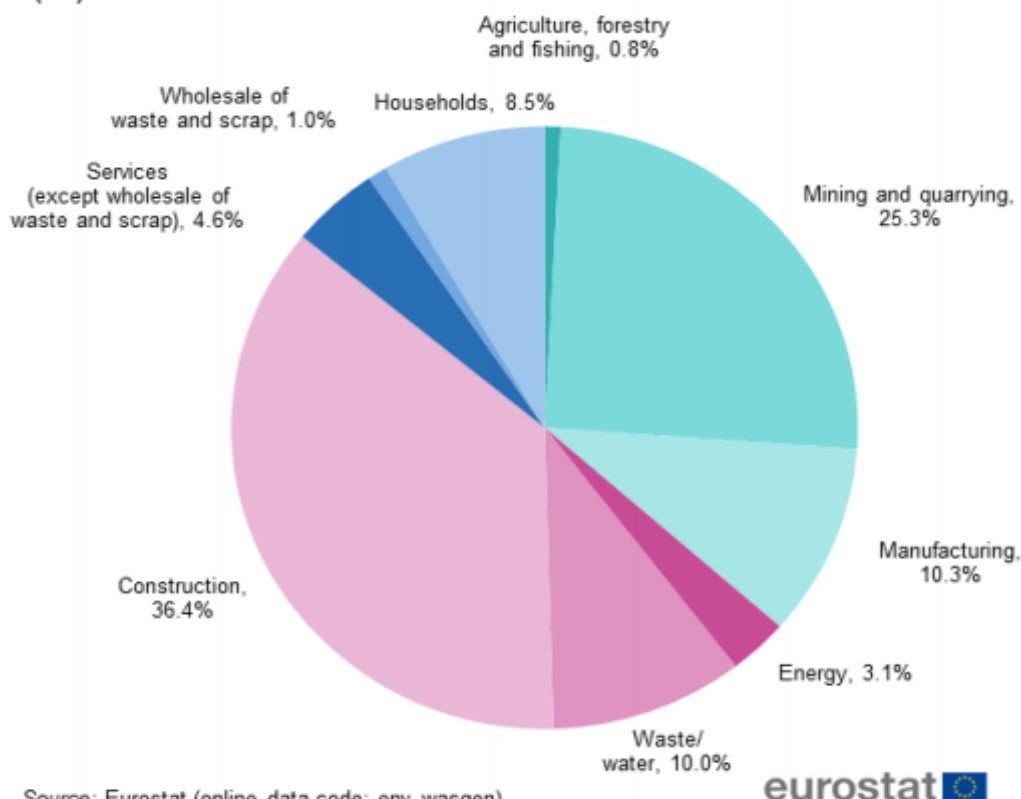
eurostat 

Πίνακας 13: Πίνακας παραγωγής αποβλήτων κατά το έτος 2016. Πηγή: Κατασκευές με φιλικά προς το περιβάλλον υλικά, Λυμπεροπούλου Μαρία Άννα, Καφεντζή Χριστιάνα, Ιούνιος 2020<sup>11</sup>

Το ποσοστό του μεριδίου των οικονομικών δραστηριοτήτων και των νοικοκυριών στην παραγωγή των αποβλήτων εκφράζεται από το παρακάτω διάγραμμα.

## Waste generation by economic activities and households, EU-28, 2016

(%)



Εικόνα 36: Διάγραμμα κατανομής αποβλήτων ανά δραστηριότητα. Πηγή: Κατασκευές με φιλικό προς το περιβάλλον υλικό, Λυμπεροπούλου Μαρία Άννα, Καφεντζή Χριστιάνα, Ιούνιος 2020<sup>11</sup>

Πιο συγκεκριμένα, ο κατασκευαστικός τομέας υπερσχύει με ποσοστό 36,4% του συνόλου κατά το έτος 2016 σε 28 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ακολουθούν τα λατομεία και τα ορυχεία με 25,3%, η μεταποίηση με 10,3%, οι υπηρεσίες αποβλήτων και υδάτων με 10% και τέλος τα νοικοκυριά με 8,5%. Περισεύει ένα ποσοστό της τάξης του 9,5% το οποίο αφορά απόβλητα διαφόρων υπηρεσιών και του ενεργειακού τομέα.

