

*ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
Τ.Ε.*



Τίτλος:

**ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ
ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ**

Πτυχιακή εργασία:

Γεώργιου Ζουμπουρλή & Σωτήρη Ετμεκτζόγλου

*Επιβλέπων: Δρ Γεώργιος Μαγείρου, Πολιτικός
Μηχανικός ΕΜΠ*

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία επιχειρούμε να διερευνήσουμε την κατασκευή μιας μονοκατοικίας με βιοκλιματικά χαρακτηριστικά.

Η δομή της παρούσας εργασίας έχει ως εξής:

Στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζουμε τις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού με σκοπό ο αναγνώστης να κατανοήσει τις έννοιες που εξετάζουμε στην συνέχεια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύουμε τα χαρακτηριστικά του βιοκλιματικού σχεδιασμού όσο αναφορά την δόμηση της κατοικίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο κάνουμε μια μικρή αναφορά στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες μπορούν να ενταχθούν στον βιοκλιματικό σχεδιασμό μιας κατοικίας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα χαρακτηριστικά της μονοκατοικίας που προτείνουμε να κατασκευαστεί με βάση τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενώ στα παραρτήματα της εργασίας παρουσιάζονται τα αναλυτικά σχέδια της κατοικίας.

Abstract

In this study we are trying to investigate the construction of a house with bioclimatic characteristics.

The structure of this paper is as follows:

In the first chapter we examine the basic principles of bioclimatic design in order for the reader to understand the concepts discussed in the following sections.

In the second chapter we analyze the characteristics of bioclimatic design as a reference to construct the residence.

In the third chapter we make a brief reference to renewable energy recourses which can be integrated into the design of a bioclimatic house.

In the fourth chapter we present the features of the house that we propose to build on the principles of bioclimatic design while in the appendices we present the detailed drawings of the work.

Περιεχόμενα

Περίληψη	2
Abstract	3
Εισαγωγή	6
Κεφάλαιο 1ο – Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική	8
1.1 Βασικές αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.....	8
1.2 Σκοπός οικολογικής δόμησης	9
1.3 Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού	10
1.4 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια	15
1.4.1 Περιβαλλοντικοί και προσωπικοί παράγοντες θερμικής άνεσης.....	17
Κεφάλαιο 2ο – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κατοικιών	19
2.1 Βιοκλιματική δόμηση	19
2.2 Ενεργητικά και Παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας	22
2.2.1 Παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας	22
2.2.2 Ενεργητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας	27
2.3 Συστήματα φυσικού σκιασμού, αερισμού και δροσισμού.....	28
2.4 Οργάνωση εσωτερικού χώρου	31
2.5 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο.....	32
2.6 Μέγεθος ανοιγμάτων	35
2.7 Οικολογικά Υλικά δόμησης	36
2.7.1 Δομικά υλικά βιοκλιματικών κατασκευών	37
2.8 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά	38
2.9 Οικολογικά κονιάματα	39
2.10 Ξύλινες στέγες και Κεραμίδια	40
Κεφάλαιο 3ο – Βιοκλιματικός σχεδιασμός με ενσωμάτωση ΑΠΕ	43
3.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία.....	43
3.2 Γεωθερμία	46
3.3 Οικιακές Ανεμογεννήτριες.....	48
3.4 Ενεργειακά Τζάκια	50
3.5 Πράσινες Ταράτσες	51
Κεφάλαιο 4ο – Κατασκευή μονοκατοικίας με βιοκλιματικό σχεδιασμό	53
4.1 Γενικά	53
4.2 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της κατοικίας.....	54

4.2.1 Προσανατολισμός.....	54
4.2.2 Στέγη	54
4.2.3 Διάταξη χώρων και κατασκευαστικά στοιχεία	55
4.2.4 Περιβάλλον χώρος και υλικά δόμησης.....	56
4.3 Μέθοδοι κατασκευής από πέτρα.....	57
4.3.1 Ξηρά δόμηση	57
4.3.2 Με συνδετικό κονίαμα.....	57
4.3.3 Με πέτρες	58
4.4 Τεχνική Έκθεση	59
4.4.1. Περιοχή Κατασκευής	59
Γενικά στοιχεία για την Περιοχή.....	59
ΦΑΣΗ Α'.....	61
ΦΑΣΗ Β'.....	62
ΦΑΣΗ Γ'	63
ΦΑΣΗ Δ'.....	64
Συμπεράσματα	65
5. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	67
ΚΑΤΟΨΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1.....	67
Κάτοψη Κατοικίας -Φωτισμός-Αερισμός - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1	68
Κάτοψη Κατοικίας -Φωτισμός-Αερισμός - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2	69
Κάτοψη Κατοικίας - Διαμόρφωση Περιβάλλοντα χώρου	70
ΟΨΗ Α.....	71
ΟΨΗ Β.....	72
ΟΨΗ Γ	73
ΟΨΗ Δ.....	74
ΤΟΜΗ Α-Α	75
ΤΟΜΗ Β-Β.....	76
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1.....	77
ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2.....	77
Βιβλιογραφία.....	78
Πηγές από το Internet.....	79

Εισαγωγή

Τα κτίρια και οι κατοικίες είναι το βασικό και αναπόσπαστο κομμάτι του περιβάλλοντα χώρου. Η κατανάλωση ενέργειας που βασίζεται στο πετρέλαιο, το φυσικό αέριο αλλά και του λιγνίτη για την παραγωγή ρεύματος είναι τεράστια. Η προοπτική της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας με την συνεπαγωγή της μείωσης των περιβαλλοντικών συνεπειών είναι επιβεβλημένη και σε αυτό, θεωρείται πολύ σημαντική η υιοθέτηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων. Ήδη το Σύμφωνο των Δημάρχων (Covenant of Mayors) παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην προσπάθεια αυτή, της μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας κλίμα και το περιβάλλον έχουν επιβαρυνθεί και έχουν αλλάξει κατά πολύ τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστικά, τα τελευταία χρόνια έχουν σημειωθεί οι 11 θερμότερες χρονιές από το 1880 που έχει ξεκινήσει να μετριέται η παγκόσμια θερμοκρασία.

Η αύξηση της θερμοκρασίας έχει σαν αποτέλεσμα το λιώσιμο των πάγων στους πόλους με συνέπεια την αύξηση της επιφάνειας της θάλασσας.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική εκφράζει την ισορροπία ενός συστήματος το οποία αποτελείται από τα εξής χαρακτηριστικά:

- Αρχιτεκτονική
- Κλίμα
- Περιβάλλον

Μέσα σε αυτό το σύστημα ο ρόλος της αρχιτεκτονικής δημιουργίας είναι να πλουτίζει το περιβάλλον, με την έννοια ότι εντάσσεται αρμονικά σε αυτό αξιοποιώντας παράλληλα τα φυσικά διαθέσιμα. Εύκολα γίνεται αντιληπτή, συνεπώς, η ανάγκη ενσωμάτωσης του βιοκλιματικού σχεδιασμού στον κτιριακό τομέα. Ο κτιριακός τομέας αποτελεί μια δυνατή αγορά παγκοσμίως, αφού ο κύκλος εργασιών του τομέα των κατασκευών αντιπροσωπεύει το 10% της παγκόσμιας οικονομίας, το 50% των παγκόσμιων επενδύσεων και ταυτόχρονα το 7% της αγοράς εργασίας.

Επιπλέον, ευθύνεται για ένα μεγάλο ποσοστό σε ότι αφορά τις εκπομπές αέριων ρύπων και την κατανάλωση φυσικών πόρων (Κεσίδου 2009).

Για το σκοπό αυτό, η Ε.Ε. θεσμοθέτησε την οδηγία 2002/91/ΕΚ για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και η Ελλάδα προσφάτως συνέταξε τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ). Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελεί μια από τις στρατηγικές που οδηγούν στην επίτευξη ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων, συμβάλλοντας στην αξιοποίηση των ΑΠΕ, στην ορθολογική χρήση της ενέργειας και των υλικών. Κατά συνέπεια, μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους που τίθενται από την αντίστοιχη κοινοτική οδηγία, καθώς και από την εθνική νομοθεσία.

Επομένως, τα οφέλη του βιοκλιματικού και γενικότερα, του ενεργειακού σχεδιασμού κτιρίων είναι ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική - οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης - ψύξης -αερισμού – φωτισμού), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου) και κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

Κεφάλαιο 1ο – Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική

1.1 Βασικές αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική τα πρώτα χρόνια της εμφάνισής της επικρίθηκε, αμφισβητήθηκε και πολλές φορές απορρίφθηκε από πολλούς αρχιτέκτονες. Τα πράγματα όμως στις μέρες μας έχουν διαφοροποιηθεί πολύ, καθώς πολλοί από τους παλιούς πολέμιους της είναι σήμερα ένθερμοι υποστηρικτές της, ενώ παράλληλα προστέθηκαν και νέοι επιστήμονες που υποστήριξαν την τάση αυτή. Επιπλέον πολλοί μελετητές μέσα από έρευνες και μελέτες συνέχισαν τη γνώση και μετέδωσαν τα κατάλληλα εργαλεία στους ειδικούς για να πετύχουν τον καλύτερο σχεδιασμό των κτιρίων.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1980 ως νέα τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα. Με τον όρο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτιρίων και οικισμών που στοχεύουν στην προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα. Το μικροκλίμα, το μεσοκλίμα και το μακροκλίμα καθορίζουν το φωτισμό, τον αερισμό, το σχεδιασμό και την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων. Συγκεκριμένα, το μακροκλίμα είναι μορφοποιημένο από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Το μεσοκλίμα χαρακτηρίζεται από την επίδραση της τοπογραφίας της περιοχής, της βλάστησης και της φύσης της περιοχής. Τέλος, το μικροκλίμα είναι δημιούργημα της ανθρώπινης επέμβασης, η οποία αλλάζει άμεσα το δομημένο περιβάλλον. (Νιώτης, 2011)

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κτιρίων και χώρων με βάση το τοπικό κλίμα με τελικό σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές. (Αντωνοπούλου, 2009)

Η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα εύρη φάσμα

παραμέτρων όπως ο προσανατολισμός, η κατάλληλη επιλογή των ανοιγμάτων, η μελέτη του κελύφους αλλά και η ορθή επιλογή των υλικών.

Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι περιορισμένη. Με χαμηλό κόστος και με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες, οι απώλειες στη θέρμανση μπορούν να μειωθούν, τα κτίρια μπορούν να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να βελτιωθούν και να μειωθεί ο θόρυβος. Όλα τα παραπάνω συνδέονται με το Βιοκλιματικό Σχεδιασμό και συμβάλλουν στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής χωρίς να αποτελούν απειλή για τις επόμενες γενιές. (Νιώτης, 2011)

1.2 Σκοπός οικολογικής δόμησης

Βασικός σκοπός της οικολογικής δόμησης είναι η προσαρμογή του κτιρίου στα κλιματικά και εν γένει περιβαλλοντικά δεδομένα, ώστε να εξασφαλιστεί ικανοποιητική ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος με τη μικρότερη δαπάνη ενέργειας, χωρίς όμως να στερηθούν οι ένοικοι την άνεση και την λειτουργικότητα των σπιτιών τους. Στοχεύει στην αξιοποίηση όλων των θετικών παραμέτρων που μπορεί να λάβει υπόψη όπως είναι:

- Η μελέτη του μικροκλίματος μιας περιοχής
- Η θέση του κτιρίου
- Ο προσανατολισμός του κτιρίου
- Ο φυσικός φωτισμός του κτιρίου
- Η χρήση οικοδομικών υλικών φιλικά προς το περιβάλλον

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού και της εξοικονόμησης ενέργειας βασίζονται στα παρακάτω:

- Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.

- Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες.
- Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες.
- Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα
- Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- . Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές. (Αντωνοπούλου,2009)

Εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων που οδηγεί στη μείωση των απωλειών, δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κάτι που προκαλεί τη μείωση των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση καταφέροντας έτσι να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου οικονομικότερα και χωρίς μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις.

1.3 Παράγοντες βιοκλιματικού σχεδιασμού

Κατά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό μιας κατοικίας θα πρέπει τα κύρια ανοίγματα και η κύρια όψη να είναι προσανατολισμένα προς τον νότο ενώ στον

βορρά θα πρέπει να έχουμε μικρά ανοίγματα και συμπαγείς τοίχους. Τα ανοίγματα θα πρέπει να σχεδιάζονται με τέτοιο τρόπο για να προσφέρουν διαμπερή αερισμό.

Η εκμετάλλευση του εδάφους είναι άλλος ένας παράγοντας του βιοκλιματικού σχεδιασμού ενώ ο περιβάλλον χώρος μπορεί να προσφέρει ηλιοπροστασία ,σκιασμό αλλά και προστασία από τους ανέμους βελτιώνοντας το μικροκλίμα γύρω από την κατοικία.

Η νότια πλευρά της κατοικίας είναι προσανατολισμένη έτσι ώστε να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση και η βόρεια πλευρά για προστασία από ψυχρούς ανέμους. (Ανεμοδούρα και Χριστακοπούλου,2008)

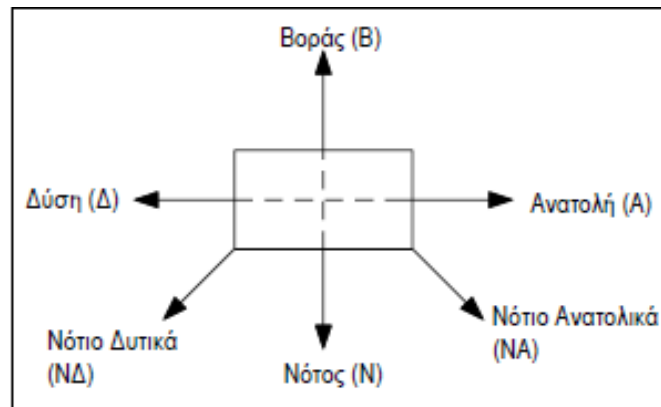
Σημαντικό ρόλο επίσης σε ένα βιοκλιματικό κτίριο παίζει το χρώμα του. Τα σκούρα χρώματα εξωτερικά έχουν την τάση να απορροφούν ενέργεια, την οποία μεταδίδουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν ένα μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο περιβάλλον και βοηθούν στην αποφυγή υπερθέρμανσης του κτιρίου.

Η σωστή μόνωση είναι ο καλύτερος τρόπος για να διασφαλιστούν η μείωση των θερμικών απωλειών τον χειμώνα και η αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Για να αποφευχθεί η υπερβολική ζέστη μέσα στο κτίριο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, φροντίζουμε τον κατάλληλο σκιασμό του με πέργκολες, σκιάστρα, αλλά και φύτευση φυλλοβόλων δέντρων στην κατάλληλη θέση. Τέλος ένα βιοκλιματικό σπίτι δεν έχει να κάνει μόνο με πολύπλοκα συστήματα ψύξης-θέρμανσης ,αλλά με μία γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Η αξιοποίηση της ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας μειώνει την χρήση κλιματιστικών επομένως και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.(Αντωνοπούλου,2009)

Για να λειτουργήσει ένα κτίριο ως ηλιακός συλλέκτης πρέπει να μελετηθούν οι παρακάτω παράγοντες:

- **Σχήμα-Προσανατολισμός:** Όταν το κτίριο είναι ευθυγραμμισμένο κατά τον άξονα Ανατολής-Δύσης προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το Νότο με αποτέλεσμα να συγκεντρώνει μεγαλύτερα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας τον χειμώνα. Για το μεσογειακό κλίμα, η άριστη αναλογία είναι 1:1,8. Το κτίριο κύβος δεν είναι το βέλτιστο σχήμα για οποιονδήποτε τόπο. Ενώ το επίμηκες κτίριο κατά τον άξονα Βορά- Νότου λειτουργεί περισσότερο αποτελεσματικά όλο τον χρόνο σε σχέση με το κτίριο κύβος. Ο προσανατολισμός του κτιρίου

πρέπει να εξασφαλίζει πλήρη σκίασμό το καλοκαίρι και πλήρη ηλιασμό τους χειμερινούς μήνες. Σημαντικό ρόλο παίζει και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Σε χαμηλότερα των 40ο γεωγραφικά πλάτη, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμα μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος τον χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένες, δεχόμενες 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία



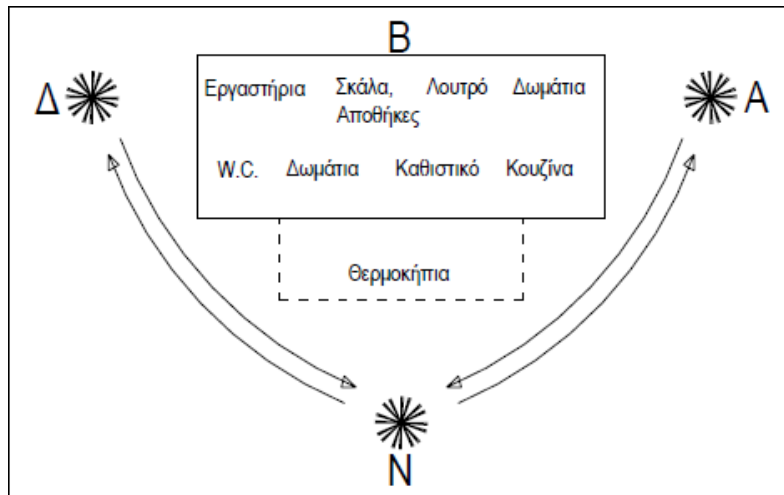
Εικόνα 1: Προσανατολισμός κτιρίου (Πέρδιος,2007)

- **Μορφή:** Ένα κτίριο πρέπει να είναι ανοιχτό όταν έχει νότιο ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του κτιρίου, και κλειστό μορφολογικά όταν έχει καλή θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους (τοιχοί, οροφή), γιατί η μείωση των θερμικών απωλειών μπορεί να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά οφέλη.
- **Χωροθέτηση:** Με την χρησιμοποίηση του κατάλληλου ηλιακού χάρτη μπορούμε να καθορίσουμε την ακριβή θέση του κτιρίου σε σχέση με τον ήλιο όχι μόνο για ένα μήνα αλλά για ολόκληρο τον χρόνο. Επιπλέον, προσδιορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος για την συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκίασμός του οικοπέδου καθώς και ο ελεύθερος χώρος όπου ο ήλιος ανεμπόδιστος θα χρησιμοποιείται από το κτίριο. Ο επαρκής ηλιασμός το χειμώνα τις ώρες 9.00 πμ. έως 15.00 μμ. προσφέρει στο κτίριο την απαραίτητη ηλιακή ενέργεια για την λειτουργία του.

- **Σχέση (χωροθέτηση) με άλλα κτίρια:** Τα κτίρια που βρίσκονται στο τέλος ή στην αρχή μίας σειράς κτιρίων, επειδή έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες σε σχέση με τα υπόλοιπα κτίρια, που έχουν μικρότερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα κτίρια αυτά που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από το κτίρια με πυλωτή. Οι απώλειες αυτές αντισταθμίζονται με τη βελτίωση της θερμομόνωσης ή με την χρήση ανοιγμάτων στο Νότο.
- **Ανοίγματα:** Τα νότια ανοίγματα εμφανίζουν πολλά πλεονεκτήματα όπως:
 - Επιτυγχάνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου.
 - Εξασφαλίζουν μεγάλα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και μικρά το καλοκαίρι.
 - παρουσιάζουν μικρότερο κίνδυνο υπερθέρμανσης το καλοκαίρι σε σχέση με τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα.
 - Η ηλιοπροστασία γίνεται εύκολα με χρήση απλών οριζόντιων σκιάστρων.

Τα βόρεια ανοίγματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παροχή φυσικού φωτισμού, καθώς επιτρέπουν την είσοδο μόνο της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και όχι της άμεσης και είναι πιο χρήσιμα για τον αερισμό το καλοκαίρι. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα έχουν λιγότερα πλεονεκτήματα και θα πρέπει να γίνονται για την βελτίωση του φυσικού φωτισμού και της οπτικής άνεσης. Τέλος, προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο Νότο με διπλό τζάμι, μέτριων διαστάσεων σε Ανατολή και Δύση και μικρά ανοίγματα στον Βορά.

