



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΙΚΡΗΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ



ΟΝΟΜΑ : ΚΟΥΤΣΙΑΝΟΣ ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ

Α.Μ.: 3055

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2017





Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Summary.....	6
Εισαγωγή.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακή Πολιτική	14
1.1 Εισαγωγή στον βιοκλιματικό σχεδιασμό	14
1.2 Ενεργειακή πολιτική σχετικά με τον κτιριακό τομέα	16
1.2.1 Κοινοτικό νομικό πλαίσιο.....	16
1.2.2 Εθνικό νομικό πλαίσιο.....	19
1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)	24
Κεφάλαιο 2 - Βιοκλιματικός Σχεδιασμός	26
2.1 Βιοκλιματική δόμηση	26
2.2 Κτίριο και κλίμα.....	28
2.3 Κτίριο και ενέργεια.....	28
2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και κλίμα	29
2.5 Κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου	30
2.6 Σκιασμός.....	32
2.7 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης.....	34
2.8 Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού	37
2.9 Ενεργητικά συστήματα.....	40
2.10 Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα.....	42
Κεφάλαιο 3 - Μελέτη Σχεδιασμού Βιοκλιματικής Κατοικίας.....	46
3.1 Σχεδιασμός Κατοικίας	46
3.1.1 Προσανατολισμός και χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο.....	50
3.1.2 Κτιριακή μορφή	51
3.1.3 Περιβάλλοντας χώρος	51
3.1.4 Εσωτερική οργάνωση και λειτουργική διάρθρωση	51
3.1.5 Ανοίγματα.....	52
3.1.6 Στέγη	53
3.1.7 Σκιασμός του κτιρίου.....	54
3.1.8 Υλικά δόμησης.....	55



3.1.9 Φυσικός αερισμός.....	56
3.1.10 Τοιχοποιία	57
3.1.11 Δάπεδο	58
3.1.12 Χρώματα κατοικίας	58
3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων	59
3.2.1 Θερμικές Απώλειες.....	60
3.2.2 Ψυκτικά φορτία.....	61
3.3 Ισχύς ηλιακής ακτινοβολίας	64
3.4 Συμπεριφορά κατοικίας το καλοκαίρι	64
3.5 Σύστημα θέρμανσης-ψύξης	65
Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα	66
Βιβλιογραφία	68



Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του ΤΕΙ Κρήτης. Αρχικά, πραγματοποιείται μια εισαγωγή για την βιοκλιματική αρχιτεκτονική και αναφέρεται συνοπτικά το πως υλοποιείται στις κατοικίες. Στο πρώτο κεφάλαιο, εφόσον τονιστεί η σημασία του Βιοκλιματικού σχεδιασμού γίνεται μια εκτενής αναφορά στην ενεργειακή πολιτική σχετικά με τον κτιριακό τομέα, τόσο στην Ευρωπαϊκή Ένωση, όσο και στην Ελλάδα. Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο, στο οποίο πραγματοποιείται μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού. Συγκεκριμένα, αναλύονται οι βασικές αρχές της βιοκλιματικής δόμησης, η αλληλεπίδραση του κτιρίου με το κλίμα της περιοχής, σημαντικά στοιχεία όσον αφορά την κατανάλωση ενέργειας των βιοκλιματικών κατοικιών, στοιχεία όσον αφορά την κατάλληλη χωροθέτηση καθώς και τον σκιασμό μιας βιοκλιματικής κατοικίας καθώς και γενικές πληροφορίες για τα παθητικά και ενεργητικά συστήματα κλπ. Στο τέλος, αναλύεται η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα, όσον αφορά τον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Στο επόμενο κεφάλαιο που ακολουθεί, το οποίο αποτελεί και το κυρίως θέμα της πτυχιακής εργασίας, παρουσιάζεται αναλυτικά ο σχεδιασμός της μικρής βιοκλιματικής κατοικίας στην περιοχή της Κοζάνης. Έπειτα εξετάζονται τα διάφορα στοιχεία τα οποία εκλέχθηκαν όσον αφορά την κατασκευή της κατοικίας και συγκεκριμένα, τον προσανατολισμό του κτιρίου, την χωροθέτηση του, την μορφή του, τον περιβάλλοντα χώρο, την εσωτερική οργάνωση και λειτουργική διάρθρωσή του κλπ. Στη συνέχεια ακολουθεί ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων του κτιρίου. Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.