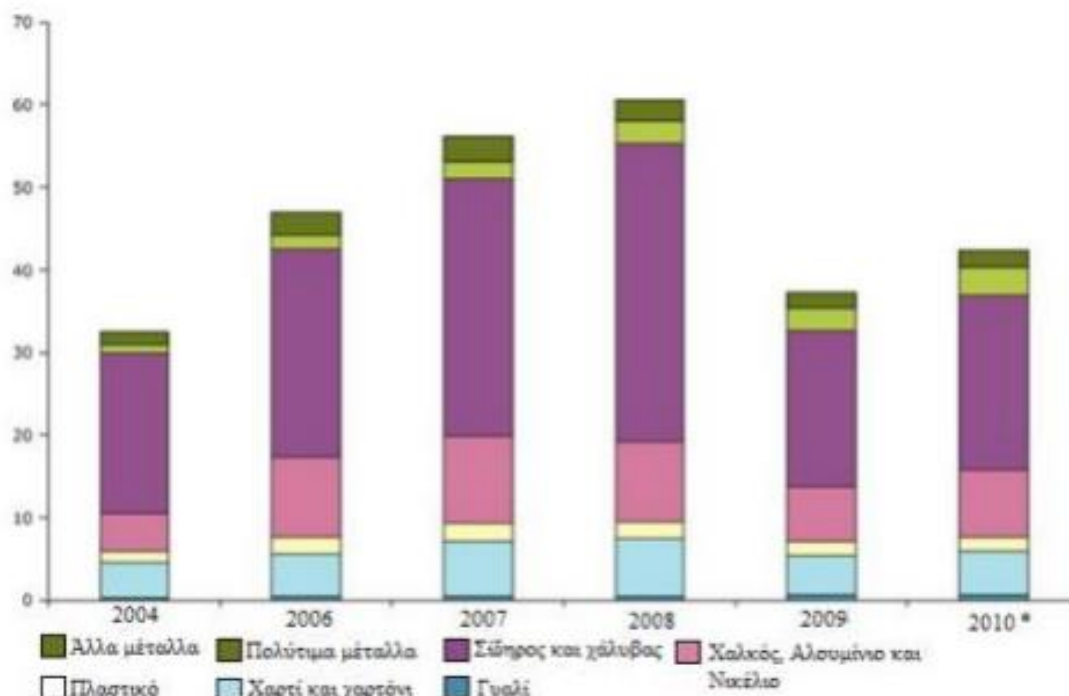
Με την χρήση φιλικών υλικών προς το περιβάλλον και με τον αντίστοιχο σχεδιασμό κτιρίων, εκτός της μείωσης των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα σε ποσοστό 15-20%, μπορεί να δημιουργήσει το λιγότερο 250000-300000 καινούργιες θέσεις εργασίας σε βάθος δεκαετίας, γεγονός το οποίο θα συμβάλει στη καλύτερη ανάπτυξη της οικονομίας. Η ενσωμάτωση της οικολογικής σχεδίασης, της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης δομικών υλικών στον κατασκευαστικό τομέα είναι δραστηριότητες που συμβάλλουν θετικά στο περιβάλλον και στην οικονομία άρα κατά συνέπεια και της κοινωνίας γενικότερα. Αυτό το γεγονός αποκαλύπτει καινούργιες δυνατότητες στον επιχειρησιακό τομέα, αλλά και προοπτικές τόσο για την Ελλάδα, όσο και για άλλα κράτη να αναπτύξουν τις

οικονομίες τους και ταυτόχρονα την βιωσιμότητα των κτιρίων σε συνδυασμό με το περιβάλλον και την προστασία τους.