- **Διάταξη χώρων:** Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι η ψυχρότερη και η πιο σκοτεινή, η ανατολική και η δυτική πλευρά δέχονται περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι και λιγότερη το χειμώνα, ενώ η νότια πλευρά δέχεται περισσότερα ηλιακά φορτία το χειμώνα και λιγότερα το καλοκαίρι και είναι η πιο φωτεινή. Η καλύτερη διάταξη των χώρων στα εύκρατα μεσογειακά κλίματα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Εικόνα 2: Διάταξη χώρου (Αντωνοπούλου, 2009)

Οι κύριοι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η απεξάρτηση από το πετρέλαιο, η εξοικονόμηση χρήματος και η προστασία του περιβάλλοντος. Όσον αφορά στην απεξάρτηση από το πετρέλαιο, ειδικά μετά την ενεργειακή κρίση του 1973 έγινε αντιληπτή η εξάρτηση της καθημερινότητας των ανθρώπων από το πετρέλαιο και η στροφή των ανθρώπων προς τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και την εξοικονόμηση αυτής. Η εξοικονόμηση χρήματος, προκύπτει με τη χρησιμοποίηση αδάπανης ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων και ανέμων για τον δροσισμό καθώς η εξοικονόμηση των χρημάτων που προκύπτει είναι μεγαλύτερη από 50 % λόγω της μειωμένης κατανάλωσης σε πετρέλαιο και ηλεκτρικό ρεύμα. Αν αναλογιστούμε και την συνεχόμενη αύξηση της τιμής του πετρελαίου, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια οικονομικά συμφέρουσα λύση.

Η προστασία του περιβάλλοντος που προκύπτει μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι σημαντική καθώς κατά την κατασκευή μιας οικολογικής κατοικίας αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος όπως η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και οι άνεμοι για τον φυσικό δροσισμό, όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω κι από τη χρήση αυτών προκύπτει μειωμένη εκπομπή ρύπων και συνάμα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό της κατοικίας να προσαρμόζεται το κτίριο στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να στοχεύει στην χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και τη διατήρηση της θερμικής άνεσης. Βασική προϋπόθεση για να συμβούν αυτά είναι η χρήση της εγχώριας ενέργειας η οποία πρέπει να είναι ανανεώσιμη. (Νιώτης,2011)

1.4 Κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια

Τα σύγχρονα κτίρια έχουν αποδειχτεί ιδιαίτερα ενεργοβόρα. Ο κτιριακός τομέας, στην ΕΕ καταναλώνει το 40% της ενέργειας ενώ στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό είναι 30%. Ο άνθρωπος περνά το 80% της ζωής του μέσα στο εσωτερικό κτιρίων οπότε και η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού περιβάλλοντος έχει άμεση επίδραση και στην υγεία του. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με την επιβάρυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων με συνέπειες στην υγεία των ενοίκων. (Ροδούλα,2010)

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ειδικών συσκευών. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο με 116 Mtoe, στη συνέχεια με το πετρέλαιο 99 Mtoe, με τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe. Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των πηγών καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.(Αντωνοπούλου,2009)

Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί ένας τόνος πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων

στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0,7%. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4,6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0,55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Σύμφωνα με μελέτη του Τσίππια, η μέση ενεργειακή κατανάλωση ενός κτιρίου ανά είδος χρήσης παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

Παρατηρούμε, λοιπόν ότι για την θέρμανση των κτιρίων καταναλώνονται τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας στη χώρα. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε μια σειρά από παραμέτρους που σχετίζονται με το πλήθος των εγκαταστημένων συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού, το είδος της προστασίας των κτιρίων κατά την διάρκεια του χειμώνα και του θέρους, καθώς και στο γεγονός ότι για τον δροσισμό των χώρων χρησιμοποιείται ηλεκτρική ενέργεια με την χρήση συσκευών με συντελεστή απόδοσης κατά πολύ μεγαλύτερο της μονάδας.

Συγκεκριμένα έχει παρατηρηθεί ότι η χρήση των κλιματιστικών συσκευών επιφέρει αύξηση της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης κατά 40 kWh ανά τετραγωνικό μέτρο και έτος. Η κατανάλωση αυτή αποτελεί και την μέση ενεργειακή κατανάλωση των κλιματιστικών συσκευών στην χώρα.

Τα οφέλη του βιοκλιματικού σχεδιασμού στην ενεργειακή κατανάλωση είναι πάρα πολλά καθώς επιταχύνεται εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση, έχει οικονομικά οφέλη με την μείωση των καυσίμων καθώς και του κόστους των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης.

Η θερμική άνεση των ενοίκων είναι άλλος ένας στόχος του ενεργειακού σχεδιασμού.

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης δηλαδή το να αισθάνεται κάποιος μέσα στο σπίτι του ή όπου αλλού βρίσκεται ότι ούτε ζεσταίνεται αλλά ούτε και κρυώνει είναι φαινόμενο αρκετά σύνθετο και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες και όχι μόνο από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα. Ένα παράδειγμα από την καθημερινή μας ζωή είναι το ότι όταν καθόμαστε ακίνητοι κοντά σε ένα εξωτερικό κούφωμα «κρυώνουμε» παρόλο που η θερμοκρασία στο εσωτερικό βρίσκεται σε υψηλά επίπεδα. Αυτός είναι επίσης και ο λόγος που αποφεύγουμε να καθόμαστε σε σημεία που δεν είναι προστατευμένα από ρεύματα αέρα, όπως είναι οι μπαλκονόπορτες, οι εξωτερικοί μη μονωμένοι τοίχοι κ.α. Εάν ρυθμίσουμε την θερμοκρασία σε ακόμη

υψηλότερο επίπεδο στον εσωτερικό μας χώρο ίσως λύσουμε το πρόβλημα αλλά δεν θα έχουμε δώσει την οικονομικότερη λύση. Ένα άλλο παράδειγμα είναι όταν αισθανόμαστε να μας «χτυπά» ένα ρεύμα ζεστού αέρα που προέρχεται από ένα αερόθερμο και εμείς να κρυώνουμε παρότι η θερμοκρασία του εξερχόμενου αέρα είναι υψηλή.

1.4.1 Περιβαλλοντικοί και προσωπικοί παράγοντες θερμικής άνεσης

Οι σπουδαιότεροι παράγοντες που ευθύνονται για το αίσθημα της θερμικής άνεσης χωρίζονται σε περιβαλλοντικούς και προσωπικούς.

Οι περιβαλλοντικοί είναι:

- Η ταχύτητα του αέρα
- Η μέση εξ ακτινοβολίας θερμοκρασία
- Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- Η πίεση των υδρατμών του ατμοσφαιρικού αέρα

Οι προσωπικοί παράγοντες από την είναι:

- Η θερμοκρασία του δέρματος
- Ο ρυθμός εφίδρωσης
- Η μονωτική ικανότητα του ρουχισμού
- Ο ρυθμός μεταβολισμού του σώματος και
- Η εσωτερική θερμοκρασία του σώματος

Τα συμπεράσματα όσων αφορά την κατοικία είναι ότι όλοι οι χώροι πλην του καθιστικού δεν απαιτούν τίποτα παραπάνω από μία γενική θέρμανση. Οι αυξημένες ανάγκες των λουτρών καλύπτονται από την μελέτη θέρμανσης. Το καθιστικό όμως, λόγω πολύωρης ακινησίας σε αυτό, έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις και πρέπει να προβλέπεται συμπληρωματική θέρμανση η οποία μπορεί να έχει τη μορφή τζακιού ή ενδοδαπέδια ηλεκτρική θέρμανση. Πρωταρχικά όμως, η αρχιτεκτονική μελέτη πρέπει να καθορίσει τη θέση του καθιστικού σε ικανή απόσταση από τα κουφώματα, μακριά

από ρεύματα και σε όσο γίνεται μεγαλύτερη επαφή με εσωτερικούς τοίχους. Γενικότερα για την μόνωση σε αραιοκατοικημένες περιοχές ή χαμηλής δόμησης όπου οι κατοικίες είναι εκτεθειμένες σε βόρειους ανέμους καλό θα ήταν οι βόρειοι τοίχοι να μονώνονται καλά και τα εξωτερικά κουφώματα να είναι μικρά σε διαστάσεις.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Πέρδιο (2007) έχει καταγραφεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης 15-40% για θέρμανση και ολική κάλυψη των αναγκών σε ψύξη των κτιρίων όπου ακολουθήθηκε ο βιοκλιματικός σχεδιασμός.

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε) εκτιμήθηκε ότι η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας που μπορεί να επιτευχθεί με οικονομικά αποδοτικό κόστος είναι της τάξης του 22% της προβλεπόμενης συμβατικής κατανάλωσης.

Κεφάλαιο 2ο – Βιοκλιματικός σχεδιασμός κατοικιών

2.1 Βιοκλιματική δόμηση

Βιοκλιματική Δόμηση ορίζουμε τη διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων και οικισμών κατά την οποία ο μελετητής λαμβάνει υπόψη μια σειρά παραμέτρων, που ως στόχο έχουν την ορθολογική χρήση της ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμησή της. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το τοπικό κλίμα, ώστε να εξασφαλιστεί η οπτική και η θερμική άνεση χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, τα διάφορα φυσικά φαινόμενα του κλίματος, καθώς και άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η ηλιοφάνεια, η βλάστηση, ο άνεμος, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, αλλά και η σκίαση από άλλα κτίρια.

Τα κύρια συστήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά, που ενσωματώνονται στα κτίρια και στοχεύουν στην αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών, ώστε να εξασφαλίσουν ψύξη, θέρμανση και φυσικό φωτισμό για κτίρια.

Εφαρμόζοντας τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων που οδηγεί στη μείωση των απωλειών, δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης και ελαττώνονται οι απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους, κάτι που προκαλεί τη μείωση των αναγκών της κατοικίας σε θέρμανση καταφέροντας έτσι να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου οικονομικότερα και χωρίς μεγάλες ενεργειακές απαιτήσεις. Επιπλέον επιτυγχάνεται η μερική διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό στα ιδανικά επίπεδα, ανάλογα την εποχή, υψηλά το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι και έτσι δεν υπάρχει ανάγκη για προσάρτηση επιπλέον συστημάτων που βοηθούν στη διατήρηση των ιδανικών επιπέδων (Χεγκάζι,2009).

Τα πλεονεκτήματα της υιοθέτησης της βιοκλιματικής δόμησης και αρχιτεκτονικής μπορούν να συνοψιστούν στα ακόλουθα:

- Ενεργειακά πλεονεκτήματα από την εξοικονόμηση ενέργειας και εξασφάλιση θερμικής άνεσης
- Οικονομικά οφέλη από την εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και από το κόστος των εγκαταστάσεων
- Περιβαλλοντικά οφέλη καθώς μειώνονται οι ρύποι και οι εκπομπές CO₂

Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων μέσω της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, συμβάλλει αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα όμως θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα σκίασης και ηλιοπροστασίας ώστε να μειώνονται τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι και να ικανοποιούνται οι ανάγκες του κτιρίου για φυσικό δροσισμό.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από συγκρίσεις μεταξύ βιοκλιματικών και συμβατικών κατοικιών ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80%. Γενικότερα αυτά τα θερμικά οφέλη προκύπτουν από τη χρήση συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους.

Όσον αφορά το φυσικό δροσισμό με αερισμό σε όλες τις βιοκλιματικές κατοικίες στην Ελλάδα εφαρμόζεται, με αποτέλεσμα να επικρατούν συνθήκες θερμικής άνεσης αλλά και να διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα η εσωτερική θερμοκρασία του σπιτιού. Στις περιπτώσεις που δεν εφαρμόζεται ο φυσικός δροσισμός παρατηρούνται φαινόμενα υπερθέρμανσης και η θερμική άνεση μειώνεται σημαντικά. Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται κατά τη διάρκεια της νύχτας μέσω διαμπερών ανοιγμάτων ή ανοιγμάτων καθ' ύψος της κατοικίας (κατ' αυτή τη διαδικασία παρατηρείται το φαινόμενο φυσικού ελκυσμού που προκαλεί την εναλλαγή του αέρα ανά μια ώρα). Τα ποσοστά μείωσης των αναγκών της κατοικίας σε ψύξη λόγω φυσικού αερισμού ανέρχονται στο 75%, ενώ αν πρόκειται για βόρειες περιοχές το ποσοστό φθάνει το 100%, έτσι το κτίριο δεν έχει ανάγκη συστήματα ψύξης για τη διατήρηση της θερμικής του άνεσης. (Τσιτήρας Κ. Και Τσιτήρας Θ., 2005)

Στην Ευρώπη ο κτιριακός τομέας παράγει το 50% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, ένα από τα βασικότερα αέρια που προκαλεί κλιματικές αλλαγές και μολύνει το περιβάλλον. Η χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων συμβάλλει τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στην ενίσχυση της υιοθέτησης της τάσης του βιοκλιματικού

σχεδιασμού των κτιρίων, ο οποίος ανταποκρίνεται καλύτερα στις μεταβολές των καιρικών συνθηκών και μπορεί να βελτιώσει τον τρόπο που γίνεται η διαχείριση της ενέργειας.

Η προστασία του περιβάλλοντος που προκύπτει μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι σημαντική καθώς κατά την κατασκευή μιας οικολογικής κατοικίας αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος κι από τη χρήση αυτών, προκύπτει μειωμένη εκπομπή ρύπων και συνάμα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό της κατοικίας να προσαρμόζεται το κτίριο στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να στοχεύει στην χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και τη διατήρηση της θερμικής άνεσης . Βασική προϋπόθεση για να συμβούν αυτά είναι η χρήση της εγχώριας ενέργειας η οποία πρέπει να είναι ανανεώσιμη. (Τσιτήρας Κ. Και Τσιτήρας Θ.,2005)

Ο προσανατολισμός του κτιρίου αποτελεί ένα σύνθετο ζήτημα καθώς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το φυσικό τοπίο, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, η τοπογραφία της περιοχής και το ανάγλυφο του εδάφους, αλλά και ο κυκλοφοριακός θόρυβος .

Για τα κλιματικά δεδομένα που αφορούν στην Ελλάδα, ως καταλληλότερος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος καθώς η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή που δέχεται ο δυτικός και ο ανατολικός προσανατολισμός. Έτσι επιλέγοντας νότιο προσανατολισμό εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιασμού το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι καθώς μειώνονται οι πιθανότητες υπερθέρμανσης. Για γεωγραφικά πλάτη μικρότερα από 40ο, οι νότιες όψεις έχουν μεγαλύτερα ηλιακά οφέλη το χειμώνα ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές όψεις είναι ιδιαίτεως επιβαρημένες το καλοκαίρι (Χεγκάζι,2009).

2.2 Ενεργητικά και Παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας

2.2.1 Παθητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας

Με τον όρο παθητικά ηλιακά συστήματα εννοούμε τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για να αξιοποιηθούν οι φυσικές πηγές, όπως ο ήλιος, ο άνεμος κ.α. για τη θέρμανση, την ψύξη του κτιρίου, την παροχή φυσικού φωτισμού αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, χωρίς να παρεμβάλλονται μηχανικά μέσα. Ο τρόπος λειτουργίας τους, βασίζεται στη ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους του σπιτιού. Η χρήση τους είναι εξαιρετικά σημαντική και αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου. Μια άλλη ονομασία των παθητικών συστημάτων είναι υβριδικά συστήματα, διότι υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα χαμηλής κατανάλωσης, όπως ανεμιστήρες. Τα παθητικά συστήματα επιλέγονται κατά τέτοιο τρόπο, ουσιαστικά οι διαστάσεις που θα έχουν, με σκοπό να βελτιωθεί η θερμική άνεση εξοικονομώντας παράλληλα ενέργεια, κατά το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° δυτικά ή ανατολικά του νότου.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται, αφού πρώτα παρθούν κάποια μέτρα για την περιστολή των θερμικών απωλειών στα κτίρια, όπως ο νότιος προσανατολισμός και η ισχυρή μόνωση του κελύφους. Κάποια παραδείγματα παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι το θερμοκήπιο, ο αεριζόμενος τοίχος Trombe, το ηλιακό αίθριο, το θερμοσιφωνικό πάνελ και το άμεσο ηλιακό κέρδος από τα ανοίγματα με νότιο προσανατολισμό. Η εφαρμογή των συστημάτων αυτών είναι εύκολη, οικονομική, με συμβατικά υλικά και αρκετά οικονομικά και ενεργειακά κέρδη. Επίσης, υπάρχουν και πιο σύνθετα παθητικά συστήματα, όπως οι αεριοσυλλέκτες, οι οποίοι θέλουν ειδική μελέτη, διαστάσεις και δίκτυο σωληνώσεων και οι οποίοι ενσωματώνονται σε δάπεδα ή οροφές για μεταφορά της θερμότητας που έχει συλλεχθεί σε απομακρυσμένους χώρους του σπιτιού. Ο συνδυασμός συστημάτων, όπως τα φωτοβολταϊκά, τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τα θερμοσιφωνικά πάνελ για παροχή ζεστού νερού, αποτελούν δοκιμασμένες και αποτελεσματικές εναλλακτικές λύσεις. Η εφαρμογή τους απαιτεί ειδικές γνώσεις,

προσεγμένη κατασκευή και σωστή εκτίμηση των απαιτούμενων φορτίων. (Χεγκάζι, 2009)

Προκειμένου να λειτουργεί το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης το χειμώνα, θα πρέπει να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό, το κατάλληλο σχήμα, μεγέθη ανοιγμάτων συναρτήσει του προσανατολισμού και λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων.

Τα βασικά στοιχεία του πετυχημένου βιοκλιματικού σχεδιασμού όσον αφορά την παθητική ηλιακή θέρμανση σύμφωνα με τις Ανεμοδούρα και Χριστακοπούλου (2008) είναι:

- Η διοχέτευση του ηλιακού κέρδους όπως, όπου και όποτε το επιθυμούμε με τη χρήση κατάλληλων διατάξεων .
- Η αποθήκευση ταυτόχρονα του ηλιακού κέρδους με σκοπό να το χρησιμοποιήσουμε τις νυχτερινές ώρες.
- Η νυκτερινή απόδοση του ηλιακού κέρδους της ημέρας στον εσωτερικό χώρο και ταυτόχρονα η διατήρηση του χωρίς απώλειες.

Όσον αφορά τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους, το πιο γνωστό βασίζεται στην αξιοποίηση του προσανατολισμού και των παραθύρων. Κατάλληλος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος, κι αυτό διότι στόχος είναι η ύπαρξη ηλιακής πρόσπτωσης, υπό μικρή γωνία, στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Οι απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος είναι, η ύπαρξη μιας μεγάλης νότιας επιφάνειας με τζάμι, θερμική μάζα, η οποία μπορεί να είναι στη οροφή, στο δάπεδο ή στους τοίχους. Η έκταση και η χωρητικότητά τους πρέπει να είναι τέτοια που να εκτίθεται στο ηλιακό φως και να μπορεί να το αποθηκεύει. Σε αυτή την περίπτωση, ιδανική κατασκευαστική παρέμβαση είναι η τοποθέτηση διπλού τζαμιού σε κατακόρυφη επιφάνεια με νότιο προσανατολισμό κατά προτίμηση, ώστε να αποθηκεύει τη μέγιστη δυνατή ηλιακή ακτινοβολία, αλλά παράλληλα περιορίζοντας τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι, γι' αυτό και στο τζάμι συνίσταται η τοποθέτηση κινητής μόνωσης. (Χεγκάζι, 2009)

Η μετάδοση της θερμότητας από τη θερμική μάζα στο εσωτερικό της κατοικίας γίνεται με τρεις τρόπους.

- Με μεταφορά καθώς ο εσωτερικός αέρας της κατοικίας που γειτνιάζει με τον θερμό τοίχο θερμαίνεται και αυτός και κυκλοφορεί μέσα στον χώρο θερμαίνοντας
- Με συναγωγή από τις εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων στις εξωτερικές και από εκεί στο εσωτερικό της κατοικίας και στους διαμένοντες της
- Με ακτινοβολία από τις εσωτερικές επιφάνειες των τοίχων και της στέγης που ακτινοβολούν την θερμότητα κατευθείαν στους ένοικους της κατοικίας.

Η θερμική μάζα (βαριά υλικά, όπως πέτρα, πλάκες, μπετόν στους τοίχους και στα δάπεδα χωρίς να είναι καλυμμένα, π.χ. από χαλιά), είναι αυτή που απορροφά μέρος της θερμότητας και την «προσφέρει» στο χώρο αργότερα και έτσι διατηρείται ο χώρος θερμός για πολλές ώρες.