Summary

This thesis was developed within the framework of the Department of Mechanical Engineering of TEI of Crete. Initially, an introduction is made for bioclimatic architecture and it briefly outlines how it is implemented in the dwellings. In the first chapter, emphasizing the importance of Bioclimatic design, an extensive reference is made to energy policy on the building sector, both in the European Union and in Greece. Below is the second chapter, which provides an extensive bibliographic review of Bioclimatic Design. In particular, the basic principles of bioclimatic construction, the interaction of the building with the climate of the area, important elements regarding the energy consumption of bioclimatic dwellings, data on the appropriate siting and shading of a bioclimatic residence, as well as general information on passive and active systems, etc. Finally, the present situation in Greece is analyzed in terms of bioclimatic design. In the next chapter, which is the main theme of the dissertation thesis, the design of the small bioclimatic residence is presented in detail. Then the various elements that have been chosen for the construction of the dwelling are examined, namely the orientation of the building, its siting, its form, the surrounding space, its internal organization and its functional structure, etc. Below is the calculation of the thermal losses and cooling loads of the building. The final chapter presents the conclusions of the present dissertation.

keywords: Bioclimatic design, dwellings, thermal losses, cooling loads



Εισαγωγή

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον όπως και το περιβάλλον επηρεάζεται με διάφορους τρόπους κατά την κατασκευή, τη λειτουργία και την κατεδάφιση τους. Επομένως, για να πραγματοποιηθεί σωστά η σχεδίαση των κτιρίων, θα πρέπει να υφίσταται πλήρης και εμπειριστατωμένη η γνώση καθώς και η αλληλεπίδρασης αυτής. Παραδείγματος χάριν, τα κτίρια των μεγάλων ελληνικών πόλεων επιδρούν στο περιβάλλον έχοντας ως αποτέλεσμα πολλά προβλήματα όπως τη μεταβολή της ισορροπίας της ατμόσφαιρας, το νερό του εδάφους και του υπεδάφους εξαιτίας των χημικών εκπομπών από τα αστικά λήμματα καθώς και τα απορρίμματα. Το φαινόμενο παρατηρείται ιδιαίτερα στις περισσότερες των ελληνικών πόλεων. Επιπροσθέτως, η διατάραξη των γεωβιολογικών κύκλων του οξυγόνου, του νερού, του διοξειδίου του άνθρακα, και του νερού έχουν ως αποτέλεσμα ασταθείς κλιματικές αλλαγές σε ολόκληρες περιοχές.

Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων των χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι 350 Mtoe. έτος, χωρίς τον υπολογισμό της συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [5]. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο (116 Mtoe), το πετρέλαιο (99 Mtoe), τον ηλεκτρισμό (91 Mtoe), καθώς και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe [5]. Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στον Ευρωπαϊκό χώρο καλύπτονται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων φυσικών πηγών. Σε αυτήν την περίπτωση το συνολικό ποσό της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας [5]. Η κατανομή των καυσίμων έχει ως εξής: 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 [5].

Σύμφωνα με τα όσα προαναφέρθηκαν, συμπεραίνεται ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόννος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των ευρωπαϊκών κτιρίων. Η μεταβολή που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρώς αυξητική με την ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια να είναι ίση με 0.7%. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην χώρα μας, είναι 4.6 Mtoe, αντιστοιχώντας 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της



ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική με τον ετήσιο ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων να είναι περίπου 1,8%.

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

Πίνακας 1. Μέση ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης. Όλες οι τιμές είναι σε kWh ανά τετραγωνικό μέτρο το χρόνο

Ένα επιπλέον πρόβλημα αποτελεί η άναρχη οικοδόμηση, εξαιτίας της οποίας έχει υποβαθμιστεί το αστικό όσο αλλά και το αγροτικό περιβάλλον προκαλώντας πυρκαγιές, και εξαφανίζοντας την τοπικής χλωρίδα και πανίδα. Τέλος, η χρήση μη οικολογικών δομικών υλικών προξένησε προβλήματα στην υγεία των ενοίκων και υποβάθμισε την ποιότητα ζωής, εξαιτίας της εισπνοής τοξικών αερίων.

Όλα αυτά έδωσαν τροφή τους αρχιτέκτονες και στους σχεδιαστές κτιρίων να αναζητήσουν και να μελετήσουν ένα νέο τρόπο ανοικοδόμησης των κατοικιών υγιή και φιλικό προς το περιβάλλον. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την στρόφη προς τη Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική (Εικόνα 1) συμπεριλαμβανομένης της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, οδηγώντας σταδιακά στη στον περιορισμό της περιβαλλοντικής κρίσης και στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.