Εκτός από την μείωση των ρύπων και την εξοικονόμηση ενέργειας η κατασκευή ή η ανακαίνιση κτιρίων είναι ικανή να συμβάλει εξίσου και στην εξυγίανση της οικονομίας του δημοσίου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι με ανακαινίσεις ενός εκατομμυρίου κατοικιών των 75 τμ που θα κοστίζουν 100 ευρώ ανά τμ με εξοικονόμηση ενέργειας 5 ευρώ/τμ/έτος, η δημόσια οικονομία ενισχύεται κατά 7,5 δις ευρώ. Επίσης, με την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων τα οποία θα πωλούν ρεύμα στο δίκτυο, θα εξοικονομούν ενέργεια κυρίως κατά την καλοκαιρινή περίοδο εξαιτίας της μείωσης ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ θα αυξάνουν τον τζίρο της οικονομίας, διότι 500000 μονάδες φωτοβολταϊκών των 10000 ευρώ είναι 5 δις ευρώ κέρδος για την οικονομία.

Επιπλέον, εξίσου σημαντικό όφελος μπορεί να προσφέρει και ένα σύστημα ανακύκλωσης δομικών υλικών, αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων. Μέσω ενός συστήματος ανακύκλωσης, έχει οικονομικό όφελος ο φορέας που είναι υπεύθυνος για την συλλογή και την μεταφορά των υλικών προς την ανακύκλωση, καθώς επίσης και ο φορέας που είναι υπεύθυνος για την ανακύκλωση και την επεξεργασία των υλικών, αλλά και η αγορά στην οποία διατίθενται τα καινούργια ανακυκλωμένα υλικά. Το κέρδος αυτό προκύπτει καθώς οι πρώτες ύλες των δομικών υλικών έχουν σημαντικό κόστος το οποίο προέρχεται από την επεξεργασία και την μεταφορά τους, το οποίο με την ανακύκλωση έχει πληρωθεί από τον προμηθευτή και στο τέλος πληρώνεται επίσης και από τον τελικό καταναλωτή. Τα ανακυκλωμένα δομικά υλικά έχουν μικρότερη ανάγκη επεξεργασίας με συνέπεια να επιστρέφουν στην αγορά με φθηνότερη τιμή, ενώ εξίσου σημαντικό είναι ότι το κόστος το οποίο μειώνεται μέσω του συστήματος ανακύκλωσης είναι και αυτό της διάθεσης των αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων, αλλά και δομικών υλικών σε χώρους ταφής, το οποίο περιλαμβάνει τη μεταφορά τους και τα περιβαλλοντικά τέλη στο κράτος.

Πιο συγκεκριμένα, στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα οικονομικά στοιχεία των δραστηριοτήτων ανακύκλωσης αναλόγως το υλικό του για το χρονικό διάστημα 2004-2010.



Εικόνα 37: Διάγραμμα οικονομικών δραστηριοτήτων ανακύκλωσης. Πηγή: Κατασκευές με φιλικά προς το περιβάλλον υλικά, Λυμπεροπούλου Μαρία Άννα, Καφεντζή Χριστιάνα, Ιούνιος 2020<sup>11</sup>

Η οικονομική αξία των δομικών υλικών και αποβλήτων που απορρίπτονται σε χώρους ταφής τύπου ΧΥΤΑ της Ευρώπης υπολογίζεται περίπου στα 5,25 δις ευρώ ετησίως. Την χρονική περίοδο 2004-2008 όπως φαίνεται από το διάγραμμα ο κύκλος των εργασιών ανακύκλωσης των υλικών όπως ο σίδηρος και ο χάλυβας, όπου πρόκειται για τα πιο σημαντικά υλικά, διπλασιάζεται από τα 33 δις ευρώ στα 64 δις ευρώ και μετά παρατηρείται μείωση εξαιτίας της οικονομικής κρίσης το 2009 στα 37,9 δις ευρώ. Όμως η παραπάνω εικόνα δεν περιλαμβάνει όλες τις διαδικασίες και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται κατά την ανακύκλωση αυτών των υλικών με αποτέλεσμα να μην απεικονίζεται η πραγματική οικονομική αξία όπως θα έπρεπε.