Τέλος, τα κριτήρια που ρυθμίζουν την ικανότητα θερμικής αποθήκευσης των δομικών στοιχείων είναι η θέση, το μέγεθος και η διανομή της θερμικής μάζας των επιφανειών, που περιβάλλουν τον χώρο. (Αντωνοπούλου, 2009)

Ένα άλλο σύστημα ενεργητικής ηλιακής ενέργειας είναι οι ηλιακοί τοίχοι ή τοίχοι Trombe.

Οι τοίχοι Trombe αποτελούνται από τοιχοποιίες σε συνδυασμό με υαλοστάσιο, το οποίο τοποθετείται εξωτερικά κι έχει απόσταση 5-15cm. Η τοιχοποιία που χρησιμοποιείται χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, στους τοίχους θερμικής αποθήκευσης και στα θερμοσιφωνικά πάνελ. Οι τοίχοι θερμικής μάζας έχουν μεγάλη θερμική μάζα ενώ τα θερμοσιφωνικά πάνελ είναι θερμομονωμένα. Ο ηλιακός τοίχος συλλέγει την ενέργεια, η οποία με τη μορφή θερμότητας, μεταφέρεται στο εσωτερικό του κτιρίου, μέσω της μάζας του τοίχου ή μέσω θυρίδων. Το υαλοστάσιο, είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και διαθέτει μονά ή διπλά τζάμια. Οι τοίχοι Trombe-Michel, αποτελούν μια ειδική κατηγορία τοιχοποιίας θερμικής αποθήκευσης και συνδυάζουν τις δύο λειτουργίες θερμικής απόδοσης.

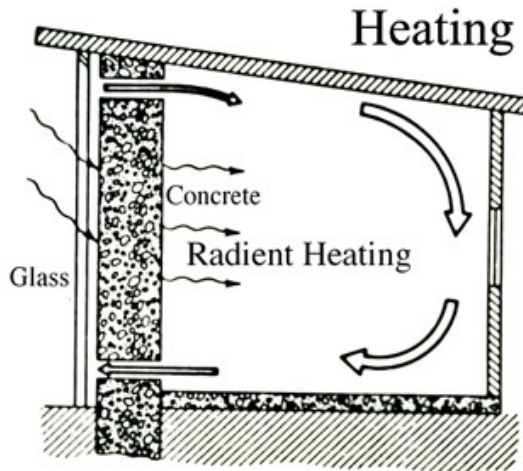
Τα συστήματα που διαθέτουν τοίχο μάζας και τοίχο Trombe, συσσωρεύουν τη θερμική μάζα σε ένα τοίχο νοτίου προσανατολισμού από σκυρόδεμα ή είναι κτιστός και στον οποίο υπάρχει ένα τζάμι στην εξωτερική πλευρά, με σκοπό να μειωθούν οι θερμικές απώλειες.

Με τη χρήση μιας επιλεκτικής επιφάνειας σε έναν τοίχο Trombe βελτιώνεται η απόδοσή του με τον περιορισμό της υπέρυθρης ενέργειας που ακτινοβολείται μέσα

από το τζάμι. Η επιλεκτική επιφάνεια αποτελείται συνήθως από ένα μεταλλικό φύλλο που επικολλάται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου ή από ειδικές βαφές. Απορροφά όλη σχεδόν την ακτινοβολία από το ορατό μέρος του ηλιακού φάσματος και εκπέμπει πολύ μικρό μέρος στην κλίμακα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Η υψηλή απορροφητικότητα των επιφανειών των τοίχων μετατρέπει το φως σε θερμότητα ενώ η χαμηλή ανακλαστικότητα προφυλάσσει από την ακτινοβολία της θερμότητας προς το τζάμι.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από έναν τοίχο με μπετόν, πάχους 30-40 εκ., βαμμένο στην εξωτερική του επιφάνεια με σκούρο χρώμα. Αποτελείται επίσης από γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 3 εκ. περίπου. Οι θυρίδες που διευκολύνουν την κίνηση του αέρα βρίσκονται στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου σε όλο του το μήκος. Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, θερμαίνεται ο αέρας ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο και αυτός ο θερμός αέρας μέσω των θυρίδων μπαίνει στον εσωτερικό χώρο. Ο ψυχρός αέρας του δωματίου με τη σειρά του αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε στις θυρίδες. Κατά τη διάρκεια της νύχτας η λειτουργία αντιστρέφεται. Οι θυρίδες κλείνουν, η θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στον τοίχο εκπέμπεται στο εσωτερικό και έτσι επιτυγχάνεται η θέρμανση του χώρου. (Αντωνοπούλου, 2009)

Σημείο-κλειδί στην καλύτερη απόδοση αυτών των συστημάτων είναι η φυσική κυκλοφορία του αέρα. Βασίζεται στο γεγονός ότι ο θερμότερος αέρας είναι ελαφρύτερος και αποκτά ανοδική κίνηση. Όταν φθάνει σε μια ψυχρότερη περιοχή αποβάλλει τη θερμότητα του και ψύχεται. Τότε όμως γίνεται βαρύτερος, κινείται προς τα κάτω και επιστρέφει στον ηλιακό τοίχο για να θερμανθεί και να επαναλάβει τον κύκλο του.

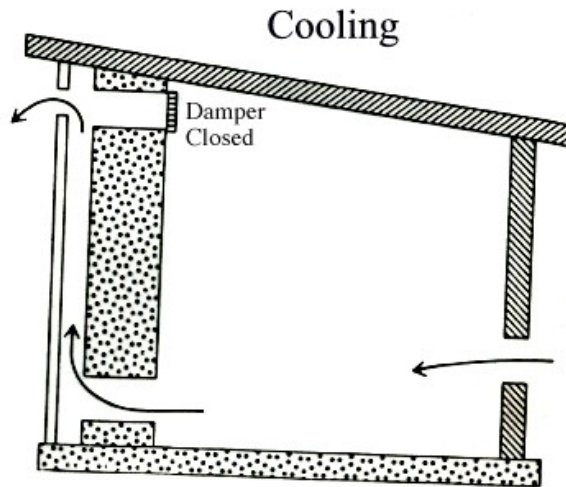


Εικόνα 3: Συμπεριφορά του βελτιωμένου τοίχου trombe (με ανοίγματα) τον χειμώνα για τις ανάγκες του χώρου (Γιαννακόπουλος,2006)

Σημαντική επίδραση στην αποτελεσματική λειτουργία των τοίχων Trombe έχουν τα ανοίγματα στο κάτω και στο άνω μέρος. Τις ημέρες του χειμώνα η ακτινοβολία ζεσταίνει τον κρύο αέρα που εξέρχεται από τον χώρο μέσα από το χαμηλό άνοιγμα. Τότε ο αέρας λόγω θέρμανσης ανεβαίνει ψηλά ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και οδηγείται εκ νέου μέσα στο χώρο μεταφέροντας έτσι θερμότητα. Ένας τυπικός τοίχος Trombe αποτελείται από ένα παχύ πέτρινο, με τούβλα ή σκυρόδεμα τοίχο πάχους 20 ως 40 εκ. βαμμένο με σκούρο χρώμα που απορροφά την ηλιακή θερμότητα. Ο τοίχος αυτός καλύπτεται από απλό ή διπλό τζάμι. Η απόσταση του τζαμιού από τον τοίχο κυμαίνεται από 20 ως 150 χιλ. ώστε να διαμορφώνεται ένα μικρό διάκενο με αέρα. Η θερμότητα από το ηλιακό φως απορροφάται από την σκουρόχρωμη επιφάνεια και διαβιβάζεται αργά προς το εσωτερικό από τον τοίχο. Τις κρύες νύχτες του χειμώνα αποδίδεται η θερμότητα που έχει αποθηκευτεί στον τοίχο ενώ εμποδίζεται η κυκλοφορία του αέρα οπότε και η απαγωγή θερμότητας με την κάλυψη των ανοιγμάτων.

Το καλοκαίρι που υπάρχουν αυξημένες ανάγκες για ψύξη του εκάστοτε χώρου χρειάζεται ο ζεστός αέρας να οδηγηθεί εκτός του χώρου. Για Αυτό το λόγο μένει ανοιχτό ένα άνοιγμα κάτω στο μη εκτεθειμένο από ακτινοβολία τοίχο ενώ παράλληλα κλείνει το πάνω άνοιγμα στον τοίχο trombe και ανοίγει ένα άλλο στο γυαλί.

Εστί ο φρέσκος δροσερός αέρας μπαίνει μέσα στο χώρο παίρνει την θερμότητα από τον χώρο οδηγείται μέσω του κάτω ανοίγματος στο διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα. Εκεί ζεσταίνεται και οδηγείται μέσω του πάνω ανοίγματος του υαλοπίνακα προς τα έξω.(Γιαννακόπουλος,2006)



Εικόνα 4: Συμπεριφορά του βελτιωμένου τοίχου trombe (με ανοίγματα) το καλοκαίρι για τις ανάγκες του χώρου

2.2.2 Ενεργητικά συστήματα ηλιακής ενέργειας

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα έχουν την ικανότητα να μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε θερμότητα. Τα ενεργειακά ηλιακά συστήματα λειτουργούν χρησιμοποιώντας τους συλλέκτες και τη δεξαμενή αποθήκευσης ως χωριστές συνιστώσες και η μεταφορά ενέργειας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια κάποιας αντλίας που διαθέτει το εκάστοτε σύστημα που χρησιμοποιείται. Τα θερμικά ηλιακά συστήματα συλλέγουν, αποθηκεύουν και διανέμουν την ηλιακή ενέργεια μέσω κάποιου αέριου ή υγρού ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας των συλλεκτών ενώ τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση του νερού οικιακής χρήσης, την ψύξη και θέρμανση των χώρων του σπιτιού καθώς και σε άλλες διεργασίες της βιομηχανίας, του αγροτικού τομέα κλπ.

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν, το μέγεθός τους, την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, το κλίμα της περιοχής κ.α. Τα συστήματα αυτά διαθέτουν μεγάλη ποικιλία στις διατάξεις τους λόγω των διαφορετικών τρόπων που αυτά τα συστήματα προστατεύονται από τον παγετό. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται σε δύο τύπους: στα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας και στα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας. (Χεγκάζι,2009)

2.3 Συστήματα φυσικού σκιασμού, αερισμού και δροσισμού

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος προστασίας ενός κτιρίου είναι ο σκιασμός των παραθύρων και των υπόλοιπων ανοιγμάτων του από το ανεπιθύμητο ηλιακό φως. Η ηλιοπροστασία είναι η βασικότερη τεχνική για την μείωση των θερμικών φορτίων κατά την θερινή περίοδο και αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή οποιασδήποτε άλλης τεχνικής δροσισμού στα κτίρια είτε φυσική, είτε τεχνητή. Στην πρώτη περίπτωση που ο δροσισμός γίνεται με φυσικό τρόπο η ηλιοπροστασία συνεισφέρει δηλαδή όταν η τεχνική είναι με φυσικό τρόπο συνεισφέρει σημαντικά στη διατήρηση των θερμοκρασιών μέσα στους χώρους σε ανεκτά επίπεδα και συνεπώς στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης. Στη δεύτερη περίπτωση δηλαδή με τεχνητό τρόπο, συνεισφέρει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη του κτιρίου και στη μείωση του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής που προκύπτει, καθώς υπάρχει σημαντικά μειωμένη θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία. (Αντωνοπούλου, 2009)

Σύμφωνα με την Χεγκάζι (2009) είναι εξαιρετικά σημαντική η δημιουργία ενός αεροστεγούς περιβλήματος όπου θα υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και περιορισμού του αερισμού των εσωτερικών χώρων, ώστε να μην προκαλούνται θερμικές απώλειες από τον εκτεταμένο αερισμό αλλά και από τις διαφυγές αέρος από τους αρμούς των ανοιγμάτων, και ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, χωρίς να υπερβαίνονται τα όρια της ωριαίας εναλλαγής του αέρα τα οποία είναι προκαθορισμένα από διεθνείς κανονισμούς, διότι ο ανεξέλεγκτος και εκτεταμένος αερισμός χωρίς συγκεκριμένο λόγο επιδρά αρνητικά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου και να αυξηθούν οι ενεργειακές ανάγκες του σε μεγάλο βαθμό.

Η ανταλλαγή μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, συμβαίνει φυσικά λόγω της διαφορετικής πίεσης που υπάρχει λόγω του εισερχόμενου αέρα. Ο εξωτερικός αέρας, εισέρχεται από τις χαραμάδες και τα πλαϊνά ανοίγματα του κτιρίου, τα οποία είναι υπό θετική πίεση, και ο εσωτερικός αέρας εξέρχεται με αρνητική πίεση. Αυτή η συνεχής διαδικασία ανταλλαγής αέρα με διείσδυση και εξαγωγή είναι μια λειτουργία της ταχύτητας του ανέμου, των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων και της ικανότητας διείσδυσης του αέρα στο κτίριο.

Ο φυσικός δροσισμός μπορεί να γίνει με φυσικό αερισμό, με ψύξη από το έδαφος, με ψύξη από εξάτμιση και με ψύξη από ακτινοβολία. Από τις μεθόδους αυτές

θα σταθούμε στο φυσικό αερισμό καθώς είναι εκείνος που απαιτεί τη χρήση ανοιγμάτων τα οποία διαμορφώνουν αρχιτεκτονικά τις όψεις στο κέλυφος των κατασκευών.

Ο αέρας παρέχει δροσισμό, απομακρύνοντας τη θερμότητα τόσο από το κτίριο όσο και από το ανθρώπινο σώμα.

Ο αερισμός είναι αποτελεσματικός, όταν υπάρχει διαπερατότητα και ελεύθερη ροή του αέρα μέσα στην κατασκευή.

Η αποτελεσματικότητα του φυσικού αερισμού εξαρτάται από τη διαμόρφωση του κτιρίου στην περιοχή και τους χώρους που το περιβάλλουν, τη διεύθυνση και την ισχύ των ρευμάτων αέρα και τη διάταξη των εσωτερικών χώρων στην κάτοψη που δίνει τη δυνατότητα για διασταυρούμενο αερισμό.

Ο αέρας αερισμού θα πρέπει να είναι ψυχρότερος από τον εσωτερικό. Επιπλέον, όταν διέρχεται από σωληνώσεις στο υπέδαφος τότε είναι σαφώς ψυχρότερος από τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος. (Ανεμοδούρα και Χριστακοπούλου,2008)

Διαμπερής αερισμός επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού. Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.(Αντωνόπουλου,2009)

Επιπλέον, υπάρχει πληθώρα σκιάστρων για τα ανοίγματα, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με τη θέση τους (εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα των

υαλοπινάκων), ανάλογα με τη γεωμετρία τους (κατακόρυφα, οριζόντια, σχαρωτά), ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού τους (σταθερά ή κινητά) και τέλος, ανάλογα με το υλικό και τις θερμικές και οπτικές ιδιότητες τους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Η σκίαση αποτελεί και μέσο ελέγχου του φυσικού φωτισμού και, ιδιαίτερα, της θάμβωσης, καθώς μειώνει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους. Συνεπώς, κατά την επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η θερμική, όσο και η οπτική του απόδοση όλο το χρόνο.

Την επιθυμητή σκίαση μπορεί να δημιουργήσει επίσης η βλάστηση. Τα φυτά μπορούν να εξασφαλίζουν κάποια πλεονεκτήματα έναντι του ήλιου κυρίως κατά τον χειμώνα όταν τα κλαδιά τους είναι γυμνά και προοδευτικά καθώς πληθαίνουν τα φύλλα τους κατά το θέρος να επικαλύπτουν και να σκιάζουν το κτίριο. Ένα γυμνό δέντρο μπορεί να εμποδίσει τις ακτίνες του ήλιου μέχρι και 20% με 40%. (Μάλλιαρης,2005)

Από ενεργειακής πλευράς, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα εξωτερικά σκιάστρα, καθώς είναι πιο αποτελεσματική η εμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν περάσει το περίβλημα του κτηρίου. Εξωτερικά κινητά σκιάστρα μπορεί να είναι παντζούρια, περσίδες, τέντες, ρολά κ.ά.(Σκαραμαγκάς,2011)

Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτήρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτινών προς την οροφή). Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα, είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού) και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα. Τα κινητά σκιάστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτηρίου(Παλάβρας,2005).

2.4 Οργάνωση εσωτερικού χώρου

Σχεδιάζοντας την κάτοψη των εσωτερικών χώρων πρέπει να γίνει οργάνωση και ομαδοποίηση των χώρων αυτών έτσι ώστε οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο να τοποθετηθούν στη νότια πλευρά του κτιρίου με σκοπό να εξασφαλισθούν οι επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες που συνήθως οφείλουν να είναι υψηλές. Αντίθετα οι χώροι περιορισμένης χρήσης, οι οποίοι δεν έχουν υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις, θα πρέπει να τοποθετηθούν στην ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι χώροι, συνήθως οι βοηθητικοί είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη βορινή πλευρά του κτιρίου ώστε να προστατεύουν και να μονώνουν κατά κάποιο τρόπο τους υπόλοιπους χώρους και να διαχωρίζουν το εξωτερικό περιβάλλον από το εσωτερικό στο οποίο επικρατούν κυρίως υψηλότερες θερμοκρασίες. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι θερμικές απώλειες από τους κυρίως χώρους του σπιτιού. Για τις μονοκατοικίες που δεν γειτονεύουν με κανένα άλλο σπίτι, ένα μέτρια επιμηκυμένο σχέδιο μπορεί να εξασφαλίσει στα περισσότερα δωμάτια νότια όψη. Για να περιοριστεί το μειονέκτημα των δωματίων που διαθέτουν βόρειο προσανατολισμό τοποθετούνται κάποια παράθυρα στο δυτικό ή ανατολικό τοίχο. Το καθιστικό και η τραπεζαρία έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε θερμικά ηλιακά οφέλη, καθώς συνήθως είναι τα μεγαλύτερα δωμάτια του σπιτιού και θερμαίνονται, συνήθως, περισσότερο.

Φυσικά δεν μπορούμε να παραλείψουμε τις διαφορετικές ανάγκες που έχει κάθε χώρος σε ενέργεια και ειδικότερα σε θέρμανση αφού αυτές μέσα σε ένα κτίριο διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή, αλλά και από όροφο σε όροφο. Η ανάγκη για θέρμανση των διάφορων χώρων μέσα σε μία οικία ή σε ένα χώρο εργασίας σε σχέση με την κινητικότητα των ενοίκων και τον χρόνο παραμονής στον κάθε χώρο μπορεί να συνοψιστεί στον παρακάτω πίνακα ο οποίος βασίζεται σε έκθεση του TEE το 2008

Συνήθως η κουζίνα τοποθετείται στη βόρεια πλευρά τυχαία ή με την υπόθεση ότι με το να είναι ευήλια δεν αποτελεί πλεονέκτημα και μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα. Συνήθως αποτελεί καλή επιλογή σε περίπτωση που ο χώρος της κουζίνας είναι περιορισμένος. Επίσης είναι καλό να αποφεύγεται ο δυτικός προσανατολισμός για την κουζίνα διότι τα ηλιακά κέρδη θα είναι μεγάλα και ειδικά τα θερινά απογεύματα, όπου η θερμοκρασία θα είναι στα υψηλότερα επίπεδά της κι αυτό θα δημιουργεί αποπνικτική και εξαιρετικά ζεστή ατμόσφαιρα, συνδυασμένη και με τα

θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και του φούρνου. (Χεγκάζι,2009)

2.5 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο

Η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου βελτιώνει σημαντικά το μικροκλίμα. Η βλάστηση συνεισφέρει προσφέροντας ηλιοπροστασία και φυσικό δροσισμό μέσω της εξάτμισης ,εξάτμιση όμως προκαλούν και οι δεξαμενές, οι τεχνητές λίμνες, τα σιντριβάνια κ.α.

Μια καλή τακτική που χρησιμοποιείται για να προστατεύονται οι ζωτικοί χώροι του κτιρίου είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ενώ η διάταξη των χώρων βοηθά ώστε να αερίζονται οι χώροι διαμπερώς. Το μικροκλίμα μπορεί να διαμορφωθεί με τη βοήθεια των υπαίθριων και ημι-υπαίθριων χώρων, όπως τα μπαλκόνια, οι αυλές, κι έτσι να προστατεύουν τα ανοίγματα και οι τοίχοι από τον ήλιο, αλλά και να κατευθύνουν τον άνεμο.