Εικόνα 1. Παραδειγμα βιοκλιματικά σχεδιασμένης κατοικίας



Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός ξεκίνησε να αναπτύσσεται τη δεκαετία του 1980 σαν μια καινούργια τάση του αστικού σχεδιασμού με αναφορές στο τοπικό μικροκλίμα [1]. Μιλώντας για Βιοκλιματικό Σχεδιασμό, αναφερόμαστε στον αρχιτεκτονικό και πολεοδομικό σχεδιασμό κτιρίων και οικισμών με στόχο την προσαρμογή τους στο τοπικό κλίμα και στο φυσικό περιβάλλον, με σκοπό την προστασία ευαίσθητων περιοχών με σπάνια οικοσυστήματα [2]. Το μικροκλίμα, το μεσόκλιμα και το μακρόκλιμα καθορίζουν σχεδιασμό, την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων συμπεριλαμβανομένων του φωτισμού και του αερισμού. Πιο συγκεκριμένα, το μακρόκλιμα διαμορφώνεται από τις μέσες καιρικές συνθήκες που επικρατούν όλο το χρόνο. Το μεσοκλίμα έχει να κάνει με την επίδραση της τοπογραφίας καθώς και της φύσης της περιοχής. Ενώ, το μικροκλίμα, είναι δημιούργημα της επέμβασης του ανθρώπου, η οποία μεταβάλλει ριζικά το δομημένο περιβάλλον.

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός έχει ως στόχο την εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων για την μείωση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου σε όλη τη διάρκεια του έτους και την εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έως 60% [4]. Ταυτόχρονα, συντελεί στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών CO₂ αλλά και άλλων αερίων, η ύπαρξη των οποίων επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων αλλά και την χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, που είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Τα υλικά αυτά καθορίζουν σε ένα μεγάλο ποσοστό τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά των κτιρίων ενώ η διάρκεια ζωής τους έχει σημαντικές συνέπειες προς το φυσικό περιβάλλον. Παρατηρείται ότι τα παραδοσιακά οικολογικά υλικά της προβιομηχανικής περιόδου είναι αξιόπιστα, διαθέτουν μεγάλη διάρκεια ζωής, δεν είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία και το φυσικό περιβάλλον και βοηθούν στην εξοικονόμηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [4].

Συγκεκριμένα, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα ενός ολοκληρωμένου και περίπλοκου σχεδιασμού ο οποίος σχετίζεται με πολλούς παραμέτρους όπως τον προσανατολισμό, την ορθή επιλογή των ανοιγμάτων, την μελέτη του κελύφους αλλά και την κατάλληλη επιλογή των υλικών [4]. Το γεγονός αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρέμβαση σε ήδη υπάρχοντα κτίρια είναι περιορισμένη. Με φιλικές προς το χρήστη τεχνολογίες χαμηλού κόστους, οι απώλειες θέρμανσης μπορούν να περιοριστούν, τα κτίρια δύναται να προστατευθούν από την υπερθέρμανση, οι συνθήκες φωτισμού μπορούν να



βελτιωθούν καθώς και να μειωθεί ο θόρυβος. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός συνδέεται με όλα τα παραπάνω και συμβάλλει στην δημιουργία κατασκευών που καλύπτουν τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής..

Όταν κατασκευάζεται μια παθητικά ηλιακή κατοικία, είναι ιδιαίτερως σημαντικό να προηγηθεί μια μελέτη σχετικά με το κλίμα, τη μορφολογία του εδάφους, τη θέση του ήλιου, την κλίση του οικοπέδου, έτσι ώστε ο μελετητής να συλλέξει τα απαραίτητα στοιχεία για τον σχεδιασμό της. Έχοντας πλήρη επίγνωση αυτών των χαρακτηριστικών, μπορεί να χωροθετήσει με σωστό τρόπο την κατοικία στο οικόπεδο δίνοντας τον κατάλληλο προσανατολισμό και σχήμα λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες τις οποίες επικρατούν στην περιοχή και τα στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος, για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας [2]. Ο ιδανικός προσανατολισμός για την Ελλάδα είναι ο νότιος, στην περίπτωση όμως που υπάρχει κόλλημα ή κάποιο άλλο στοιχείο (όπως, παραδείγματος χάριν, θέα στην ανατολή) ο μελετητής θα πρέπει να προσανατολίσει την κατοικία με τέτοιο τρόπο για την προστασία της από τους δυνατούς ανέμους, για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργεια και τον έλεγχο ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο κτίριο για την τοποθέτηση των ανοιγμάτων στις κατάλληλες θέσεις καθώς επίσης και των δωματίων, έτσι ώστε οι χώροι οι οποίοι χρησιμοποιούνται πιο συχνά και έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση και φωτισμό να τοποθετούνται στο νότο και στο βορρά να τοποθετούνται κυρίως οι αποθηκευτικοί χώροι και γενικότερα χώροι με περιορισμένες ανάγκες σε θέρμανση [2].

Βασικό στοιχείο αποτελούν και τα δομικά υλικά τα οποία θα χρησιμοποιηθούν, τα οποία είναι πρέπει να είναι φιλικά στο περιβάλλον, ανακυκλώσιμα και να μην προκαλούν προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Ο σκελετός του κτιρίου πρέπει να είναι γερός, με μεγάλη θερμική μάζα και καλή θερμομόνωση. Βασικό στοιχείο των βιοκλιματικών κατοικιών είναι η χρησιμοποίηση ενισχυμένης θερμικής μάζας και καλών μονώσεων χρησιμοποιώντας όσο το δυνατόν οικολογικότερα θερμομονωτικά υλικά. Αποτέλεσμα είναι η διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας σταθερής και σε αρκετά χαμηλά επίπεδα [1].