Μερικά από τα δομικά υλικά, είτε αδρανή είτε μη αδρανή, παρουσιάζουν μεγάλη αξία με αποτέλεσμα να εξυπηρετεί για οικονομικούς λόγους η αγορά των ανακυκλωμένων αντίστοιχων υλικών. Πιο συγκεκριμένα, τα μη αδρανή υλικά είναι προτιμότερο να κατατάσσονται αναλόγως της οικονομικής τους αξίας. Η πώληση των ανακυκλωμένων μετάλλων, όπως είναι ο σίδηρος, το αλουμίνιο, ο χάλυβας και ο χαλκός, παρουσιάζει ιδιαίτερη αξία, ενώ ανάλογη ζήτηση έχουν υλικά όπως τούβλα και πλακάκια, με το χαρτί, τα πλαστικά, το γυαλί και τα αδρανή υλικά να ακολουθούν.

Τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά προκύπτουν από κατεδαφίσεις και απόβλητα κατασκευών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κατασκευαστικά έργα καθώς η αξία τους είναι εξίσου σημαντική και η διαλογή τους αλλά και η επεξεργασία τους έχει χαμηλό κόστος. Παρ'όλα αυτά, η χρήση των ανακυκλωμένων υλικών είναι



άμεσα εξαρτώμενη και από την περιοχή των έργων και από την διάθεση των λατομείων, καθώς πρόκειται για παράγοντες που επηρεάζουν την τελική τιμή. Επίσης, τα τέλη διάθεσης σε χώρους ταφής των πόλεων αλλά και η έλλειψη των χώρων ταφής διαμορφώνουν τις τιμές παραγωγής, επεξεργασίας και αγοράς των ανακυκλώσιμων υλικών από χώρα σε χώρα. Γενικώς, υπολογίζεται πως στην Ευρώπη για τα ανακυκλώσιμα αδρανή υλικά του σκυροδέματος οι τιμές για την αγορά τους κυμαίνονται από τα 3-12 ευρώ ανά τόνο, ενώ για την παραγωγή τους ή την επεξεργασία τους οι τιμές κυμαίνονται από 2-10 ευρώ ανά τόνο, με αποτέλεσμα να υπάρχει οικονομικό όφελος.

Στην Ελλάδα εξαιτίας της οικονομικής κατάστασης αλλά και του φυσικού τοπίου της η διάθεση των πρωτογενών υλικών είναι κοστίζει λιγότερο και είναι πιο εύκολη σε σχέση με τα ανακυκλωμένα αδρανή υλικά. Έτσι, η ανακύκλωση των υλικών και αποβλήτων κατασκευών και κατεδαφίσεων καθίσταται μη οικονομική λύση για την χώρα, ενώ για τα μέταλλα ισχύει το αντίθετο, διότι η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίησή τους καθίσταται κερδοφόρα για το κράτος.

## **Κεφάλαιο 6**

### **6.1 Συμπεράσματα**

Όπως αναφέρθηκε και στην αρχή της εργασίας, η κλιματική αλλαγή σαν όρος έρχεται πολλές φορές στο προσκήνιο πολλών συζητήσεων, ειδικότερα σε συζητήσεις που αφορούν την αστική δόμηση και την πράσινη ανακαίνιση. Σύμφωνα και με τα όσα αναλύθηκαν παραπάνω η ανάγκη αλλαγής της φιλοσοφίας και της νοοτροπίας ολόκληρου του κοινωνικού συνόλου, με στόχο να λαμβάνεται υπόψιν και ο παράγοντας του περιβάλλοντος του πλανήτη.

Η αύξηση της οικοδομικής δραστηριότητας θα πρέπει να θεωρείται κάτι παραπάνω από δεδομένη. Αυτό το συμπέρασμα μας οδηγεί στην ανάγκη δημιουργίας ενός οικολογικού πλαισίου που θα προστατεύει τόσο τους ίδιους τους χρήστες, όσο και τις μελλοντικές γενιές. Αυτό το πλαίσιο θα πρέπει να περιλαμβάνει εξίσου την εξοικονόμηση ενέργειας και την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των πρώτων υλών. Επίσης, λόγω της ιδιομορφίας της χώρας μας, θα πρέπει οι κατασκευές να προσανατολιστούν στον βιοκλιματικό σχεδιασμό, προκειμένου να γίνει εκμετάλλευση των κλιματολογικών συνθηκών, με τελικό στόχο την περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων.