Όσον αφορά στον προσανατολισμό των υαλοστασίων είναι προτιμότερος ο νότιος, καθώς διευκολύνει το σκιασμό, σε αντίθεση με τον δυτικό ο οποίος επιβαρύνει το φορτίο του δροσισμού των κτιρίων κατά τις θερινές απογευματινές ώρες. Τα οφέλη που προκύπτουν από τα νότια κατακόρυφα υαλοστάσια είναι ότι κατά τη θερινή περίοδο δέχονται λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία σε σχέση με το χειμώνα όπου δέχονται περισσότερη. Ο βορινός προσανατολισμός είναι ο μόνος κατά τον οποίο τα θερινά ηλιακά κέρδη είναι περισσότερα σε σχέση με τους υπόλοιπους προσανατολισμούς.(Τσιπήρας,2005)

Όπως προαναφέρθηκε ο νότιος προσανατολισμός είναι ο προτιμότερος όμως οι αρχιτέκτονες συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα στον τρόπο που θα χωροθετήσουν τα κτίρια στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό που θα έχουν αλλά και το σκιασμό που θα δέχονται από τα γειτονικά κτίρια.

Αυτό αποτελεί σύνηθες φαινόμενο των αστικών αλλά και γενικότερα των πυκνοκατοικημένων περιοχών. Μόνο ένα 25% των κτιρίων έχουν νότιο προσανατολισμό καθώς ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η χάραξη των κεντρικών δρόμων κατά τον άξονα ανατολής - δύσης ή βορρά-νότου προκαθορίζει τον προσανατολισμό των όψεων των κτιρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μελετητές να μην καταφέρνουν να αξιοποιούν τα διαθέσιμα θερμικά οφέλη και να πετυχαίνουν να

κατασκευάζουν κτίρια με πολλά προβλήματα, όπως υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων (σε κτίρια με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό) αλλά και αναγκαστική απομόνωση των κτιρίων με βόρειο προσανατολισμό από τον ήλιο. Όμως παρά το γεγονός ότι ένα κτίριο μπορεί να έχει νότιο προσανατολισμό, συχνά οι κάτοικοι δεν απολαμβάνουν τα πλεονεκτήματα λόγω άλλων καταστάσεων όπως ο σκιασμός τους από τα απέναντι κτίρια όπου εδώ λαμβάνεται υπόψη η σχέση ύψους των κτιρίων και πλάτους των δρόμων.

Για να καταφέρει ο μελετητής να εξασφαλίσει τον ικανοποιητικό ηλιασμό, ώστε να φωτίζονται και να θερμαίνονται φυσικά, για όλα τα κτίρια χωρίς όμως να μειώνεται η οπτική άνεση ή να εμφανίζονται άλλα προβλήματα, παρά το γεγονός ότι δεν μπορεί να εξασφαλίσει το νότιο προσανατολισμό μπορεί να επιλέξει άλλους τρόπους. (Χεγκάζι,2009)

Κάποιες προτάσεις που μπορούν να γίνουν είναι :

- Η αποφυγή δυτικών ή ανατολικών κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου έτσι ώστε να σχηματίζεται σκακιέρα αλλά την τοποθέτηση των κτιρίων το νότο
- Η δυνατότητα στροφής του άξονα του κτιρίου προς το νότο ή μόνο της κύριας όψης του ή απλώς των ανοιγμάτων του.
- Η ανάπτυξη του κτιρίου κατά άξονα ανατολή-δύση, εφόσον το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό και δεν αντιμετωπίζει προβλήματα σκιασμού, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να εξεταστεί μια απόκλιση της τάξης των 25° , η οποία θεωρείται αποδεκτή ενεργειακά. Σε αυτή όμως την περίπτωση όμως θα πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα χρησιμοποίησης παθητικών ηλιακών συστημάτων ώστε να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη που είναι ανεκμετάλλευτα.
- Η χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να απομακρυνθεί η κατοικία από τα απέναντι κτίρια και με αυτό τον τρόπο να μην υπάρχει σκίαση που θα οδηγούσε σε μειωμένα ηλιακά οφέλη. Στη νότια πλευρά του κτιρίου θα μπορούσαν να φυτευτούν ψηλά και χαμηλά δέντρα ή

να τοποθετηθούν υδάτινες επιφάνειες, υπό τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, ώστε να υπάρχει ο ιδανικός σκιασμός αλλά και ο εξατμιστικός δροσισμός.

Οι επεμβάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στη βορινή πλευρά, η οποία επηρεάζεται από τους δυνατούς, ψυχρούς ανέμους του χειμώνα, είναι η φύτευση αιθιαλών δέντρων με σκοπό να μετριαστούν αυτές οι δυσμενείς συνθήκες.

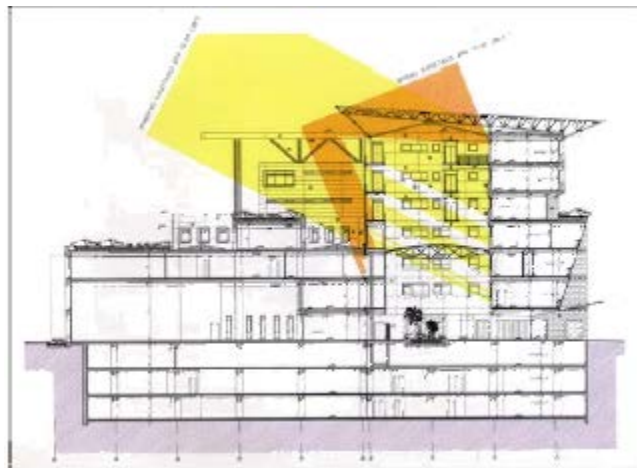
Αυτή η λογική έχει ευρέως εφαρμοσθεί σε Ελλάδα και εξωτερικό ώστε να καταφέρει ο μελετητής να εισάγει όλα τα απαραίτητα στοιχεία του βιοκλιματισμού σε περιοχές που είχαν την ελευθερία χωροθέτησης των κτιρίων, όπως των οικοπέδων των μη αστικών περιοχών. Στην περίπτωση βέβαια αυτών των περιοχών οι μόνοι λόγοι που μπορούν να αποτρέψουν ένα μελετητή από το να επιλέξει τον νότιο προσανατολισμό είναι η θέα, η κλίση του εδάφους, η προσπελασιμότητα, κ.α.

Γενικότερα στην Ελλάδα η πιο κρίσιμη χρονική στιγμή είναι τα καλοκαιρινά απογεύματα, όπου ο ήλιος παρά το γεγονός ότι είναι ακόμη ψηλά, είναι αρκετά θερμός. Γι' αυτό και θα πρέπει να προστατεύεται η δυτική πλευρά του κτιρίου ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων. Αυτό επιτυγχάνεται με μικρές διαστάσεις, να είναι τυφλή ή να υπάρχει η ιδανική σκίαση δηλαδή φυτά, φυτικοί φράχτες κλπ. Βέβαια η δυτική πλευρά είναι καλό να διαθέτει μόνωση στους τοίχους, τα παράθυρα να είναι εφοδιασμένα με εξωτερικά μέτρα προστασίας ώστε να διευκολύνεται η διέλευση του αέρα κι έτσι να μεγιστοποιείται η επίδραση των συστημάτων εσωτερικής προστασίας. Στις δυτικές όψεις η προστασία που υπάρχει μέσω των στεγών αλλά και των ανεμοσκεπών με προεξοχή είναι μικρή, γι' αυτό και προτιμώνται άλλοι τρόποι προστασίας. Επιπλέον μπορεί να τοποθετηθεί διάταξη αιθιαλούς βλάστησης με δέντρα πυκνού φυλλώματος, όπως π.χ. τα κυπαρίσσια.

Ο μελετητής για να μπορέσει να ελέγξει την κυκλοφορία του αέρα, μπορεί να χρησιμοποιήσει και φυτικούς φραγμούς εκτός από τα κατασκευαστικά στοιχεία, όπως θάμνοι, δέντρα, περιφράξεις, καθώς και άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες που αποσκοπούν στη δημιουργία ζωνών ηρεμίας. Τα δέντρα και οι θάμνοι μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου κατά 50% σε απόσταση ίση προς το πενταπλάσιο του ύψους τους. Το πόσο αποτελεσματικό είναι ένα «εμπόδιο» εξαρτάται από το ύψος και το σχήμα του. (Χεγκάζι, 2009)

2.6 Μέγεθος ανοιγμάτων

Όσον αφορά στο μέγεθος των ανοιγμάτων, σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό αποτελούν βασικό παράγοντα στη λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης. Στα ανοίγματα το βασικό υλικό που χρησιμοποιείται είναι το γυαλί το οποίο δεν είναι ιδιαίτερα θερμομονωτικό υλικό κι έτσι υπάρχουν μεγάλες θερμικές απώλειες από τα υαλοστάσια. Όμως, τα υαλοστάσια ευθύνονται για τις θερμικές απολαβές εφόσον υπάρχει κι ο κατάλληλος προσανατολισμός, προς το νότο με ανοχή $\pm 30^\circ$ ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου. Έτσι προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με μονό ή διπλό τζάμι, τα παράθυρα μεσαίων διαστάσεων προτιμώνται στην ανατολή και τη δύση, ενώ τα μικρότερα παράθυρα στη βόρεια όψη με διπλά τζάμια. Όμως αυτά μπορεί να αλλάξουν αν υπάρχει θέα στο βορρά.



Εικόνα 5: Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε πρόσοψη κτιρίου(Χεγκάζι,2009)

Όσον αφορά στο θερμικό ισοζύγιο των νοτίων ανοιγμάτων αν υπάρχουν διπλά τζάμια, τα ηλιακά κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες και αυτό έχει αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικού ισοζυγίου κατά 23% τη χειμερινή περίοδο. Αν υπάρχουν διπλά τζάμια και πατζούρια τότε το θετικό ισοζύγιο θα είναι ακόμη μεγαλύτερο κατά 56% σε σχέση με τις θερμικές απώλειες. Τέλος για να μπορεί το νότιο άνοιγμα να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να υπάρχουν διπλά

τζάμια, εξώφυλλα μονωμένα και σωστή τοποθέτηση των κουφωμάτων. Η σωστή χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, θα συμβάλλει στην λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης. Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα προτείνεται η χωροθέτησή του προς το νότο, για να εξασφαλίζεται επαρκής ηλιασμός. (Αντωνοπούλου,2009)

2.7 Οικολογικά Υλικά δόμησης

Κάποια υγιεινά και οικολογικά υλικά στην αγορά είναι ο ωστενιτικός χάλυβας, η ωμή άργιλος, ο ασβέστης, η κόλλα από καουτσούκ και ο κετσές (Γιούτα) από καρύδα(Γσιτήρας,2005).

Ο ωστενιτικός χάλυβας για παράδειγμα, σε αντίθεση με τον κανονικό δομικό χάλυβα, ο οποίος είναι μαγνητικός και προκαλεί μεταβολή του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου καθώς προκαλεί πρόωρη γήρανση στις κτιριακές κατασκευές, είναι αμαγνητικός και ανοξείδωτος, και περιορίζει τα προβλήματα γήρανσης των κατασκευών και της οξειδωσης των εκτεθειμένων ράβδων σιδηροπλισμού. Το μόνο μειονέκτημα του ωστενιτικού χάλυβα είναι το υψηλό του κόστος.

Η ωμή άργιλος, υπό τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια, σα σκυρόδεμα, αποτελεί ένα άριστα οικολογικό δομικό υλικό, όσον αφορά τη μηχανική του ανοχή, τη θερμική του μόνωση, αλλά και τη δυνατότητα αναπνοής των εξωτερικών τοίχων. Τα σπίτια που χρησιμοποιούν ωμοπλίνθους μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο σκάμμα για τη θεμελίωση της ανωδομής, περιορίζοντας την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.

Ο ασβέστης, είναι ένα υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάθε τύπο τελειώματος των τοίχων διότι «αναπνέει» κι έτσι επιτρέπει μια σταθερή ανταλλαγή αέρα μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος. Παράλληλα συντηρείται εύκολα και ανακατασκευάζεται επίσης εύκολα στα σημεία που υπάρχουν φθορές από το χρόνο.

Η κόλλα από καουτσούκ, αντίθετα από τις κόλλες από συνθετικές ρητίνες που προκαλούν επιβλαβείς αναθυμιάσεις, είναι φυσικό προϊόν, ατοξικό, σταθερό, που διατηρεί τις συγκολλητικές της ιδιότητες με το πέρασμα του χρόνου.

Ο κετσές από καρύδα, θεωρείται πράσινο υλικό σύμφωνα με το εξειδικευμένο ινστιτούτο οικοδομικής βιολογίας του Ρόχενχαιμ. Αυτό το υλικό έχει πολλά πλεονεκτήματα ως ηχομονωτικό υλικό σε επενδύσεις ορόφων, που συμβάλλει στην απόσβεση των ταλαντώσεων και στην εξασθένιση της μετάδοσης των θορύβων. (Χεγκάζι, 2009)

Εκτός από το τσιμέντο, που χρησιμοποιείται ως σοβάς υπάρχουν και τα λεγόμενα εναλλακτικά-οικολογικά κονιάματα, τα οποία αποτελούνται από συνδυασμούς κονιάς και κεραμικών προϊόντων διαφόρων κοκκομετρικών διαβαθμίσεων, τα οποία αποτελούνται από θηραϊκή γη, κεραμάλευρα κ.α. τα οποία χρησιμοποιούνται ως επιχρίσματα σε οικοδομές, ως κονιάματα δόμησης πλινθοδομών και αλλού. Τα κύρια πλεονεκτήματα αυτών των κονιαμάτων είναι το γεγονός ότι είναι φυσικά προϊόντα, έχουν αντοχή στο χρόνο, δεν χρειάζονται συντήρηση, ούτε βάψιμο, καθώς αυτά έχουν ήδη φυσικό χρώμα, τέλος έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε σχέση με τα κοινά κονιάματα. (Χεγκάζι, 2009)

2.7.1 Δομικά υλικά βιοκλιματικών κατασκευών

Τα υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανέγερση μιας βιοκλιματικής κατοικίας θα πρέπει να διαθέτουν τα εξής χαρακτηριστικά σύμφωνα με την Χεγκάζι (2009):

- Να είναι ανακυκλώσιμα και επαναχρησιμοποιήσιμα,
- Να παρέχουν καλή θερμική και ακουστική μόνωση,
- Κατά τη διάρκεια της παραγωγής τους να έχουν καταναλώσει όσο το δυνατό λιγότερη ενέργεια,
- Να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον με τοξικά απόβλητα και απορρίμματα κατά την παραγωγική διαδικασία,
- Δεν θα πρέπει να απελευθερώνουν στην ατμόσφαιρα τοξικά αέρια, αμίαντο και θετικά ιόντα,
- Θα πρέπει να επιτρέπουν την είσοδο ευνοϊκών για την υγεία μικροκυμάτων,
- Δεν θα πρέπει να αυξάνουν το ποσοστό φυσικής ραδιενέργειας και στατικού ηλεκτρισμού,

- Θα πρέπει να παράγονται σε κοντινή απόσταση από τον τόπο κατανάλωσής τους,
- Θα πρέπει να μπορούν να διατηρούν ένα ανεκτό για τον ανθρώπινο οργανισμό επίπεδο υγρασίας
- Τέλος θα πρέπει να μην προέρχονται από φυτικά είδη που απειλούνται με εξαφάνιση

2.8 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

Εκτός από τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά, στην κατασκευή μιας κατοικίας με βιοκλιματικό σχεδιασμό, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και τα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά όπως είναι τα παρακάτω:

- Περλίτης: Πρόκειται για μη ανανεώσιμο υλικό, που βρίσκεται ωστόσο σε αφθονία στη φύση. Ανακυκλώνεται μερικώς και δεν απελευθερώνει τοξικές ουσίες
- Heraklith : Είναι ένα αποδεκτό υλικό, που αποτελείται κυρίως από ξυλόμαλλο-ίνες ξύλου και τσιμέντο, που απαιτεί μεν αρκετή ενέργεια για την παραγωγή του, αλλά μικρότερη δε σε σχέση με τα άλλα υλικά. Παρέχει υγιεινή θερμομόνωση, ηχομόνωση και ηχοαπορρόφηση, καθώς επίσης και πυροπροστασία λόγω της ορυκτοποίησης του ξύλου με το τσιμέντο. Επίσης παρουσιάζει εξαιρετική πρόσφυση στο μπετόν και στα επιχρίσματα. .εν επηρεάζεται από την υγρασία, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής, είναι απρόσβλητος από τους μικροοργανισμούς. .εν συνδέεται με προβλήματα υγείας των ενοίκων και δεν απελευθερώνονται τοξικές ουσίες σε περίπτωση πυρκαγιάς
- Διογκωμένος φελλός: Είναι ανακυκλώσιμο υλικό κατά 100%, προέρχεται από ανανεώσιμη πηγή (φελλόδεντρα) και η παραγωγή του απαιτεί χαμηλή κατανάλωση ενέργειας δεν έχει επιπτώσεις στην υγεία, είναι απόλυτα φιλικό, αρκεί η τοποθέτηση του να μη συνδυάζεται με χρήση συνθετικών κολλών. Μειονέκτημα του είναι το σχετικά αυξημένο κόστος του, συγκριτικά με τα άλλα θερμομονωτικά υλικά.(Σκαραμαγκάς,2011)

Άλλα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ευρώπη είναι και τα παρακάτω:

- Λιναρόμαλλο.
- Ρολό από ίνες κοκοφοίνικα.
- Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού.
- Τζίβα.
- Διογκωμένο άργιλο.

2.9 Οικολογικά κονιάματα

Εκτός από τα συμβατικά κονιάματα υπάρχουν και τα οικολογικά κονιάματα. Πρόκειται για υλικά που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα και σέβονται το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Είναι υλικά που προέρχονται από τον συνδυασμό κονιάς και κεραμικών προϊόντων και έχουν ως βασικό πλεονέκτημα ότι είναι φυσικά προϊόντα χωρίς χημικές προσμίξεις.

Αποτελούνται από τα παρακάτω συστατικά:

- **Θηραϊκή γη:** Πρόκειται για φυσική ηφαιστιογενή ποζολάνη (υλικό με ιδιότητες παραπλήσιες με αυτές του τσιμέντου), που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και τη δόμηση νέων κατασκευών. Πλεονέκτημα της είναι η ιδιότητα της να ενώνεται με την άσβεστο και να σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονίαμα, παρουσίας υγρασίας. Την ιδιότητα αυτή την οφείλει στο πυρίτιο που περιέχει.
- **Ποζολάνη Μήλου:** Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τους Ρωμαίους και ήταν συστατικό του Ρωμαϊκού σκυροδέματος, που αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις κατασκευές. Στη Μήλο υπάρχουν μεγάλα κοιτάσματα ποζολάνης που προέρχονται από την ηφαιστειακή δράση σε παλιότερες εποχές στο νησί, και είναι προϊόντα του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό αυτού. Τα ενεργά ορυχεία ποζολάνης βρίσκονται στη Μήλο, αλλά και στην Κίμωλο και την Σκύδρα του νομού Πέλλης.
- **Κεραμάλευρο:** Χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή της Αγίας Σοφίας στην Θεσσαλονίκη κατά την Βυζαντινή περίοδο αποδεικνύοντας την αντοχή της στο πέρασμα των χρόνων. Είναι φτιαγμένο από άργιλο που έχει ψηθεί και

έχει μετατραπεί σε σκόνη και αυξάνει κατά πολύ την αντοχή του σοβά και απαλλάσσει από τα έξοδα βαψίματος.