Οι μελετητές στοχεύουν στην επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης της κατοικία και στην ύπαρξη ιδανικού μικροκλίματος. Για τον λόγο αυτό, ο μελετητής κατασκευάζει την κατοικία



κάνοντας χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων για την όσο τον δυνατόν πιο αποδοτική θέρμανση, ψύξη και φωτισμό του κτιρίου, εκμεταλλεύοντας την ηλιακή και αιολική ενέργεια καθώς επίσης και τις υπόλοιπες διαθέσιμες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [1].

Στην παθητική θέρμανση, τα παθητικά ηλιακά συστήματα λειτουργούν με τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας επιτυγχάνοντας την αποθήκευση της θερμότητας και την παγίδευσή της στην κατοικία. Για να συλλέγει το κτίριο ικανά ποσά ηλιακής ενέργειας είναι απαραίτητη η λειτουργία του ως ηλιακός συλλέκτης, γι' αυτό και ο σχεδιασμός πρέπει να γίνεται κατά τέτοιο τρόπο που να εκμεταλλεύονται τα χαρακτηριστικά του περιβάλλοντος και του κτιρίου που θα συμβάλλουν στην μέγιστη απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας [6]. Αυτό επιτυγχάνεται με την κατάλληλη χωροθέτηση, προσανατολισμό του κτιρίου στο οικοπέδο, επίσης με το κατάλληλο μέγεθος και προσανατολισμό των ανοιγμάτων, τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων και το βάψιμο των εξωτερικών επιφανειών με τα κατάλληλα χρώματα.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης διαχωρίζονται σε άμεσου και έμμεσου κέρδους [2]. Τα άμεσου κέρδους σχετίζονται με τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν, δηλαδή, στην ικανότητα του κτιρίου να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης. Αν αυτό δεν μπορεί να γίνει χρησιμοποιούνται στοιχεία έμμεσου κέρδους όπως το θερμοκήπιο, οι ηλιακοί τοίχοι, οι τοίχοι Trombe και οι τοίχοι νερού. Το θερμοκήπιο αποτελεί έναν ηλιακό χώρο, που βρίσκεται τις περισσότερες φορές στη νότια πλευρά του κτιρίου λειτουργώντας συλλέγοντας την ηλιακή ακτινοβολία και μετατρέποντας την σε θέρμανση. Ο ηλιακός τοίχος είναι από γυαλί, με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και τοποθετείται τις περισσότερες φορές στη νότια όψη του κτιρίου. Ο τοίχος Trombe είναι τοίχος με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, μαύρος εξωτερικά για την απορρόφηση μεγάλων ποσών θερμότητας διαθέτοντας ανοίγματα στο πάνω και στο κάτω μέρος του για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας του αέρα.

Για την διατήρηση της θερμότητας στο εσωτερικό της κατοικίας και την αποφυγή απωλειών, σημαντικό είναι να υπάρχει θερμομόνωση στους εξωτερικούς τοίχους γιατί στο έδαφος, στην οροφή και στα ανοίγματα του κτιρίου, υπάρχει μεγάλη θερμική μάζα. Τα παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν τα παράθυρα, τα ανοίγματα οροφής, τους φωταγωγούς καθώς και το αίθριο [2]. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται



περιλαμβάνουν υαλοπίνακες, πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, ανακλαστήρες, ανακλαστικές περσίδες και διαφανή μονωτικά υλικά. Εκτός από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, χρησιμοποιούνται και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, που είναι οι ηλιακοί θερμοσίφωνες και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία για την μεταβολή της ηλιακής ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας.

Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό γίνεται κατά κόρον χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, γεωθερμικής ενέργειας με τη μορφή βιομάζας αλλά και βιοαερίου [4]. Χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκά πάνελς για την μετατροπή της ηλιακής ενέργεια σε ηλεκτρική, συστήματα τηλεθέρμανσης που χρησιμοποιούν τη βιομάζα και παράγουν / παρέχουν ζεστό νερό χρήσης αλλά και θέρμανσης, το οποίο μεταφέρεται μέσω αγωγών στις κατοικίες, καθώς και την κομποστοποίηση των στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου και τέλος γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Όσον αφορά στα συστήματα που χρησιμοποιούνται για τον δροσισμό των κατοικιών, ενδείκνυται η χρήση βλάστησης και υδάτινων στοιχείων. Σημαντική επίσης είναι και η ύπαρξη ηλιοπροστασίας με τη χρήση σταθερών και κινητών σκιάστρων, τα οποία περιορίζουν τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως και θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου, όπου είναι απαραίτητο [2]. Παθητικό σύστημα δροσισμού αποτελεί και ο φυσικός εξαερισμός, που πραγματοποιείται με την χρήση κατάλληλων ανοιγμάτων με σκοπό τη δημιουργία ρευμάτων αέρα, για τη μείωση της θερμοκρασίας, την αποφυγή της υπερθέρμανσης και την βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