Άλλωστε, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, ο κτιριακός τομέας αντιπροσωπεύει έως και το 40% της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας. Επίσης, είναι εξίσου υπεύθυνος για το 20-25% των αποβλήτων που απορρίπτονται, όπως επίσης και για το 5-12% της συνολικής κατανάλωσης νερού. Ένα κτίριο που έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τα πράσινα πρότυπα μπορεί να πετύχει μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης κατά 30%, των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα κατά 35%, της κατανάλωσης νερού κατά 30-50% και των εξόδων που αφορούν τα απόβλητα κατά 50-90%.

Καθίσταται λοιπόν σαφές πως εφαρμόζοντας οικολογικές πρακτικές στην κατασκευή και στην λειτουργία των κτιρίων είναι εφικτό να δημιουργηθούν περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη τα οποία θα αλλάξουν την ζωή των χρηστών των κτιρίων. Άλλωστε, ο σύγχρονος άνθρωπος περνά το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας μέσα σε κτίρια, οπότε είναι λογικό και αναγκαίο τα κτίρια τα οποία κατασκευάζει και χρησιμοποιεί να σέβονται τόσο την υγεία του, όσο και το περιβάλλον όπου φιλοξενούνται.

## 6.2 Πηγές

- Ζαννετοπούλου Φωτεινή, «Παρακολούθηση της Αστικής Βιωσιμότητας μέσω των Περιβαλλοντικών Δεικτών»
- Ρέτσας Κωνσταντίνος-Παναγιώτης “ΠΡΟΤΑΣΗ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΑΥΘΑΙΡΕΤΗΣ ΔΟΜΗΣΗΣ ”, Αθήνα 2014
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε οικιστικά σύνολα ΚΑΠΕ 2011
- Κωνσταντοπούλου Φούλα, Green Building, Πειραιάς Σεπτέμβριος 2015
- Δασκαλάκη Μαρία, ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΟ ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ, Χανιά 2020
- Νιότης Νίκος, Βασικές αρχές και πλεονεκτήματα ενός βιοκλιματικού σπιτιού, ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011
- Γεώργιος Ζουμπουρλής & Σωτήρης Ετμετζόγλου, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
- Σωτηρία Αντωνοπούλου, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΕ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ, Αθήνα 2009
- Ελένη Βασιλικού & Ιωάννα Κάγια, Το Σπίτι του Μέλλοντος, Αθήνα 2013
- Φίλιππος Παπαδόπουλος, «Η Οικολογική Αποτύπωση των Δομικών Υλικών σε συνδυασμό με την Περιβαλλοντική-Οικολογική Μηχανική και τη Πράσινη Χημεία. Μελέτη εφαρμογής σε Προκατασκευασμένα σπίτια.», ΑΙΓΑΛΕΩ 2011
- Διεπιστημονική Φροντίδα Υγείας (2012) Τόμος 4, Τεύχος 2, 43-48 Ηλιάδου Ε., Παπαχατζής Α., Κοτρώτσιου Στ.
- Παναγιώτα Αναστασίου, «Η ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ»
- Χριστίνα Βασιλειάδου ΠΡΑΣΙΝΗ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ Φεβρουάριος, 2016
- Σύγκριση των Κατασκευών Light Steel Frame με Προκάτ, Σύμμικτα και Συμβατικές Κατασκευές από Σκυρόδεμα [https://sts.gr/proionta-  
ipioriesies/%ce%bf%ce%b9%ce%ba%ce%bf%ce%b4%ce%bf%ce%bc%ce%b9%ce%ba%ce%ac-  
%ce%ba%cf%84%ce%b9%cf%81%ce%b9%ce%b1%ce%ba%ce%ac/%ce%bc%ce%b5%ce%bb%ce%ad%cf%84%ce%b5%cf%82-  
%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%ba%ce%b1%ce%b9%ce%bd%ce%af%cf%83%ce%b5%ce%b9%cf%82-  
%ce%bf%ce%b9%ce%ba%ce%bf%ce%bb%ce%bf%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%ad%cf%82-  
%ce%ba%ce%b1/%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%ba%ce%b5%cf%85%ce%ad%cf%82/%ce%bc%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%ac-  
%ce%ba%cf%84%ce%af%cf%81%ce%b9%ce%b1-](https://sts.gr/proionta-ipioriesies/%ce%bf%ce%b9%ce%ba%ce%bf%ce%b4%ce%bf%ce%bc%ce%b9%ce%ba%ce%ac-%ce%ba%cf%84%ce%b9%cf%81%ce%b9%ce%b1%ce%ba%ce%ac/%ce%bc%ce%b5%ce%bb%ce%ad%cf%84%ce%b5%cf%82-%ce%b1%ce%bd%ce%b1%ce%ba%ce%b1%ce%b9%ce%bd%ce%af%cf%83%ce%b5%ce%b9%cf%82-%ce%bf%ce%b9%ce%ba%ce%bf%ce%bb%ce%bf%ce%b3%ce%b9%ce%ba%ce%ad%cf%82-%ce%ba%ce%b1/%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%ba%ce%b5%cf%85%ce%ad%cf%82/%ce%bc%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%ac-%ce%ba%cf%84%ce%af%cf%81%ce%b9%ce%b1-)