Σε κάθε περίπτωση οι οικολογικοί σοβάδες αντέχουν κατά πολύ περισσότερο από τους συμβατικούς σοβάδες. Τέλος τα οικολογικά κονιάματα επιτρέπουν την αναπνοή του κτιρίου και δεν εγκλωβίζει την ανεπιθύμητη υγρασία εντός του κτιρίου.(Σκαραμαγκάς,2011)

2.10 Ξύλινες στέγες και Κεραμίδια

Η ξυλεία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή ξύλινων στεγών προέρχεται από μαλακά ξύλα που έχουν σκληρό πυρήνα όπως το άγριο πεύκο, η δρυς, η καρυδιά κ.α. Η δομική ξυλεία χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες ποιότητας στις οποίες λαμβάνεται υπόψη, η φέρουσα ικανότητα του ξύλου, η σχέση διατομής του ξύλου με τη διατομή του κορμού από τον οποίο προέρχεται, τα επιτρεπτά ελαττώματά του αλλά και τα πλάτη των ετήσιων δακτυλίων. Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ξύλινων στεγών πρέπει να έχουν αναπτυχθεί ίσα, χωρίς συστροφές αλλά και χωρίς δυνατότητα αν αυτό είναι δυνατό. Ο λόγος για τον οποίο γίνεται αυτή η επιλογή είναι διότι τα ξύλα που δεν έχουν αναπτυχθεί ίσα συρρικνώνονται ανομοιόμορφα και σκεβρώνουν και τα συνεστραμμένα λαξεύουν κατά την ξήρανση. Οι ρόζοι αποδυναμώνουν την αντοχή των ξύλινων διατομών και οι βαθιές ρωγμές ή απολεπίσεις καθιστούν το ξύλο άχρηστο για φέρουσες κατασκευές, ενώ οι λεπτές επιφανειακές ρωγμές που δημιουργούνται από τη συρρίκνωση και την ξήρανση του ξύλου δεν επηρεάζουν την αντοχή του ξύλου. Τέλος ένα χαρακτηριστικό του ξύλου είναι η ανισοροπία του, η δυνατότητά του να συμπεριφέρεται διαφορετικά κατά τη διεύθυνση των ινών συγκρινόμενη με τη διεύθυνση την κάθετη προς τις ίνες του.

Για να λειτουργεί σωστά η ξύλινη στέγη θα πρέπει να γίνεται τέλεια η μεταβίβαση των φορτίων στα σημεία των κόμβων. Παλιά χρησιμοποιούσαν ως συνηθέστερη μορφή σύνδεσης τη σύνδεση μορφής η οποία πλέον αποφεύγεται καθώς εξασθενίζει τις διατομές. Στις μέρες μας χρησιμοποιούνται μεταλλικοί συνδετήρες, ήλοι, απλοί κοχλίες και πύροι. Αυτά μπορούν να λειτουργήσουν με την παράλληλη εφαρμογή απλών εγκοπών των ξύλων, κομβοελασμάτων αλλά και τεμαχίων ξύλινων φύλλων.

Η ξύλινη στέγη πρέπει να αερίζεται καλά ώστε τα υλικά της να έχουν αντοχή στο χρόνο αλλά και παράλληλα να διατηρείται η υγιεινή του κτιρίου. Ο αερισμός θα συμβάλλει στη διατήρηση των υλικών σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εμποδίζοντας την υποβάθμιση τους αλλά και τις ανάγκες συντήρησης και αντικατάστασής τους. Οι επιπτώσεις του αερισμού της ξύλινης στέγης είναι ότι εμποδίζεται η ανάπτυξη μικροοργανισμών που προκαλούν το σάπισμα του, ο αερισμός των θερμομονωτικών υλικών εμποδίζει την απορρόφηση υγρασίας αλλά και της συγκέντρωσης υδρατμών, ο αερισμός της επικάλυψης της στέγης διευκολύνει το στέγνωμα υλικού αερισμός του χώρου κάτω από τη στέγη εμποδίζει τη συγκέντρωση υδρατμών αλλά και τη συμπύκνωση τους στην κάτω επιφάνεια της στέγης.

Η θερμομόνωση της ξύλινης στέγης αποτελεί απαραίτητο δομικό στοιχείο για τη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου του κτιρίου. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη θερμομόνωση είναι ινώδη υλικά υπό μορφή παπλώματος όπως ημιάκαμπτες πλάκες ή υαλοβάμβακας επίσης μπορεί να είναι από πολυουρεθάνη ή πολυστερίνη. Αν ο χώρος κάτω από τη στέγη δεν χρησιμοποιείται τότε η θερμομόνωση τοποθετείται πάνω ή κάτω από τη διαχωριστική επιφάνεια η οποία αποτελεί το δάπεδο της σοφίτας και την οροφή του κατοικημένου ορόφου. Αν όμως ο χώρος κάτω από τη στέγη κατοικείται τότε η θερμομόνωση τοποθετείται στο επίπεδο των αμειβόντων, η οποία καταλαμβάνει τους χώρους μεταξύ των αμειβόντων, αφήνοντας τους εμφανείς στο εσωτερικό ή καλύπτοντάς τους, επιπλέον η θερμομόνωση μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από τους αμειβοντες.

Η κάτω πλευρά της θερμομονωτικής στρώσης πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία που προέρχεται από τον εσωτερικό χρόνο με τη χρήση φράγματος υδρατμών. Μεταξύ της στέγης και του υλικού επικάλυψής της πρέπει να υπάρχει κατάλληλη στεγανωτική στρώση που να προστατεύει τη στέγη και τη μόνωση από το βρόχινο νερό, το χιόνι, τον αέρα αλλά και τη σκόνη. Όμως θα πρέπει να επιτρέπει στους υδρατμούς του εσωτερικού του κτιρίου να τη διαπερνούν ώστε να αποφεύγεται η συμπύκνωσή τους. Οι στεγανωτικές μεμβράνες που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να έχουν αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις, στις θερμοκρασιακές μεταβολές και στις χημικές αντιδράσεις. Οι μεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι από ασφαλικά ή πλαστικά φύλλα, μπορεί να είναι ενισχυμένες με ενσωματωμένα λεπτά πλέγματα. Δύο μεμβράνες που περικλείουν πλέγμα μεταξύ τους δημιουργούν μια στρώση με μεγάλη αντοχή στο σχίσσιμο, η πάνω πλευρά της μεμβράνης μπορεί να διαθέτει ενσωματωμένη επένδυση αλουμινίου για να αντανακλά την ηλιακή ακτινοβολία. Οι

μεμβράνες μπορούν να τοποθετηθούν με τέντωμα, παρεμβάλλοντας πρόσθετες δοκούς, οι οποίες καρφώνονται κάθετα στους αμείβοντες της στέγης. Η μεμβράνη τεντώνεται πάνω σε άκαμπτο θερμομονωτικό υλικό και πάνω σε αυτό καρφώνονται σταυρωτά το υλικό επικάλυψης. Ο άλλος τρόπος τοποθέτησης των μεμβρανών είναι ελεύθερα πάνω στους αμείβοντες χωρίς τέντωμα, αφήνοντας τη μεμβράνη ελεύθερη να παραμορφώνεται ή να αναδιπλώνεται υπό άσχημες καιρικές συνθήκες ή και να προκαλεί θόρυβο στις περιπτώσεις που ο άνεμος είναι δυνατός. Στην περίπτωση όμως της εξωτερικής μόνωσης είναι καλύτερα αυτή η μέθοδος να αποφεύγεται.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη των ξύλινων στεγών είναι τα αργιλικά κεραμίδια και οι σχιστόπλακες. Τα αργιλικά κεραμίδια, αποτελούν το συνηθέστερο υλικό επικάλυψης των ξύλινων στεγών στη χώρα μας, λόγω της στεγανότητάς τους, της δυνατότητας αναπνοής αλλά και της αισθητικής τους. Επιπλέον είναι άκαυστα με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και ανάλογα με το σχήμα τους προσαρμόζονται στην ξύλινη στέγη. Τα κεραμίδια έχουν διάφορες ποικιλίες ταξινομούνται στα βυζαντινά που είναι κοίλα και τοποθετούνται με άσβεστοτσιμεντοκονίαμα, ανάλογα με την κλίση της στέγης και την ένταση των ανέμων στην περιοχή υπάρχει η δυνατότητα επικόλλησης μόνο μερικών σειρών κεραμιδιών. Τα ρωμαϊκά κεραμίδια τα οποία αποτελούν συνδυασμό πτυχωτών και κοίλων κεραμιδιών τοποθετούνται με συνδυασμό επικόλλησης και δεσίματος. Τα πτυχωτά και τα κυματοειδή κεραμίδια γαλλικά και ολλανδικά αντίστοιχα, έχουν ακμές με τέτοιο σχήμα ώστε να εφαρμόζουν μεταξύ τους, η πίσω πλευρά τους έχει ειδική προεξοχή με οπή, από την οποία δένονται με σύρμα στη στέγη. (Χεγκάζι,2009)

Κεφάλαιο 3ο – Βιοκλιματικός σχεδιασμός με ενσωμάτωση ΑΠΕ

Οι ΑΠΕ είναι ένα σημαντικό στοιχείο στον Βιοκλιματικό σχεδιασμό κατασκευής μιας κατοικίας. Οι περισσότερες ΑΠΕ στοχεύουν στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Οι κυριότερες ΑΠΕ οι οποίες βρίσκουν εφαρμογή στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι:

- Τα οικιακά φωτοβολταϊκά
- Οι οικιακές ανεμογεννήτριες
- Η Γεωθερμία

Ενώ ένας άλλος τρόπος θέρμανσης της κατοικίας που εντάσσεται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι τα ενεργειακά τζάκια.

3.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Ο τομέας των οικιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει γνωρίσει μεγάλη άνθηση τα τελευταία χρόνια. Οι μονάδες των οικιακών φωτοβολταϊκών συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών και παράγουν ρεύμα.

Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων είναι μια τεχνική που αναπτύσσεται συνεχώς λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, της μείωσης του κόστους, του ελληνικού κλίματος αλλά και της ενεργειακής κρίσης. Έχουν αναπτυχθεί επίσης φωτοβολταϊκά στοιχεία που τοποθετούνται στις προσόψεις και τις στέγες. (Χεγκάζι, 2009)

Όμως η αποδοχή της Φ/Β τεχνολογίας από το ευρύ αγοραστικό κοινό προϋποθέτει ότι τα εμπορικά προϊόντα θα εξασφαλίζουν στον ιδιώτη παραγωγό – καταναλωτή ασφάλεια, μεγάλο βαθμό απόδοσης, μικρό κόστος αγοράς και συντήρησης της εγκατάστασης καθώς επίσης και όσο το δυνατόν συντομότερο διάστημα απόσβεσης της επένδυσης. (Σκαραμαγκάς, 2011)

Οι δομικές μονάδες ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:

- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Η τυπολογία του μετατροπέα
- Η δυνατότητα ενσωμάτωσης του μετατροπέα στα φωτοβολταϊκά πλαίσια

Ο αριθμός των Φ/Β πλαισίων που χρησιμοποιούνται σε ένα σύστημα καθορίζει την μέγιστη παραγόμενη ισχύ ενώ η εν σειρά και παράλληλα σύνδεση τους καθορίζει την τιμή της τάσης και του ρεύματος που μπορεί να δώσει το πλαίσιο.

Η τεχνολογία των AC-PV Module, είναι και η νεότερη στο χώρο των οικιακών Φ/Β εφαρμογών. Πρόκειται για φωτοβολταϊκές διατάξεις μικρής ισχύος, στις οποίες ενσωματώνεται ένας ηλεκτρονικός μετατροπέας συνεχούς τάσης σε μονοφασική εναλλασσόμενη και οι οποίες συνδέονται απ' ευθείας στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών. Η απουσία διασυνδέσεων τύπου πλέγματος ή/και αλυσίδας μεταξύ Φ/Β πλαισίων, καθώς και η δυνατότητα καλύτερου ελέγχου κάθε αυτόνομης διάταξης (Φ/Β πλαίσιο και αντιστροφέας), οδηγούν σε μεγαλύτερη αποδοτικότητα του όλου συστήματος. Ο αντιστροφέας μπορεί να είναι ενσωματωμένος είτε στο πίσω μέρος του των πλαισίων, είτε στο μηχανισμό στήριξης του. (Σκαραμαγκάς,2011)

Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί λοιπόν ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας. (Αντωνοπούλου,2009)

Τα φωτοβολταϊκά συνεπάγονται σημαντικά οφέλη για το περιβάλλον και την κοινωνία, οφέλη για τον καταναλωτή, για τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Τα φωτοβολταϊκά εγγυώνται:

- Αθόρυβη λειτουργία
- Μηδενική ρύπανση
- Αξιοπιστία και διάρκεια ζωής μέχρι 30 χρόνια
- Ελάχιστη συντήρηση
- Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων (www.seners.gr)

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. (Αντωνοπούλου,2009)

Καλό είναι το φωτοβολταϊκό σύστημα που θα εγκατασταθεί να έχει ενταχθεί από την αρχή στο σχεδιασμό του σπιτιού. Μια συνολική μελέτη που να καλύπτει την εξοικονόμηση ενέργειας (μόνωση, έξυπνα παράθυρα, σκίαση κ.λπ.), τη θέρμανση και τον κλιματισμό και τις ανάγκες σε ηλεκτρισμό (με φωτοβολταϊκά), θα βοηθήσει να πετύχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα με το μικρότερο κόστος.

Τα περισσότερα κτίρια είναι κατάλληλα. Αρκεί να πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος χώρος χωρίς εμπόδια
- Να έχουν οι κατοικίες νότιο προσανατολισμό καθώς στον νότιο προσανατολισμό τα φωτοβολταϊκά έχουν την μέγιστη απόδοση.
- Να έχουν σωστή κλίση. Στην Ελλάδα η βέλτιστη κλίση είναι 30°.

(www.seners.gr)

Η χρήση των φωτοβολταϊκών πλαισίων ως λειτουργικά δομικά στοιχεία του κτιρίου διαμορφώνει νέες και οικονομικά ελκυστικότερες λύσεις. Σε αυτό συμβάλλει και η ανάπτυξη νέων ημιδιαφανών φωτοβολταϊκών πλαισίων που χρησιμοποιούνται στη θέση των υαλοπινάκων παρέχοντας παράλληλα ηλιοπροστασία και ηλιακή ενέργεια κατά τους θερινούς μήνες. Η ενσωμάτωσή τους στην πρόσοψη ή την οροφή του κτιρίου γίνεται με διάφορους τρόπους (ΚΑΠΕ,2011)

3.2 Γεωθερμία

Η Γεωθερμική ενέργεια είναι κάτι σχετικά καινούριο στην Ελλάδα και όχι πολύ διαδεδομένο. Πρακτικά η γεωθερμική ενέργεια είναι απεριόριστη καθώς προέρχεται από το εσωτερικό της γης και από την διάσπαση των φυσικών ισότοπων της.

Αποτελεί γηγενή, ανανεώσιμη, σχετικά φθηνή και επιπλέον «πράσινη» μορφή ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, με χαμηλές και υπό προϋποθέσεις μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα είναι ικανή να εφοδιάζει τους σταθμούς ενέργειας σε συνεχή βάση δίχως να απαιτείται αποθήκευση ή εφεδρικοί σταθμοί.

Όσον αφορά στη θέρμανση και την ψύξη των χώρων της κατοικίας, η οποία εφαρμόζεται εδώ και αρκετά χρόνια σε χώρες του δυτικού κόσμου, χρησιμοποιούνται κυρίως γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν εκμεταλλευόμενα τη σταθερή θερμοκρασία της γης με σκοπό να αντλούν ενέργεια και είτε να θερμαίνουν τους χώρους είτε να αποβάλλουν τη θερμότητα και να ψύχουν το κτίριο.

Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας είναι τεχνικοοικονομικά εφικτή εκεί όπου σε σχετικά μικρό βάθος υπάρχουν υδροπερατοί σχηματισμοί υψηλής θερμοκρασίας που περιέχουν νερό ή ατμό. Πρόκειται για τα γνωστά γεωθερμικά πεδία είτε υψηλής ενθαλπίας (πάνω από 150ο C), τα οποία είναι κατάλληλα για ηλεκτροπαραγωγή, είτε χαμηλής ενθαλπίας, όπου οι θερμοκρασίες είναι μικρότερες και η γεωθερμική ενέργεια είναι κατάλληλη μόνο για θερμικές χρήσεις.(Αντωνοπούλου,2009)

Τα ανοιχτού τύπου γεωθερμικά συστήματα εφαρμόζονται με την ανόρυξη υδρο-γεωτρήσεων άντλησης και επανεισαγωγής. Από την μία υδρογεώτρηση αντλούμε νερό και αφού το περάσουμε από την γεωθερμική αντλία θερμότητας το εισάγουμε ξανά στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα. Στα ανοιχτά γεωθερμικά συστήματα δεν μας ενδιαφέρει τόσο η ποιότητα του νερού (μπορούν κάλλιστα να λειτουργήσουν και με υφάλμυρο νερό) αλλά η σταθερή και συγκεκριμένη παροχή.

Οι εγκαταστάσεις κλειστού τύπου υλοποιούνται με την ταφή γεωσυλλεκτών ,δηλαδή σωλήνων στο εσωτερικό των οποίων ανακυκλοφορεί υδάτινο διάλυμα, οι οποίοι απάγουν την θερμοκρασία του εδάφους και την μεταφέρουν στην γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η ταφή των γεωσυλλεκτών μπορεί να πραγματοποιηθεί σε

οριζόντια, κωνική ή κάθετη διάταξη. Σε περίπτωση νεοαναγειρόμενης οικοδομής μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την εκσκαφή των θεμελίων και να τους τοποθετήσουμε κάτω από το μπετό καθαριότητας.

Συγκεκριμένα οι Γ.Α.Θ. συνδυάζουν μία αντλία θερμότητας με ένα γεωεναλλάκτη, ο οποίος περιλαμβάνει σωλήνες τοποθετημένους σε τάφρους μέσα στο έδαφος ή σε γεωτρήσεις, όπου κυκλοφορεί νερό σε κλειστό κύκλωμα. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η γεωθερμική αντλία θερμότητας αφαιρεί θερμότητα από το έδαφος και την προσθέτει στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Αυτή η διεργασία αναστρέφεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού προκειμένου να παρέχει ψύξη. Τα κατάλληλα συστήματα γι' αυτό το σκοπό είναι το ενδοδαπέδιο, τα αερόθερμα και η παροχή αέρα μέσω αεραγωγών. Η σχετική αδειοδότηση για τις αντλίες θερμότητας γίνεται με σχετικά απλή διαδικασία από τις Νομαρχίες. Σύμφωνα με στοιχεία του Κ.Α.Π.Ε, το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται σε 1200-1500 ευρώ/kWth και η διάρκεια ζωής τους είναι μεγαλύτερη από εκείνη των συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτείται ελάχιστη συντήρηση. (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεύχος 2516, 15/12/08)

3.3 Οικιακές Ανεμογεννήτριες

Οι εφαρμογές στον οικιακό τομέα μέχρι σήμερα είναι περιορισμένες αν και είναι ιδιαίτερα υποσχόμενες υπό προϋποθέσεις. Σήμερα, η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική σε πρώτο στάδιο και ακολούθως σε ηλεκτρική.

Εκτός από τα μεγάλα αιολικά πάρκα που αποτελούνται από μεγάλες ανεμογεννήτριες (800 kW – 3 MW) που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαθίστανται και οι μικρές ανεμογεννήτριες για εφαρμογές μικρής κλίμακας, κυρίως για την ικανοποίηση των οικιακών καταναλώσεων.

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών (400 W μέχρι 10 kW) συνιστάται εκτός αστικών περιοχών. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο για να εξασφαλίζεται η αποδοτική λειτουργία τους. (European Wind Energy Association www.ewea.org)

Η εγκαταστημένη ισχύς της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν. Για τις διαστάσεις της ανεμογεννήτριας ισχύουν τα εξής:

- Η διάμετρος αυξάνεται ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ύψος του ιστού που θα τοποθετηθεί.
- Το ύψος του ιστού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως εμπόδια περιβάλλοντος χώρου, το είδος της βάσης καθώς και από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή (Σκαραμαγκάς, 2011).
- Η ύπαρξη ικανοποιητικού αιολικού δυναμικού αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την αποδοτικότητα μιας ανεμογεννήτριας. Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, του κάθετου και του οριζόντιου άξονα.

Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται, οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1) **Αυτόνομες** (μη συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού). Απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς

ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

2) **Συνδεδεμένες** με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού .Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. εν χρειάζεται η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες, απαιτείται όμως η εγκατάσταση μετατροπέα δυνατότητα σύνδεσης της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο ή χρήση της παραγόμενης ενέργειας για ίδιες ανάγκες του υποστατικού.

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών παρατίθενται παρακάτω.

Πλεονεκτήματα:

- Έχουν αξιόπιστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Αποφυγή χρήσης ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν
- Μπορούν πολύ εύκολα να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές και να λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής

Μειονεκτήματα :

- Έχουν κόστος συντήρησης γιατί έχουν κινούμενα μέρη.
- Σχετικά θορυβώδη λειτουργία.
- Αμφιλεγόμενες απόψεις για την αισθητική τους όψη (Σκαραμαγκάς,2011).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μία ανεμογεννήτρια εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

- Επιφάνεια σάρωσης (προκύπτει από την διάμετρο του ρότορα . Μεγαλύτερη επιφάνεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ανακτώμενη ενέργεια
- Αιολικό δυναμικό της περιοχής (Ταχύτητα ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας

- Πυκνότητα του αέρα
- Απόδοση και συντήρηση της ανεμογεννήτριας (Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από μηχανικά κινούμενα μέρη και επομένως η σωστή συντήρηση και λίπανση της εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση.) (Σκαραμαγκάς,2011)

3.4 Ενεργειακά Τζάκια

Ένας έξυπνος τρόπος θέρμανσης με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η προσθήκη ενεργειακού τζακιού.