Η βλάστηση είναι σημαντικό κομμάτι βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς βοηθάει στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στους ανοιχτούς χώρους. Η χρήση της βλάστησης στοχεύει στην αποφυγή της υπερθέρμανσης εξασφαλίζοντας φυσική ροή του αέρα και συμβάλλοντας στη σκίαση και στην ψύξη. Αν η βλάστηση έχει τοποθετηθεί σωστά επιτυγχάνεται διακράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων, προστατεύοντας από τους επικίνδυνους ρύπους [1]. Επιπροσθέτως επιτυγχάνεται καλύτερη απορροή και προστασία του εδάφους από τη διάβρωση καθώς τα φυτά κατακρατούν το βρόχινο νερό. Η βλάστηση συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας καθώς ελέγχεται η θερμοκρασία, παρέχοντας ηλιοπροστασία το καλοκαίρι και ανεμοπροστασία το χειμώνα.



Συχνά χρησιμοποιείται βλάστηση στις σκεπές δημιουργώντας χώρους αναψυχής ή μικρούς βιότοπους. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται η παραγωγή οξυγόνου, το μικρόκλιμα γίνεται ευνοϊκό, τα κτίρια αναβαθμίζονται αισθητικά, περιορίζεται το φαινόμενο της αστικής νησίδας, παρέχεται ηχομόνωση, θερμομόνωση και υγραμόνωση καθώς και η μείωση των αναγκών σε βοηθητική ψύξη και θέρμανση.

Κάνοντας λόγο για τα μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, αυτά υφίστανται μόνο στην περίπτωση που δεν γίνει προσεκτική μελέτη και εφαρμογή των αρχών της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Για την επίτευξη επιτυχούς απόδοσης της βιοκλιματικής δόμησης, πρέπει να υπάρχει σωστός σχεδιασμός και ορθή επιλογή τεχνικών, ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή, ορθή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων του αλλά και επαρκής συντήρηση της κατοικίας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακή Πολιτική

1.1 Εισαγωγή στον βιοκλιματικό σχεδιασμό

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, έχει ως σκοπό την προσαρμογή και την ένταξη του κτιρίου στο φυσικό περιβάλλον αξιοποιώντας το τοπικό κλίμα και έχοντας ως σκοπό την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, χωρίς την διατάραξη της θερμικής άνεσης των χρηστών. Επανέρχεται στο προσκήνιο γιατί οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τον περιορισμό της ενεργειακής κατανάλωσης και τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση νέων τεχνικών δόμησης για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης εσωτερικά των κτιρίων, με σκοπό την κάλυψη όσο το δυνατόν περισσότερο των ενεργειακών αναγκών τους με φυσικό τρόπο. Έτσι, επιτυγχάνεται η μείωση των εκπεμπόμενων αερίων ρύπων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και παράλληλα εντάσσεται με αρμονικότερο τρόπο μια κατοικία στο φυσικό περιβάλλον.

Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός ορίζεται ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός ενός κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τα τοπογραφικά του χαρακτηριστικά, τα τοπικά κλιματικά δεδομένα (προσανατολισμός, ανάγλυφο εδάφους, άνεμος, ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία, βροχή, σχετική υγρασία κλπ) με τέτοιον τρόπο, ο οποίος από την μία περιορίζει τις επιπτώσεις της επίδρασης τους στο κέλυφος του κτιρίου και από την άλλη σκοπεύει στην επίτευξη συνθηκών θερμικής άνεσης και υγιεινής διαβίωσης στο εσωτερικό του [1].

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξασφαλίζει [1]:

- Πιο καθαρό περιβάλλον, με περιορισμό των παραγόμενων ρύπων από την κατανάλωση καυσίμων
- Εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση από τη συμβατική ενέργεια και παράλληλα απεξάρτηση απ' αυτές.