[%ce%bc%ce%b5%cf%84%ce%b1%ce%bb%ce%bb%ce%b9%ce%ba%ce%ac-%cf%83%cf%80%ce%af%cf%84%ce%b9%ce%b1-%ce%bc%ce%b5/%cf%83%cf%8d%ce%b3%ce%ba%cf%81%ce%b9%cf%83%ce%b7-%cf%84%cf%89%ce%bd-%ce%ba%ce%b1%cf%84%ce%b1%cf%83%ce%ba%ce%b5%cf%85%cf%8e%ce%bd-light-steel-frame-%ce%bc%ce%b5-%cf%80%cf%81%ce%bf%ce%ba%ce%ac%cf%84/](#)

- Προς μια θεματική στρατηγική για το αστικό περιβάλλον ΑΝΑΚΟΙΝΩΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ ΣΤΟ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟ, ΣΤΟ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟ, ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΩΝ Βρυξέλλες 11/02/2004
- International Energy Agency 2010
- Αλαβέρας, Π., Παπααρχίου Ε., Μέθοδοι για τον προσδιορισμό της ποσότητας κατασκευαστικών και οικοδομικών απορριμμάτων στην Ελλάδα. Πρακτικά Διεθνούς Συνεδρίου HELECO '99, «Τεχνολογία περιβάλλοντος για τον 21ο αιώνα», Τόμος 1- Στερεά απόβλητα, Θεσ/νίκη, Ιούνιος 1999
- Γιαμά, Ε. Δημοσίευση 11/06/2015, Περιβαλλοντική Πιστοποίηση Κτιρίων. Κτίριο και Ενέργεια. Εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών. ΑΠΘ
- Ελένη Αραμπατζή, Αξιοποίηση βιομηχανικών παραπροϊόντων και ανακυκλωμένων υλικών στο σκυρόδεμα, Βόλος 2015
- Παπαδάκης, Ε. (2009). Χρήση Βιομηχανικών Παραπροϊόντων και Τεχνικών για Μείωση του Περιβαλλοντικού Κόστους των Κατασκευών. Πρακτικά 2ου Πανελληνίου Συνεδρίου για την Αξιοποίηση των Βιομηχανικών Παραπροϊόντων στη Δόμηση, ΕΒΠΙΑΡ, Αιανή Κοζάνης, 1-3 Ιουνίου 2009
- Άννα Μαρία Λυμπεροπούλου, Χριστιάννα Καφετζή, "ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΦΙΛΙΚΑ ΠΡΟΣ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΥΛΙΚΑ", ΙΟΥΝΙΟΣ 2020
- Ν. Μουσιόπουλος, Ε. Ιακώβου, Α. Παπαδόπουλος, Χ. Αχίλλας, Δ. Αηδόνης, Δ. Αναστασέλος, Γ. Μπανιάς, Αξιοποίηση Αποβλήτων Εκσκαφών Κατασκευών και Κατεδαφίσεων