Τα ενεργειακά τζάκια διαθέτουν κλειστό θάλαμο καύσης και εναλλαγής θερμότητας για την ελεγχόμενη μεταφορά θερμότητας στον περιβάλλοντα χώρο. Τα τζάκια αυτά παρέχουν θερμότητα στο σπίτι απορροφώντας ψυχρό αέρα από σχισμές που βρίσκονται χαμηλά, κάτω από το θάλαμο καύσης. Ο αέρας αυτός θερμαίνεται από το θάλαμο καύσης, γίνεται ελαφρύτερος και εξέρχεται με φυσική ροή από αντίστοιχες σχισμές που βρίσκονται πάνω από το θάλαμο καύσης. Γειτονικά δωμάτια είναι δυνατό να θερμανθούν με τη χρήση βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα (βεντιλατέρ). Μερικά από τα ενεργειακά τζάκια διαθέτουν μηχανισμό επανάκαυσης των καπναερίων με δευτερογενή φλόγα αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους και μειώνοντας την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς στην καμινάδα.

Η προσθήκη ενεργειακού τζακιού είναι σαν μια ξυλόσομπα που σχεδιάστηκε να τοποθετηθεί στην εστία ενός συμβατικού τζακιού. Αποτελείται από ένα κλειστό θάλαμο καύσης ο οποίος περιβάλλεται από ένα μονωμένο κέλυφος που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά θερμότητας με φυσική ροή αέρα στον περιβάλλοντα χώρο. Το κόστος τους είναι ανάλογο με μιας ξυλόσομπας με τη διαφορά ότι δεν χρειάζεται η εγκατάσταση μπουριού μια και χρησιμοποιούν την ήδη υπάρχουσα καμινάδα.

Το τζάκι μεγάλης θερμικής μάζας βασίζεται σε διαφορετική αρχή λειτουργίας από τα ενεργειακά τζάκια κλειστού θαλάμου καύσης. Αξιοποιεί την παρουσία μεγάλης ποσότητας (θερμικής) μάζας τριγύρω από την εστία καύσης, συνήθως με τη μορφή πυρότουβλων. Η λειτουργία του τζακιού απαιτείται 1-2 φορές τη μέρα για να καλύψουν την ημερήσια θέρμανση ενός σπιτιού. Εκεί το ξύλο καίγεται γρήγορα και η φωτιά στη συνέχεια σβήνει. Όμως η θερμότητα που έχει

απορροφηθεί από τα πυρότουβλα συνεχίζει να θερμαίνει το χώρο για αρκετές ώρες μετά.

Το τζάκι είναι ένα σύστημα αναρρόφησης μεγάλων ποσοτήτων αέρος του εσωτερικού περιβάλλοντος του σπιτιού, δημιουργώντας την ανάγκη αναπλήρωσης τους.

Η χρήση αεροστεγών κουφωμάτων στις σύγχρονες κατοικίες προκαλεί υπό πίεση στο χώρο με αποτέλεσμα το γνωστό "κάπνισμα" του τζακιού.

Οι μεγάλοι ευρωπαϊκοί οίκοι τζακιών συνιστούν την τοποθέτηση τζακιού «αερόθερμης λειτουργίας» που εξασφαλίζει μια συνεχόμενη ροή εξωτερικού αέρα μέσα στο χώρο του τζακιού που πλέον ζεστός καταλήγει στο χώρο του δωματίου με τη βοήθεια περσίδων με φυσική ροή ή με χρήση βεντιλατέρ.(
<http://www.aenaon.net/gr/content/view/187/123/>)

3.5 Πράσινες Ταράτσες

Η φύτευση ταρατσών με φυτά είναι ένας ακόμα τρόπος εφαρμογής της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και έχει εφαρμογή κυρίως στο αστικό πεδίο όπου οι διαθέσιμοι χώροι είναι περιορισμένοι. Στην Γερμανία το 10% των κτιρίων φιλοξενεί ταράτσες με κήπους. Άλλωστε από την Γερμανία ξεκίνησε η εφαρμογή αυτής της πρακτικής. Στην Ελλάδα δεν είναι τόσο διαδεδομένη ακόμα η φύτευση των ταρατσών με εξαίρεση κάποια κρατικά κτίρια όπως το Υπουργείο Οικονομικών. Η φύτευση ταρατσών επιφέρει :

- Ενεργειακά –οικονομικά οφέλη: Οι πράσινες στέγες προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη στέγη, με αποτέλεσμα τη μείωση της διείσδυσης της θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον. Σε ένα καλά μονωμένο κτίριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται αισθητά. Σύμφωνα με έρευνες, η κατανάλωση μειώνεται κατά 10~20%.
- Περιβαλλοντικά οφέλη: Οι πράσινες στέγες σε μεγάλη κλίμακα βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας (καθώς παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη

σκόνη), ενώ αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της επίδρασης της αστικής νησίδας(αφορά στη διαφορά της θερμοκρασίας του κέντρου της πόλης με εκείνη των προαστίων). Παράλληλα μειώνουν τον θόρυβο, κατά περίπου 3 Db.

- Αισθητικά οφέλη: Αχρησιμοποίητοι και αντιαισθητικοί χώροι μετατρέπονται σε χώρους χρήσιμους, λειτουργικούς και όμορφους.
- Επενδυτικά οφέλη: Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και η αισθητική αναβάθμιση αποτελούν ισχυρά πλεονεκτήματα που ανεβάζουν την αξία των ακινήτων και ολόκληρων συνοικιών. (Περιοδικό ΤΕΕ, Τεύχος, 2517, 2008)

Κεφάλαιο 4ο – Κατασκευή μονοκατοικίας με βιοκλιματικό σχεδιασμό

4.1 Γενικά

Για τις ανάγκες της παρούσας άσκησης παρουσιάζουμε την κατασκευή μιας μονοκατοικίας με βιοκλιματικά χαρακτηριστικά. Η μονοκατοικία θα κατασκευαστεί στην περιφέρεια και συγκεκριμένα στην περιοχή της Αράχοβας στην Βοιωτία. Η κατασκευή θα γίνει με πέτρες και δεν θα χρησιμοποιηθεί καθόλου οπλισμένο σκυρόδεμα ενώ θα έχει στέγη κατασκευασμένη από ξύλινο πλαίσιο και κεραμίδια.

Στο σύνολο της ελληνικής παραδοσιακής αρχιτεκτονικής, γίνεται αντιληπτή η αξιοποίηση και η ενσωμάτωση, στην κατασκευή των οικισμών και των κτιρίων, των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος - μορφολογία εδάφους, κλιματικές συνθήκες, προσανατολισμός, βλάστηση, κλπ. Η αξιοποίηση των στοιχείων του φυσικού περιβάλλοντος κατά τον παραδοσιακό σχεδιασμό προέκυψε ως επίλυση αντίστοιχων αναγκών, δεδομένης της έλλειψης των σημερινών μέσων τεχνολογίας, ενώ ταυτόχρονα φανερώνει τη βαθιά γνώση των περιορισμών και των δυνατοτήτων του φυσικού περιβάλλοντος - αποτέλεσμα της μακραίωνης συμβίωσης των τοπικών κοινωνιών με τη φύση.

Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία οικισμών απόλυτα ενσωματωμένων στο τοπικό, φυσικό τους περιβάλλον, λειτουργικά και αισθητικά άρτιων. Μέχρι σήμερα η παραδοσιακή αρχιτεκτονική αποτελεί πολύτιμη πηγή γνώσεων και βάση αναφοράς για τη σύγχρονη βιοκλιματική δόμηση.

4.2 Βιοκλιματικά χαρακτηριστικά της κατοικίας

4.2.1 Προσανατολισμός

Το ελληνικό παραδοσιακό σπίτι χτίζεται κατά κανόνα με ΝΑ προσανατολισμό, προκειμένου να αξιοποιεί τον ήλιο. Με τον ίδιο τρόπο και σύμφωνα με τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής η μονοκατοικία που παρουσιάζουμε έχει νοτιοανατολικό προσανατολισμό. Έτσι, το καλοκαίρι παραμένει δροσερό και το χειμώνα, που ο ήλιος είναι χαμηλότερα, θερμαίνεται. Η διάταξη των επιμέρους όγκων του κτιρίου είναι τέτοια, ώστε να δημιουργεί σκιερές γωνιές (προστασία τους καλοκαιρινούς μήνες).

Οι πέτρινοι τοίχοι έχουν πάχος 0.60 - 0.80μ., γεγονός το οποίο εξασφαλίζει τη μόνωση του κτιρίου (ήπιες θερμοκρασιακές μεταβολές). Σε ορισμένες περιπτώσεις το πάχος φτάνει το 1.00μ. (όταν το ύψος του κτιρίου φτάνει τους 4-5 ορόφους ή για αμυντικούς λόγους). Η πέτρινη τοιχοποιία κατασκευάζεται συνήθως από ξερολιθιά (πέτρα χωρίς συνδετικό κονίαμα). Ωστόσο, οι λαϊκοί τεχνίτες επιμελούνται σε τέτοιο βαθμό την κατασκευή των αρμών ώστε το εσωτερικό του κτιρίου να προστατεύεται από τον άνεμο και τη βροχή. Οι διαχωριστικοί τοίχοι των κτιρίων (και οι εξωτερικοί στον όροφο, όταν το ισόγειο είναι πέτρινο ή σε ολόκληρο το κτίριο) κατασκευάζονται με ξύλινα πηγάκια, επιχρισμένα με ασβεστογυψοσοβά (τσατμάς). Ο τρόπος αυτός κατασκευής εξασφαλίζει ευλυγισία στο κτίριο και το κάνει ανθεκτικό στους σεισμούς. Σε ορισμένες περιπτώσεις οι εξωτερικοί τοίχοι επενδύονται εσωτερικά με ξύλο, όπως ξύλινα είναι τα δάπεδα και οι οροφές. Αυτό συμβάλει στη γρήγορη θέρμανση του εσωτερικού χώρου - συνήθως δε, χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα σανίδια για τη μεγαλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στο φωτογραφικό υλικό παρουσιάζεται το σχέδιο της κάτοψης της μονοκατοικίας

4.2.2 Στέγη

Η στέγαση της μονοκατοικίας γίνεται είτε με επικλινείς στέγες (ορεινές, πεδινές και παραθαλάσσιες περιοχές) είτε με επίπεδα δώματα (παράκτιες και νησιωτικές περιοχές). Οι κλίσεις των στεγών είναι ήπιες ενώ περιμετρικά του κτιρίου καταλήγουν σε γείσο (με σημαντικό πλάτος - 0.70 - 1.40μ.), το οποίο προστατεύει

από τη βροχή και τον ήλιο. Έτσι, τα παράθυρα σκιάζονται με ανοιχτά τα πατζούρια, ώστε να μπαίνει φως, ενώ παράλληλα μπορούν να μένουν ανοιχτά ώστε να αερίζεται το εσωτερικό του κτιρίου. Επιπλέον, το γείσο προστατεύει την εξωτερική τοιχοποιία του κτιρίου από τη βροχή (αποφυγή υγρασίας). Επίσης, όταν αντικρινά γείσα βρίσκονται πολύ κοντά το ένα με το άλλο, προστατεύουν και το δρόμο από τη βροχή και από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Τα επίπεδα δώματα χρησιμοποιούνται για τη συλλογή του βρόχινου νερού (από το δώμα, το νερό οδηγείται στα λούκια και από εκεί στις στέρνες, όπου αποθηκεύεται).

Τα μικρά παράθυρα τα οποία ανοίγονται στη βορινή πλευρά των κτιρίων εξασφαλίζουν επαρκή φωτισμό και αερισμό, ενώ ταυτόχρονα λειτουργούν θερμομονωτικά (μείωση θερμικών απωλειών).

Στο φωτογραφικό υλικό φαίνεται η όψη της κατοικίας όπου φαίνονται τα ανοίγματα της μονοκατοικίας και η κατασκευαστική λεπτομέρεια της κατασκευής της στέγης της κατοικίας.

4.2.3 Διάταξη χώρων και κατασκευαστικά στοιχεία

Στο παραδοσιακό σπίτι κατασκευάζονται χειμερινοί και θερινοί χώροι διαμονής, για την καλύτερη αντιμετώπιση των κλιματικών συνθηκών. Οι θερινοί χώροι κατασκευάζονται συνήθως στον όροφο και η εξωτερική τους τοιχοποιία γίνεται από τσατμά (με διάφορες παραλλαγές από περιοχή σε περιοχή). Σε αυτή τοποθετούνται μεγάλα ανοίγματα τα οποία εξασφαλίζουν επαρκή αερισμό (κυρίως το καλοκαίρι). Επιπλέον, στη βορινή πλευρά του κτιρίου τοποθετούνται χρήσιες όπως το μαγεριό και οι αποθήκες και μόνο ένα δωμάτιο ή μια αυλή στο οποίο διαμένουν κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Αντίθετα, οι περισσότεροι χώροι διημέρευσης είναι τοποθετημένοι στη νότια κυρίως πλευρά του κτιρίου - σε ορισμένες περιοχές και στη ΝΑ ή στη ΝΔ πλευρά.

Στην πρόσοψη του κτιρίου τοποθετούνται κρεβατίνες, στεγάδια, πέργκολες, εξώστες, με τρόπο ώστε να εμποδίζουν την υπερθέρμανση των τοίχων. Συχνά, στην κατασκευή των κτιρίων, χρησιμοποιείται το σαχνισί (αρχιτεκτονική προεξοχή). Ο ρόλος του, μεταξύ άλλων, είναι η επίτευξη του βέλτιστου ηλιασμού του αντίστοιχου χώρου (μεγάλα ανοίγματα). Επίσης χρησιμοποιείται τζάκι για την θέρμανση του χώρου τους

χειμερινούς μήνες ενώ θα μπορούσε να διερευνηθεί η χρησιμοποιήσει ενεργειακού τζακιού όπως αυτό παρουσιάστηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο.

4.2.4 Περιβάλλον χώρος και υλικά δόμησης

Στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου φυτεύονται δέντρα σε κατάλληλες θέσεις τα οποία προφυλάσσουν το κτίριο από τη ζέστη το καλοκαίρι με το φύλλωμά τους, ενώ το χειμώνα χάνουν τα φύλλα τους και επιτρέπουν στις ακτίνες του ήλιου να θερμαίνουν το κτίριο (φυλλοβόλα δέντρα). Στο φωτογραφικό υλικό φαίνεται η διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου.

Τα υλικά δόμησης στην ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική είναι τα υλικά του ίδιου του τόπου, στον οποίο δημιουργείται το κτίριο. Η πέτρα και το ξύλο αποτελούν τα βασικά δομικά υλικά, τα οποία ποικίλουν σε είδος και τρόπο χρήσης, ανάλογα με τις συνθήκες κάθε περιοχής. Στις ορεινές περιοχές χρησιμοποιείται κυρίως η πέτρα, τόσο για την εξωτερική τοιχοποιία, όσο και για την επικάλυψη της στέγης (σχιστόπλακα). Η χρήση του ξύλου γίνεται σε περιοχές όπου υπάρχει σε αφθονία (ορεινές και δασώδεις) και αφορά στις εσωτερικές τοιχοποιίες, τη βάση της στέγης, τις αρχιτεκτονικές προεξοχές (σαχνισιά), τα πατώματα, τα κουφώματα, τις σκάλες, κλπ. Εκτός από τα δύο αυτά υλικά χρησιμοποιούνται επίσης ο ασβέστης, το άχυρο (συνδετικό υλικό), οι πλίνθοι (ψημένοι στον ήλιο), οι πωρόλιθοι, τα τούβλα, το σίδηρο σε πολύ μικρές ποσότητες (κυρίως προστατευτικές σιδεριές στα παράθυρα), ο γύψος, το γυαλί (ανοίγματα), η άμμος, τα καλάμια, τα φύκια (μονωτικό υλικό), το αργιλόχωμα (νησιώτικοι οικισμοί). Σε ορισμένες περιοχές χρησιμοποιούνται ηφαιστειογενή πετρώματα, όταν υπάρχουν αντίστοιχα εδάφη στην περιοχή (π.χ. Σαντορίνη). Το λευκό χρώμα επίσης το οποίο χρησιμοποιείται στους νησιωτικούς οικισμούς συμβάλει στη μείωση της ποσότητας της θερμότητας η οποία απορροφάται από την εξωτερική επιφάνεια των τοίχων. Η αναζήτηση των υλικών στο άμεσο φυσικό περιβάλλον, αναγκαστική εξαιτίας της έλλειψης μέσων για την, από αλλού, μεταφορά τους, συμβάλει αφενός στην ελαχιστοποίηση του κόστους παραγωγής και την μείωση κατανάλωσης ενέργειας (μεταφορά υλικών), αφετέρου στην απόλυτη ενσωμάτωση των κτιρίων στο φυσικό τοπίο. (Κωστούλα, 2001)

4.3 Μέθοδοι κατασκευής από πέτρα

4.3.1 Ξηρά δόμηση

Η συγκεκριμένη μέθοδος κατασκευής τοιχωμάτων από πέτρα βασίζεται στην αρχή ότι οι πέτρες διατηρούν τη θέση τους χωρίς συνδετικό κονίαμα, καθώς το βάρος της πέτρας και η τριβή μπορούν να εξασφαλίσουν τη σταθερότητά της, εφόσον γίνει η κατάλληλη τοποθέτηση. Η κατασκευή τοιχωμάτων με τη μέθοδο αυτή δεν είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη.

Όσον αφορά στους αρμούς που σχηματίζονται, είναι προτιμότερο οι πέτρες να τοποθετούνται με τέτοιο τρόπο, ώστε να αποφεύγεται ο σχηματισμός συνεχών κατακόρυφων αρμών, οι οποίοι επιδρούν αρνητικά τόσο στην αισθητική όσο και στη στατικότητα της κατασκευής.

4.3.2 Με συνδετικό κονίαμα

Η μέθοδος αυτή διαφέρει από τη μέθοδο της ξηρής δόμησης ως προς το ότι η σταθερότητα του τοιχώματος δεν εξαρτάται από την τριβή της κάθε πέτρας αλλά από το συνδετικό κονίαμα που χρησιμοποιείται για τη στερέωση. Συνήθως χρησιμοποιείται τσιμεντοκονίαμα για να συνδεθούν οι πέτρες μεταξύ τους και να δημιουργηθεί ένα μονολιθικό τοίχωμα. Το συνδετικό κονίαμα που χρησιμοποιείται δεν πρέπει να είναι πολύ υδαρές για να αποφεύγεται η ρύπανση των εμφανών επιφανειών των λίθων με περισσεύματα κονιάματος.

Η συγκεκριμένη μέθοδος κατασκευής προϋποθέτει τοποθέτηση συμπαγούς στρώσης υποστρώματος, η οποία κατασκευάζεται συνήθως από σκυρόδεμα ή πέτρα, έτσι ώστε να περιοριστεί ο κίνδυνος σχηματισμού ρηγματώσεων λόγω καθιζήσεων. Επίσης, προβλέπεται η τοποθέτηση αγωγών αποστράγγισης, ώστε να μην εμποδίζεται η διέλευση του νερού δια μέσου του τοιχώματος.

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η σταθερότητα του τοιχώματος. Αποκλείεται ακόμη και η παραμικρή μετακίνηση κάποιας πέτρας, ενώ ταυτόχρονα εμποδίζεται η διέλευση ρύπων ανάμεσα από τις πέτρες.

4.3.3 Με πέτρες

Η δυνατότητα επένδυσης με φυσικές ή τεχνητές πέτρες, ώστε να παρουσιάζεται εξωτερικά η αισθητική της λιθοδομής, είναι επίσης πολύ διαδεδομένη, καθώς έχει μικρότερο κόστος και λιγότερο χρόνο κατασκευής. Η λίθινη επένδυση μπορεί να είναι επικολλημένη με συνδετικό κονίαμα κατά προτίμηση οικολογικό όπως αυτό παρουσιάστηκε στο 3^ο Κεφάλαιο, το οποίο μπορεί να είναι ενισχυμένο με ρητίνες και μεταλλικό πλέγμα. Στην περίπτωση αυτή το ίδιο βάρος της επένδυσης αναλαμβάνεται από την τοιχοποιία. Επίσης η λίθινη επένδυση μπορεί να κατασκευαστεί και κτιστή, ξεκινώντας από το επίπεδο του δαπέδου, έτσι ώστε να φέρει το ίδιο βάρος της και να μην επιβαρύνει την κατασκευή.