Στην ουσία, σκοπός είναι η δέσμευση στο μεγαλύτερο βαθμό της φυσικής ενέργειας που παράγεται από ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας οι οποίες είναι ανεξάντλητες [4]. Τέτοιες πηγές είναι ο ήλιος για παράδειγμα και ο άνεμος. Η δέσμευση της ηλιακής



ακτινοβολίας τον χειμώνα καθώς και η μετατροπή της σε θερμότητα συνεισφέροντας στην θέρμανση του κτιρίου, αλλά και η αξιοποίηση του ανέμου τους θερινούς μήνες για τον δροσισμό της κατοικίας, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική. Από την άλλη, εξίσου σημαντική είναι και η προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες και από τους ισχυρούς ανέμους την χειμερινή περίοδο.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εφαρμόζεται με περισσότερες ελευθερίες στις υπαίθριες κατοικίες και στις κατοικίες των προαστίων των πόλεων, και με πολύ λιγότερες ελευθερίες στα πυκνοδομημένα αστικά κέντρα. Αυτό παρατηρείται γιατί στην ύπαιθρο κυρίαρχο ρόλο παίζουν το υψόμετρο της περιοχής, τα τοπογραφικά χαρακτηριστικά και το φυσικό περιβάλλον με κυρίαρχη την παρουσία ή την απουσία της βλάστησης [6]. Παρόλα αυτά, μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού εφαρμόζονται κάποιες μόνο από τις βασικές αρχές και στα αστικά κέντρα. Είναι κι αυτό μια συνεισφορά στην προστασία και τον σεβασμό του περιβάλλοντος και συμβάλλει στη γενικότερη στρατηγική της βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων με την εξοικονόμηση ενέργειας και την μείωση των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων.

Το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής, η χωροθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου στο οικόπεδο αποτελούν κάποιες από τις παραμέτρους οι οποίες διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του όγκου και του σχήματος του, στη θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων καθώς και στην γενικότερη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων.

Ο ήλιος, ο αέρας, η βροχή, η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ενός τόπου αποτελούν παράγοντες που δρουν με αποφασιστικό τρόπο στο βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου. Ο ορθός βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου αξιοποιεί τις ενεργητικές πλευρές των κλιματικών αυτών παραγόντων και αποξενώνει τις δυσμενείς. Στηρίζεται λοιπόν στην προσπάθεια να εντάξει το κτίριο στο φυσικό περιβάλλον και να διαμορφώσει ελκυστικό και ευχάριστο περιβάλλον για τους χρήστες, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω [1]:

- Το γεωγραφικό ανάγλυφο της περιοχής
- Τον προσανατολισμό του,
- Τη χωροθέτηση του κτιρίου στο διαθέσιμο οικόπεδο,
- Τη θέση του οικοπέδου,
- Τους παράγοντες διαμόρφωσης του μικροκλίματος της περιοχής.



- Την επίδραση του περιβάλλοντος χώρου,

Οι παράμετροι αυτές διαμορφώνουν τα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά του κτιρίου, όπως [1]:

- τη λειτουργική διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων.
- τη μορφή των όψεών του ή την ένταξη κατάλληλων συστημάτων αξιοποίησης των τοπικών κλιματικών χαρακτηριστικών (π.χ. μέγεθος ανοιγμάτων, ενσωμάτωση τοίχων θερμικής αποθήκευσης, ένταξη χώρων συσσώρευσης ή ανάσχεσης θερμότητας κτλ.),
- τον όγκο και το σχήμα του

1.2 Ενεργειακή πολιτική σχετικά με τον κτιριακό τομέα

1.2.1 Κοινοτικό νομικό πλαίσιο

Οδηγία 89/106/ΕΟΚ της 21ης Δεκεμβρίου 1988: ορίζει να γίνονται οι δομικές κατασκευές και οι εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης και αερισμού κατά τρόπο ώστε η απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας κατά τη χρησιμοποίηση του έργου να είναι χαμηλή, ανάλογα με τα κλιματικά δεδομένα του τόπου αλλά και τους χρήστες.

Οδηγία 93/76/ΕΟΚ της 13ης Δεκεμβρίου 1993: ορίζει ότι τα κράτη μέλη πρέπει να καταρτίζουν και εφαρμόζουν προγράμματα και να υποβάλουν σχετικές εκθέσεις για την ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα.

30 Μαΐου 2000 και 5 Δεκεμβρίου 2000: εγκρίνεται πρόγραμμα δράσης της Κοινότητας για την ενεργειακή απόδοση και ζητείται λήψη ειδικών μέτρων στον τομέα των κτιρίων.

Οδηγία 2002/91/ΕΚ της 16ης Δεκεμβρίου 2002: Στο άρθρο 1 αναφέρεται ο στόχος της οδηγίας, ο οποίος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων εντός της Κοινότητας, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές κλιματολογικές και τοπικές συνθήκες, καθώς και τις κλιματικές απαιτήσεις των εσωτερικών χώρων και τη σχέση κόστους/οφέλους. Επίσης επισημαίνεται το δυναμικό εξοικονόμησης σε σχέση με τον σχεδιασμό και τον προσανατολισμό του κτιρίου. Η πρόταση καλύπτει τέσσερα βασικά στοιχεία:



- Καθιέρωση γενικού πλαισίου κοινής μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Προγράμματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια βάσει των ανωτέρω προτύπων και δημόσια επίδειξη των πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης.
- Εφαρμογή προτύπων ελάχιστης ενεργειακής απόδοσης για νέα κτίρια και ορισμένα υφιστάμενα κτίρια κατά την ανακαίνισή τους.
- Ειδική επιθεώρηση και αξιολόγηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων θέρμανσης/ψύξης.