4.4 Τεχνική Έκθεση

4.4.1. Περιοχή Κατασκευής

Πρόκειται για Βιοκλιματική κατοικία που βρίσκεται στο Λιβάδι Παρνασσού, Δήμου Αράχοβας και συγκεκριμένα στη θέση «Γούπατα» και είναι εκτός σχεδίου.

Γενικά στοιχεία για την Περιοχή

Στις νότιες πλαγιές του Παρνασσού σε υψόμετρο 1.150 μ. και 5 χμ. ΒΔ της Αράχοβας απλώνεται το μεγαλύτερο και ωραιότερο οροπέδιο του Παρνασσού, που ανήκει στα διοικητικά όρια του δήμου Αράχοβας. Όμορφος τόπος, ήρεμος, στο κέντρο της γης, ένα βλέμμα ψηλά από τα βράχια των Φαιδριάδων και λίγα λεπτά από τις κολώνες του Απόλλωνα.

Το Λιβάδι Αράχοβας είναι ο κατοπτήριος χώρος προς το μαντείο των Δελφών και δυτικά το Κωρύκειο Άντρο, το ξακουστό σπήλαιο όπου ο θεός Απόλλωνας παραχωρεί τη θέση του στον Διόνυσο και οι Παιάνες δίνουν τη θέση τους στο διθύραμβο, ενώ οι Βάκχες ξεκινούν τους Διονυσιακούς χορούς.

Το Λιβάδι τα παλαιότερα χρόνια αποτέλεσε τον αποκλειστικό τροφοδότη της Αράχοβας σε κτηνοτροφικά και γεωργικά προϊόντα και ήταν γνωστό ως «Καλύβια».

Με τη δημιουργία όμως των χιονοδρομικών κέντρων του Παρνασσού, αποτέλεσε τον μοχλό οικονομικής ανάπτυξης της περιοχής με τη γη που πήρε τεράστια αξία και την κατασκευή εκατοντάδων εξοχικών κατοικιών τύπου σαλέ, καθίσταται η περιοχή ως μοναδικό χειμερινό προορισμό, ένα μόλις βήμα από την Αράχοβα και τα χιονοδρομικά κέντρα του Παρνασσού.

Η Αράχοβα και το γειτονικό Λιβάδι αποτελούν κατά παράδοση τους πλέον δημοφιλείς προορισμούς του χειμερινού τουρισμού και πολλοί είναι αυτοί που χαρακτηρίζουν την περιοχή ως τη «Μύκονο του χειμώνα». Η απόσταση των 219 χλμ. που χωρίζουν την Αράχοβα από την Αθήνα αποδεικνύεται πολύ μικρή, ενώ το φυσικό

κάλος της περιοχής την καθιστά ιδανική επιλογή για αγορά εξοχικής κατοικίας, κλάδος που τα τελευταία χρόνια έχει γνωρίσει αλματώδη ανάπτυξη.

Η οικοδομική δραστηριότητα ήταν έντονη στην περιοχή και ο αριθμός των κατασκευαστών που δραστηριοποιούνταν πριν την οικονομική κρίση μεγάλος. Στην περιοχή κυριαρχούν οι πέτρινες κατασκευές, αλλά τα τελευταία χρόνια οι ξύλινες κατοικίες, οι λεγόμενες φινλανδικές, αποδεικνύονται ιδιαίτερα δημοφιλείς, λόγω κυρίως του μικρότερου κόστους. Η ζήτηση εστιάζει κυρίως σε μονοκατοικίες, αν και τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς τα συγκροτήματα, που προσφέρουν συνήθως κατοικίες πολυτελούς κατασκευής. Η τιμή πώλησης του τετραγωνικού μέτρου εντός της ζώνης της Αράχοβας, κινείται μεταξύ 1.500 και 3.000 ευρώ, για πέτρινες κατασκευές, ενώ για τις φινλανδικές μεταξύ 1.500 και 2.300 ευρώ/τ.μ. Τα στοιχεία που καθορίζουν την αξία της κατοικίας είναι η θέση, η ποιότητα κατασκευής, η ατομικότητα που εξασφαλίζει και το πόσο κοντά στο δάσος είναι. Έτσι, στο Λιβάδι για παράδειγμα, η δεξιά πλευρά –που «ανεβαίνει» προς το βουνό– είναι αισθητά ακριβότερη της αριστερής.

Η ζήτηση κορυφώθηκε στη διάρκεια του 1999-2000 και εν συνεχεία ακολούθησε πτωτική πορεία. Η χρηματιστηριακή κρίση έπληξε την αγορά της παραθεριστικής κατοικίας, ενώ δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι για πολλούς η κατοικία στο βουνό αποτελεί το δεύτερο εξοχικό δεδομένου ότι αυτό σε παραθαλάσσια περιοχή ή νησί εξακολουθεί να αποτελεί προτεραιότητα..

Τοπικοί μεσίτες υποστηρίζουν ότι το τελευταίο διάστημα στην Αράχοβα το ενδιαφέρον στρέφεται στις ενοικιάσεις κατοικιών για τη διάρκεια της χειμερινής σεζόν, που διαρκεί από τα τέλη Οκτωβρίου μέχρι τον Απρίλιο περίπου. Για κατοικία 50-60 τ.μ το ενοίκιο της σεζόν ανέρχεται σε περίπου 4.500 ευρώ. Αντιθέτως στο Λιβάδι η κυρίαρχη τάση είναι αυτή της αγοράς. Σύμφωνα με τους μεσίτες τα τελευταία χρόνια τα οικοπέδα εμφανίζουν τη μεγαλύτερη ζήτηση, ενώ η αγορά κατοικίας εμφανίζει κάμψη με τις αξίες να κινούνται ελαφρώς πτωτικά.

Αντιθέτως, αυτές των οικοπέδων κοιτούν ολοένα και ψηλότερα. Η μέση τιμή του στρέμματος στο Λιβάδι εκτιμάται στα 30.000 ευρώ/στρέμμα όπως και στον Επτάλοφο, ενώ στο Ζέμενο υποχωρεί στα 15.000 ευρώ/ στρέμμα.

Η ταχύρυθμη ανάπτυξη των τελευταίων ετών σε Αράχοβα και Λιβάδι έχει φέρει την περιοχή στα όρια του κορεσμού με αποτέλεσμα μεγάλο μέρος της ζήτησης στρέφεται

στο Πολύδροσο, που αποτελεί την «αναδυόμενη» αγορά στην περιοχή με σαφώς χαμηλότερες τιμές (περίπου 600.000/τ.μ) σε σύγκριση με Αράχοβα και Λιβάδι.

Η κατοικία βρίσκεται βόρεια πλευρά του οικοπέδου με νοτιοανατολικό προσανατολισμό και είναι εμβαδού 44,84 τ.μ.. Αποτελείται από ένα (1) υπνοδωμάτιο, ένα (1) λουτρό και έναν ενιαίο χώρο (καθιστικό – κουζίνα – τραπεζαρία).

Για τον υπολογισμό του κόστους κατασκευής το έργο διαχωρίζεται σε τέσσερις φάσεις και περιγράφονται ως εξής:

ΦΑΣΗ Α' - από έναρξη εργασιών μέχρι πέρασ σκελετού

ΦΑΣΗ Β' - από τούβλα μέχρι πέρασ κεραμοσκεπής

ΦΑΣΗ Γ' - αποπεράτωση οικοδομής

ΦΑΣΗ Δ' - Ανανεώσιμες πηγες ενεργείας

Το κόστος ανά ομάδα φάσεων κατασκευής, με βάση τις τιμές μονάδος όπως αυτές διαμορφώθηκαν από το ΥΠ.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. για το έτος 2012, είναι:

ΦΑΣΗ Α'

Από έναρξη εργασιών μέχρι πέρασ σκελετού:.....500€/τ.μ

ΦΑΣΕΙΣ Α' ΚΑΙ Β'

Από έναρξη εργασιών μέχρι πέρασ κεραμοσκεπής και σοβάδων:820€/τ.μ

ΦΑΣΕΙΣ Α', Β' ΚΑΙ Γ'

Ολοκλήρωση κατασκευής κατοικίας:.....1.300€/τ.μ

ΦΑΣΗ Δ'

Τοποθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενεργείας.....17.000€

Αναλυτικά, τα στάδια κατασκευής για κάθε μία φάση εργασίας είναι:

ΦΑΣΗ Α'

Χωματουργικές εργασίες

- Εκσκαφές θεμελίων
- Επιχώσεις θεμελίων
- Επιχώσεις περίξ οικοδομής

Υδραυλικές εργασίες

- Εκσκαφή βόθρου
- Αγορά & τοποθέτηση βόθρου
- Σωληνώσεις αποχέτευσης στο δάπεδο του υπογείου

Ηλεκτρικές εργασίες

- Θεμελιακή γείωση έργου
- Εργοταξιακό ρεύμα οικοδομής
- Κουτιά φωτιστικών

Εργασίες Μονώσεων

- Θερμομόνωση υποστυλωμάτων και δοκών του σκελετού με εξηλασμένη πολυστερίνη Fibran
- Αντισεισμικοί αρμοί

Εργασίες Μπετό

- Μπετό καθαριότητας στο δάπεδο της τελικής εκσκαφής

ΦΑΣΗ Β'

Οικοδομικές εργασίες

- Μπατικές λιθοδομές εξωτερικές
- Τοιχοποιίες εσωτερικές μονές δρομικές
- Οπλισμένα σενάζ τοίχων μέσα και έξω
- Κατασκευή τζακιού
- Καπνοδόχοι τζακιού
- Σοβάδες μέσα
- Πλέγματα σοβατίσματος μέσα

Μονώσεις

- Θερμομόνωση στέγης ή ταράτσας με Fibran

Υδραυλικές εργασίες

- Πλήρες δίκτυο ύδρευσης σε λουτρά ,WC και κουζίνα
- Πλήρες δίκτυο αποχέτευσης κτιρίου
- Πλήρες δίκτυο όμβριων (υδρορροές)

Ηλεκτρικές εργασίες

- Ηλεκτρική εγκατάσταση σωληνώσεων στην οικοδομή για ισχυρά ρεύματα
- Ηλεκτρική εγκατάσταση σωληνώσεων για συναγερμό, τηλέφωνο, τηλεόραση, κουδούνι.

Ξύλινη στέγη

- Ξύλινος σκελετός στέγης
- Προστασία ξυλείας έναντι μυκήτων
- Κεραμιδιά κόκκινα
- Απορροές

ΦΑΣΗ Γ'

Υδραυλικές εργασίες

- Αγορά και τοποθέτηση ειδών υγιεινής και αξεσουάρ
- Αγορά και τοποθέτηση νεροχύτη
- Αγορά και τοποθέτηση μπαταριών σε λουτρά και κουζίνα

Ηλεκτρικές εργασίες

- Συρμάτωση όλου του ηλεκτρικού δικτύου της οικοδομής (ισχυρά και ασθενή ρεύματα)
- Ηλεκτρικοί πίνακες
- Πρίζες – διακόπτες – ρελέ προστασίας

Δάπεδα – Χρώματα

- Πλακάκια λουτρών με 25€/m² (από PORCELANA ή ΚΥΠΡΙΩΤΗ)
- Σπατουλαριστά στους εσωτερικούς τοίχους
- Πλαστικά χρώματα μέσα

Ευλουργικές εργασίες

- Κουζίνα
- Ντουλάπες σε κάθε υπνοδωμάτιο
- Εσωτερικές πόρτες
- Θωρακισμένη εξώπορτα

ΦΑΣΗ Δ'

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

- Ηλιακός θερμοσίφωνας
- Ενεργειακό τζάκι
- Γεωθερμία

Έτσι, λοιπόν, ο προϋπολογισμός για κάθε κατοικία ξεχωριστά και έπειτα από προμέτρηση των εργασιών/ υλικών κατασκευής των εν λόγω κατοικιών, διαμορφώνεται ως εξής:

Για την κατοικία (44,84 τ.μ.): το κόστος κατασκευής ανέρχεται στο ποσό των 59.292 Ευρώ, των ΑΠΕ 17.000 Ευρώ και το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 76.292 Ευρώ.

Στην τιμή αυτή δεν περιλαμβάνεται το κόστος διαμόρφωσης περιβάλλοντα χώρου ούτε το κόστος οικοδομικών αδειών.

Συμπεράσματα

Μια μικρή ιστορική αναδρομή στους τρόπους δόμησης θα μας έδειχνε πως τα περισσότερα χρόνια οι άνθρωποι χτίζανε με υλικά που μπορούσαν να βρουν στον τόπο τους και ακολουθούσαν παραδοσιακές τεχνικές. Με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και κυρίως με την χρήση του σκυροδέματος, τα τελευταία 100 χρόνια η δόμηση έγινε σχεδόν όμοια σε όλο τον κόσμο αλλά επιβάρυνε δυσανάλογα το περιβάλλον.

Την δεκαετία του 1980 άρχισαν να μπαίνουν στην συζήτηση έννοιες όπως περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και ο άνθρωπος να αρχίζει να νοιάζεται για την καταστροφή του περιβάλλοντος. Ταυτόχρονα η οικολογική προσέγγιση στον τομέα της δόμησης άρχισε να γίνεται πιο ενεργή. Κατά αυτό τον τρόπο λοιπόν ξεκίνησαν οι έρευνες πάνω σε ιδέες για την εξοικονόμηση ενέργειας και της βιωσιμότητας ενός κτιρίου.

Η έννοια της βιοκλιματικής δόμησης είναι μεν πρωτοεμφανιζόμενη σαν όρος, αλλά πρακτικά ξεκινά από τα παραδοσιακά κτίσματα των παλιότερων εποχών (χωρίς τότε να υπάρχει η συγκεκριμένη ονομασία, ή οι άλλες που ακούγονται σήμερα, όπως βιώσιμο κτίριο, οικολογικό κτίριο, πράσινο κτίριο, έξυπνο κτίριο) και κατά κάποιον τρόπο οδηγούμαστε πάλι προς τα εκεί.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σήμερα επιτακτική ανάγκη για τις περισσότερες αναπτυγμένες κοινωνίες. Στην Σουηδία ήδη όσοι επιθυμούν να χτίσουν μία κατοικία απαραίτητη προϋπόθεση είναι να κατέχουν ενεργειακά πιστοποιητικά οι ιδιοκτήτες. Αυτά τα πιστοποιητικά μπορεί να τα βγάλει κάποιος με μία απλή διαδικασία που γίνεται μέσα από συγκεκριμένη ιστοσελίδα του αντίστοιχου Υπουργείου Ανάπτυξης της Σουηδίας. Το πιστοποιητικό αυτό δίδεται δωρεάν και ταυτόχρονα προτείνονται στον ιδιοκτήτη παρεμβάσεις που πρέπει να γίνουν για να βελτιωθεί η κατασκευή του κτιρίου. Σήμερα αντίστοιχες ενέργειες γίνονται και στη Ελλάδα με το ενεργειακό πιστοποιητικό που απαιτείται για τα υφιστάμενα κτίρια ενώ για να κτίσει κάποιος ένα σπίτι απαιτείται το ενεργειακό πιστοποιητικό.

Ασφαλώς η βιοκλιματική αρχιτεκτονική από μόνη της δεν κάνει θαύματα και θα πρέπει να υπάρχει και περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση και από τους πολίτες ενώ και οι ένοικοι των βιοκλιματικών κατοικιών θα πρέπει να ξέρουν πως να χρησιμοποιούν τις βιοκλιματικές παρεμβάσεις.

Η ποιότητα ζωής σ' ένα βιοκλιματικό σπίτι δεν συγκρίνεται με αυτήν του συμβατικού, όσα μηχανήματα κι αν έχουμε εφοδιαστεί για να το φωτίζουμε, να το αερίζουμε, να το ζεσταίνουμε, να το κρυνώνουμε .

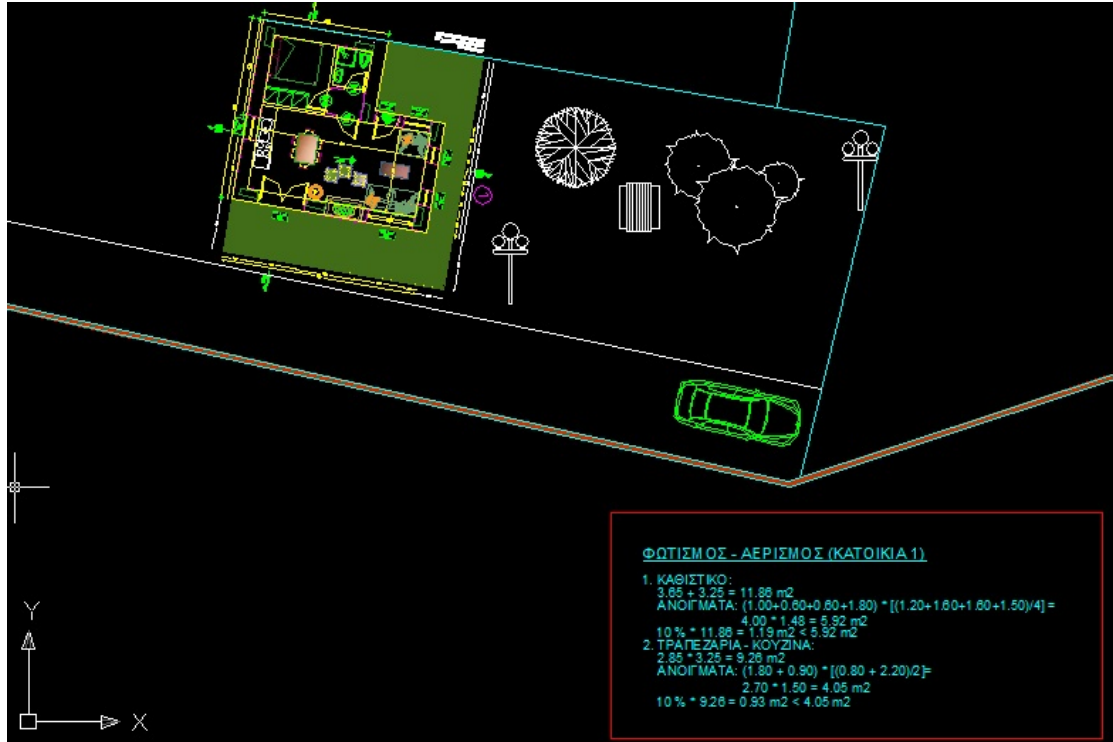
Σύμφωνα και με τις Καλογήρου και Σαγιά (2009) η θεωρία της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής αποτελεί κομμάτι της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής και για αυτό για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας χρησιμοποιήσαμε σαν παράδειγμα ένα παραδοσιακό σπίτι χτισμένο με τις βιοκλιματικές αρχές δόμησης. Τα πλεονεκτήματα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής θα μπορούσαν να συνοψιστούν στα παρακάτω:

- Καλύτερη ποιότητα θερμομόνωσης και αερισμού
- Λιγότερα έξοδα συντήρησης
- Σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας για ψύξη και θέρμανση
- Οικονομικά οφέλη όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας
- Καλύτερη ποιότητα ζωής
- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο καθώς δεν περιέχουν τοξικά υλικά και τα υλικά δόμησης είναι κατά πολύ μεγάλο ποσοστό ανακυκλώσιμα
- Βελτίωση του μικροκλίματος με την ανάλογη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου ή με την φύτευση πάνω στην στέγη
- Χρήση ΑΠΕ με ταυτόχρονη μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καυσίμων και επιβλαβών εκπομπών για το περιβάλλον.