Παρακάτω παρατίθεται το γενικό πλαίσιο που προβλέπεται από την παρούσα οδηγία και αφορά τη μεθοδολογία υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.

Γενικό πλαίσιο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων:

1. Η μέθοδος υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων πρέπει τουλάχιστον να περιλαμβάνει τους ακόλουθους παράγοντες:

- θερμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου
- αερισμό
- εγκατάσταση κλιματισμού
- εγκατάσταση θέρμανσης και τροφοδοσία θερμού νερού
- ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού
- φυσικό αερισμό
- παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία
- θέση και προσανατολισμό των κτιρίων
- εσωτερικές κλιματικές συνθήκες, στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες εσωτερικές κλιματικές συνθήκες.

2. Στον υπολογισμό αυτόν θα συνεκτιμάται, κατά περίπτωση, η θετική επίδραση των ακόλουθων παραγόντων:

- ενεργά ηλιακά συστήματα και άλλα συστήματα θέρμανσης και ηλεκτρικά συστήματα βασιζόμενα σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- συστήματα κεντρικής θέρμανσης και ψύξης
- ηλεκτρική ενέργεια παραγόμενη με ΣΠΗΘ
- φυσικός φωτισμός



3. Για το σκοπό αυτού του υπολογισμού, τα κτίρια θα κατατάσσονται σε κατηγορίες όπως:

- οικογενειακές κατοικίες διαφόρων τύπων
- εκπαιδευτικά κτίρια
- νοσοκομεία
- γραφεία
- αθλητικές εγκαταστάσεις
- ξενοδοχεία και εστιατόρια
- άλλα είδη κτιρίων που καταναλώνουν ενέργεια.
- κτίρια υπηρεσιών χονδρικού και λιανικού εμπορίου

Πράσινη βίβλος 2005: εκτιμά ότι η εφαρμογή της κοινοτικής οδηγίας 2002/91 θα αποδώσει κέρδος 40 Μταπ μέχρι το 2020. Ακόμη αναφέρει ότι, καθώς το 1/3 της ενεργειακής κατανάλωσης στον οικιακό τομέα αντιστοιχεί στο φωτισμό, η Κοινότητα πρέπει να προωθήσει τη χρήση πιο μοντέρνου, ενεργειακά οικονομικού και «έξυπνου» φωτισμού.

Πράσινη βίβλος 2006: προτείνει μακροχρόνιες στοχοθετημένες εκστρατείες για την ενεργειακή απόδοση, συμπεριλαμβανομένης της απόδοσης στα κτίρια, ιδίως στα δημόσια.

Οδηγία 2006/32/ΕΚ: στο άρθρο 1 αναφέρεται ότι σκοπός της παρούσας οδηγίας είναι να ενισχυθεί η οικονομικώς αποτελεσματική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση στα κράτη μέλη.

Σύμφωνα με την παρούσα οδηγία, τα κράτη μέλη θεσπίζουν και προσπαθούν να επιτύχουν εθνικό ενδεικτικό στόχο εξοικονόμησης ενέργειας 9 % για το ένατο έτος εφαρμογής της, με τη βοήθεια ενεργειακών υπηρεσιών και άλλων μέτρων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.

Λευκή βίβλος 2006: αναφέρει ότι η κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα και τον τομέα των υπηρεσιών μπορεί να μειωθεί σημαντικά αν ληφθούν μέτρα ορθολογικής χρήσης της ενέργειας τόσο για το κέλυφος των κτιρίων, όσο και για το φωτισμό, τη θέρμανση, τον αερισμό και την ψύξη, χρησιμοποιώντας επίσης τεχνολογίες ανανεώσιμης



ενέργειας. Συγκεκριμένα η μείωση υπολογίζεται ότι μπορεί να φτάσει το 50% στην Ευρωπαϊκή Ένωση μέχρι το 2010 και προτείνονται ειδικότερα μέτρα για εισαγωγή ανανεώσιμης ενέργειας στα κτίρια:

- χρήση ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό
- χρήση φυσικού αερισμού
- εγκατάσταση παραθύρων και σκιάστρων υψηλής αποδοτικότητας
- προώθηση οικολογικών δομικών υλικών