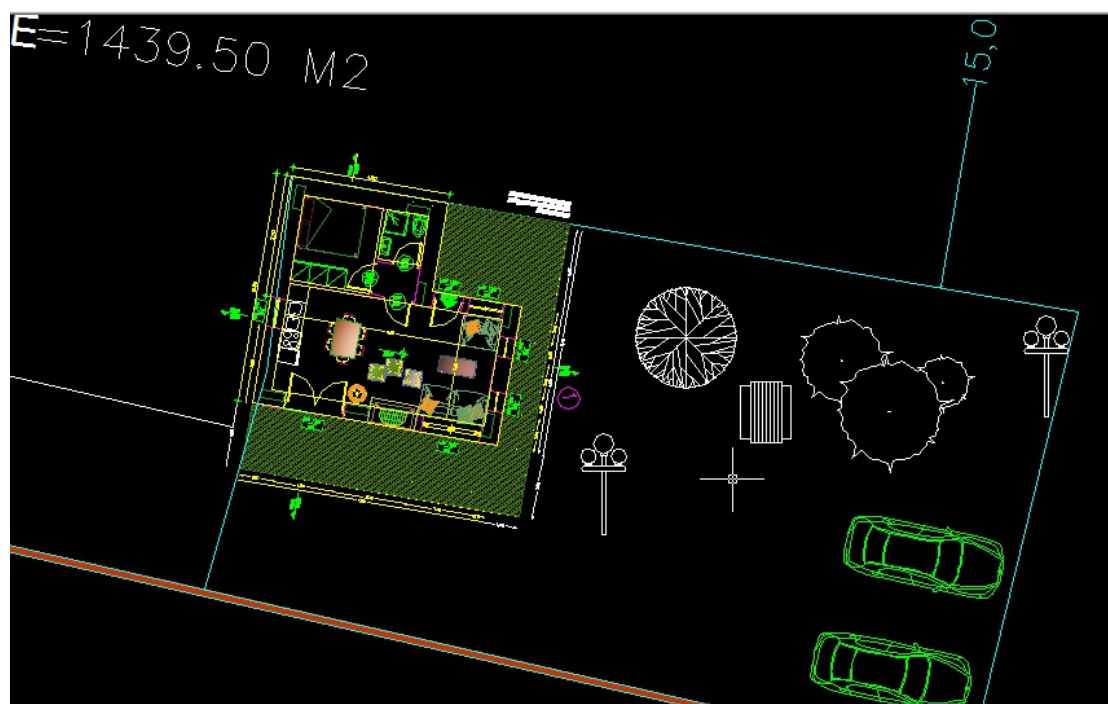
Κάτοψη Κατοικίας -Φωτισμός-Αερισμός - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1



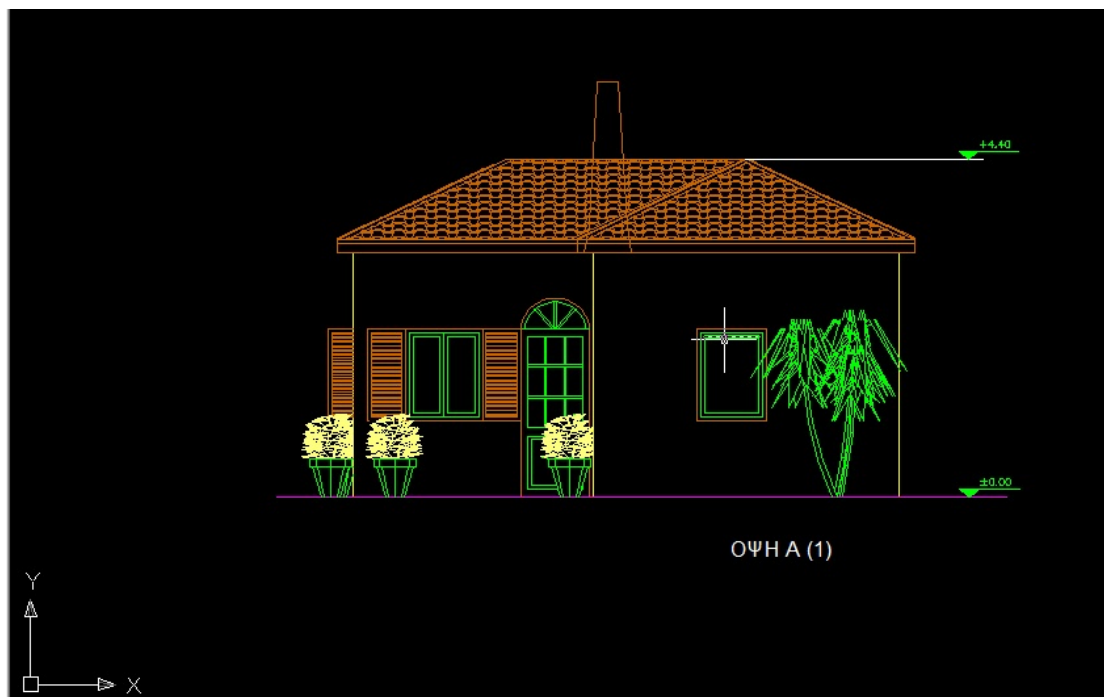
Κάτοψη Κατοικίας -Φωτισμός-Αερισμός - ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2



Κάτοψη Κατοικίας - Διαμόρφωση Περιβάλλοντα χώρου



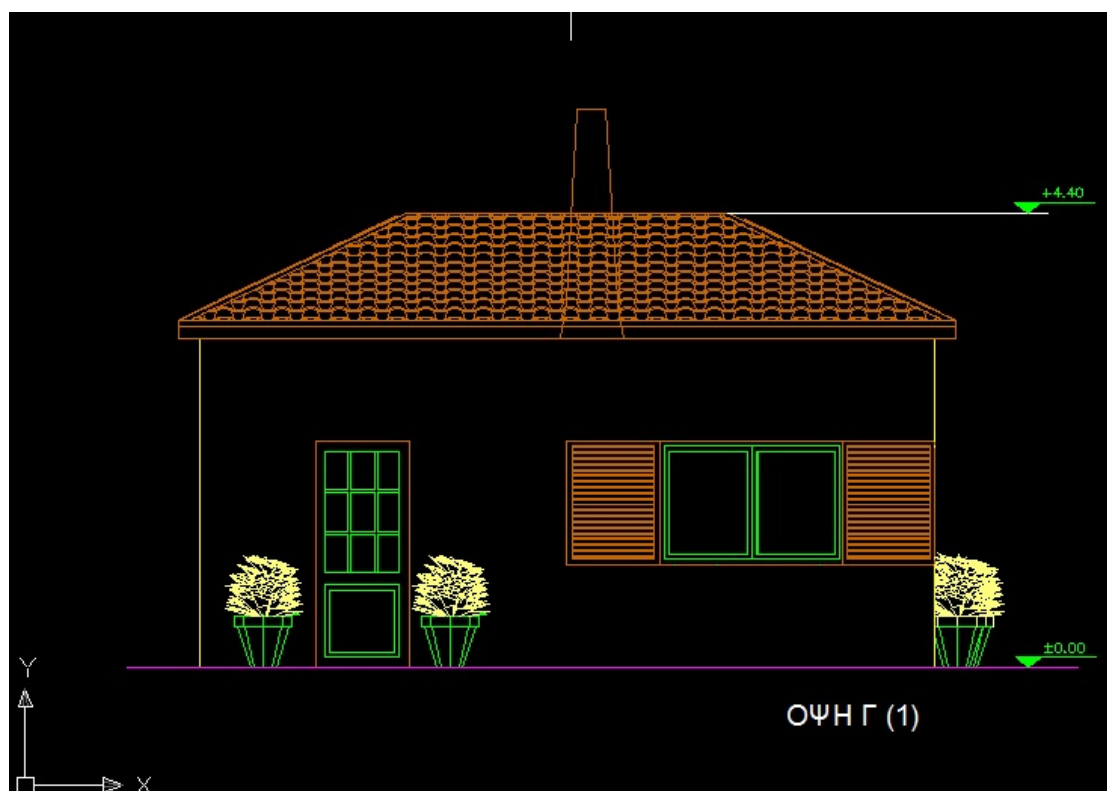
ΟΨΗ Α



ΟΨΗ Β



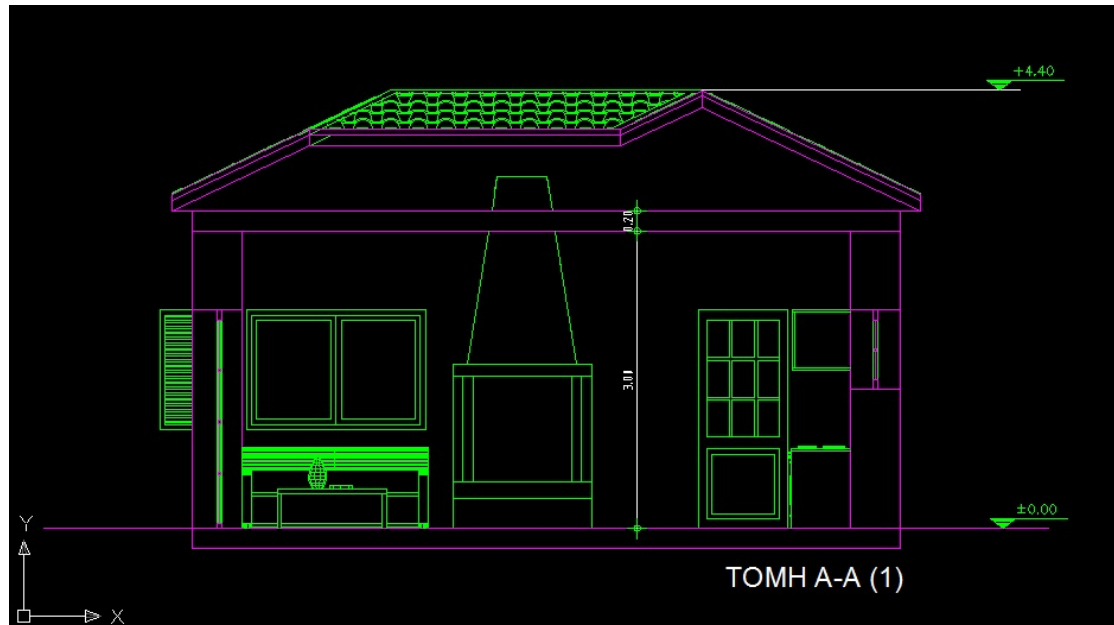
ΟΨΗ Γ



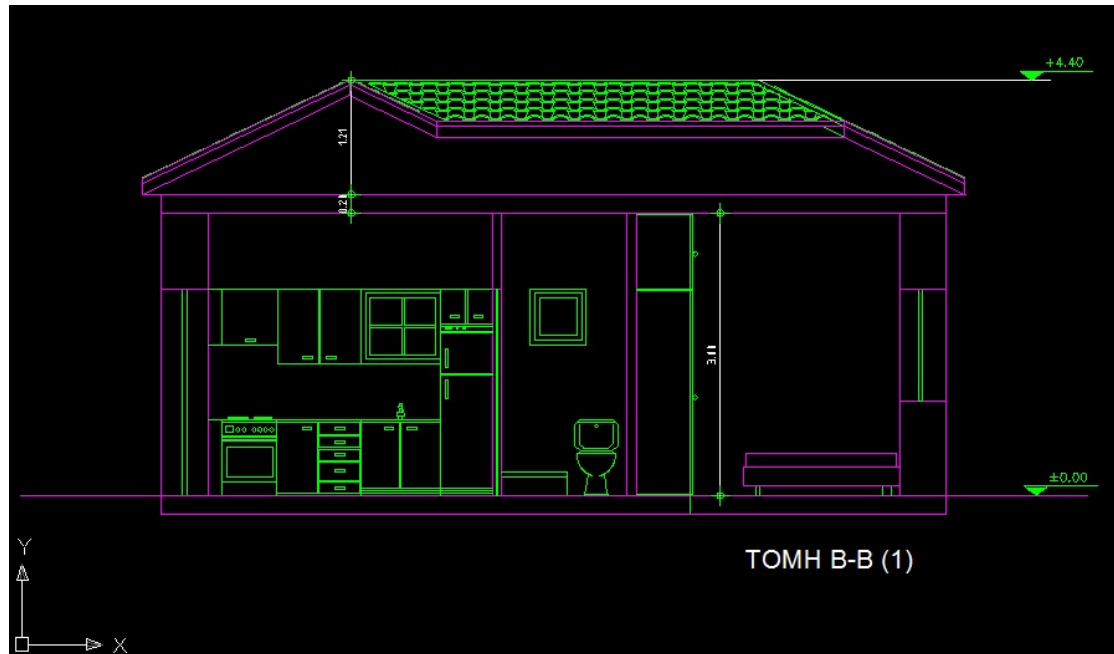
ΟΨΗ Δ



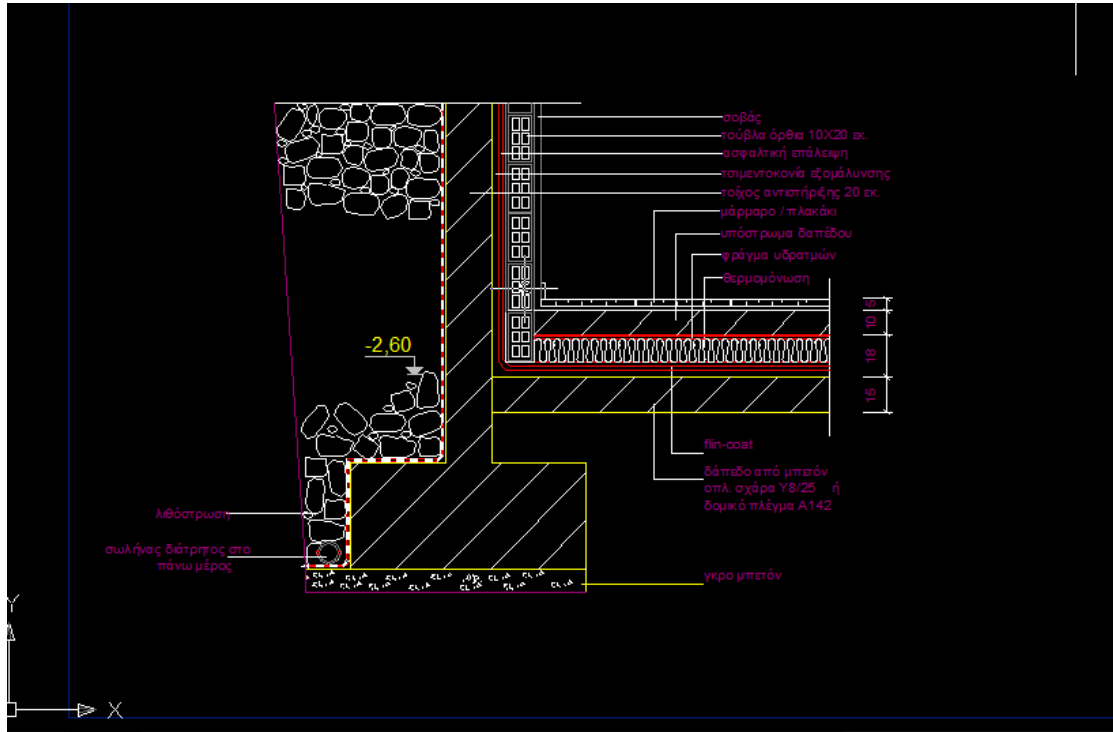
ΤΟΜΗ Α-Α



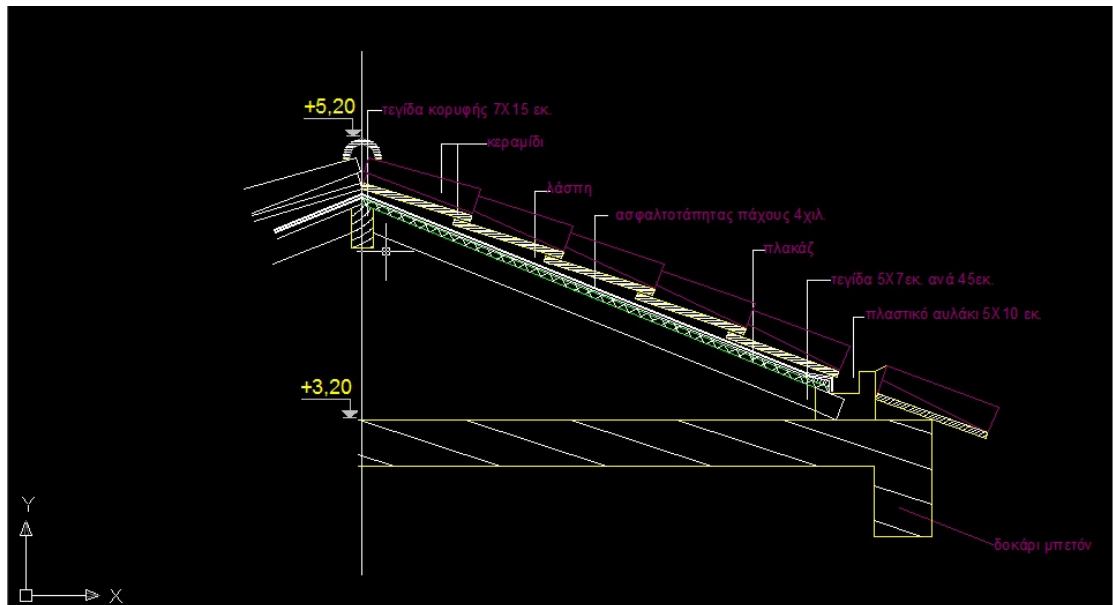
ΤΟΜΗ Β-Β



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 1



ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΛΕΠΤΟΜΕΡΙΕΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 2



Βιβλιογραφία

- ❖ Κεσίδου, Σ., *Βιωσιμότητα στις κατασκευές & μέθοδοι αξιολόγησης: Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση*, Κτίριο: Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, τ.7, Αθήνα, 2009.
- ❖ Καλογήρου, Χ., *Διερεύνηση των βιοκλιματικών χαρακτηριστικών της Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής του Μετσόβου και δυνατότητες προσαρμογής σύγχρονων τρόπων δόμησης*, Μεταπτυχιακή Διατριβή, Ε.Μ.Π., Μέτσοβο, 2009.
- ❖ Μάλλιαρης Γ, *Ενεργειακός Σχεδιασμός Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες*, Για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Αθήνα, 2009
- ❖ Ιωάννης Παλαβράς, *Ανάπτυξη Ηλιακών Παραβολικών Κατόπτρων Σημειακής Εστίασης Χαμηλού Κόστους*, Μεταπτυχιακή διατριβή, Ξάνθη 2005
- ❖ Τσίππρας Θ. & Κ., *Οικολογική Αρχιτεκτονική*, Εκδόσεις Κέδρος, Αθήνα 2005,
- ❖ *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα*, ΚΑΠΕ, Αθήνα, 2011
- ❖ Περιοδικό ΤΕΕ, Τεύχος 2516, Αθήνα, 2008
- ❖ Περιοδικό ΤΕΕ, Τεύχος, 2517, Αθήνα, 2008
- ❖ Σ. Κωστούλα, *Η Συμβολή της Ελληνικής Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής στο Σύγχρονο Βιοκλιματικό Σχέδιο στην Ελλάδα*, Δημοσίευση στο 2ο Διεπιστημονικό Συνέδριο του Μετσόβιου Κέντρου Διεπιστημονικής Έρευνας (ΜΕ.Κ.Δ.Ε) του Ε.Μ.Π. στο Μέτσοβο, 2001.
- ❖ Αντωνοπούλου Σ, *Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και βιώσιμη ανάπτυξη-Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2009

- ❖ Ανεμοδούρα Ν,-Χριστακοπούλου Ρ, *Η αρχιτεκτονική ένταξη των βιοκλιματικών συστημάτων στην κατοικία*, Διάλεξη στην Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ,Αθήνα,2008
- ❖ Χεγκάζι Κατερίνα, *Βιοκλιματική δόμηση και Βιώσιμη ανάπτυξη-Μέθοδοι και παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*,ΕΜΠ,Αθήνα,2009
- ❖ Καλογήρου Χρ,- Σαγιά Α, Διερεύνηση των Βιοκλιματικών Χαρακτηριστικών της Παραδοσιακής Αρχιτεκτονικής του Μετσόβου – Δυνατότητες Προσαρμογής Σύγχρονων Τρόπων Δόμησης, Αθήνα,2009
- ❖ Σκαραμαγκάς Χ, Έρευνα και Ανάπτυξη Συνδυαστικών Μοντέλων ΑΠΕ με Εφαρμογή στις Σύγχρονες Κτηριακές Εγκαταστάσεις (Βιοκλιματική Κατοικία),Τμήμα Ηλεκτρολογίας, ΑΤΕΙ Κρήτης,Ηράκλειο,2011
- ❖ Σταμάτης Πέρδιος, *Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας* , Τόμος Α, Τεκδοτική, Αθήνα 2007.

Πηγές από το Internet

- ❖ European Wind Energy Association www.ewea.org
- ❖ (<http://www.aenaon.net/gr/content/view/187/123/>)