Σχέδιο δράσης 2007-2012: προτείνεται σχέδιο δράσης με σκοπό να αξιοποιηθεί το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας. Στο σχέδιο απεριθωμείται σειρά μέτρων που συμφέρουν οικονομικά και προτείνονται κατά προτεραιότητα δράσεις προς άμεση ανάληψη, και άλλες προς σταδιακή δρομολόγηση στη διάρκεια των έξι ετών εφαρμογής του σχεδίου. Θα απαιτηθούν περαιτέρω δράσεις ώστε να αξιοποιηθεί το πλήρες δυναμικό μέχρι το 2020. Μεταξύ άλλων ορίζεται η "παθητική κατοικία": συνήθως σπίτι χωρίς παραδοσιακά συστήματα θέρμανσης και χωρίς ενεργητική ψύξη. Αυτό μπορεί να σημαίνει πολύ καλά επίπεδα μόνωσης και ένα σύστημα μηχανικού αερισμού με πολύ υψηλής απόδοσης ανάκτηση θερμότητας. Ως πρώτη προτεραιότητα ορίζεται η ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα.

1.2.2 Εθνικό νομικό πλαίσιο

ΦΕΚ 320Δ/1979 - Κανονισμός θερμομόνωσης : εγκρίθηκε το 1979 και σύμφωνα με αυτόν η χώρα χωρίζεται σε 3 κλιματικές ζώνες: Α, Β, Γ . Η ζώνη Γ είναι αυτή με τις μεγαλύτερες θερμομονωτικές απαιτήσεις. Κριτήρια για το διαχωρισμό αυτό ήταν η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα και η μέση διάρκεια της περιόδου θέρμανσης. Βάσει του κανονισμού καθορίζονται:

- οι μέσες ελάχιστες θερμοκρασίες πόλεων-περιοχών.
- οι συνιστώμενες επιθυμητές θερμοκρασίες των χώρων διαμονής και εργασίας.
- οι θερμοκρασίες για τους μη θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου και για τυχόν γειτονικά κτίσματα.

Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης ορίζει:

- Ανώτατο όριο για το συντελεστή θερμοπερατότητας K_{max} για κάθε δομικό στοιχείο του κελύφους του κτιρίου



- Μέγιστο επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας K_m των εξωτερικών τοιχωμάτων (τοιχών και ανοιγμάτων) του κάθε ορόφου του κτιρίου. ($K_m (W,F) = 1,60 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } \text{oC}$)
- Μέγιστο επιτρεπόμενο μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας K_m ολόκληρου του κτιρίου, ο οποίος αναφέρεται σε όλο το κέλυφος του κτιρίου, που το διαχωρίζει από το περιβάλλον ή από μη θερμαινόμενους χώρους και είναι συνάρτηση της ζώνης που ανήκει το κτίριο και του λόγου F/V (F : η εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου μέσω της οποίας γίνεται η συναλλαγή θερμότητας και V : ο όγκος που περικλείει η επιφάνεια F).



Εικόνα 5. Χάρτης κατανομής της χώρας σε ζώνες θερμομόνωσης

ΦΕΚ 4/Α του 1985 , ν.1512/85 : περιλαμβάνει διατάξεις που αφορούν «κίνητρα για εξοικονόμηση ενέργειας»

ΦΕΚ 210/Α/18-12-1985 , ν.1577/85 : Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός

ΦΕΚ 59/Β του 1989: Κτιριοδομικός Κανονισμός : Σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κτιριοδομικού Κανονισμού, όλοι οι χώροι κύριας χρήσης των κτιρίων και δομικών έργων πρέπει να έχουν επαρκή φυσικό φωτισμό και αερισμό, άμεσο ή έμμεσο. Ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου οι ανάγκες θα καλύπτονται στο απαιτούμενο ποσοστό από φυσικό φωτισμό και αερισμό. Ιδιαίτερα άμεσο φωτισμό και αερισμό πρέπει να έχουν οι χώροι άθλησης, οι θάλαμοι νοσηλείας ή περίθαλψης, τα μαγειρεία, τα αναγνωστήρια βιβλιοθηκών, τα εργαστήρια, τα εστιατόρια κ.α.



ΦΕΚ 880/Β της 19ης Αυγούστου 1998 - εμπεριέχεται ο Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ): εκδίδεται με σκοπό την ενσωμάτωση στο εθνικό δίκαιο της κοινοτικής οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του 1993.

Στο άρθρο 4 του ΦΕΚ θεσπίζεται ο Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και Εξοικονόμηση Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ):

Ο ΚΟΧΕΕ αντικαθιστά τον ισχύοντα κανονισμό θερμομόνωσης και έχει εφαρμογή σε όλα τα νεοανεγερμένα κτίρια για την μελέτη και κατασκευή τους, καθώς και σε υφιστάμενα κτίρια για τη μελέτη των αναγκών επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής τους απόδοσης. Επιβάλλει την ενεργειακή μελέτη και ενεργειακή επιθεώρηση των κτιρίων για την πιστοποίηση του πραγματοποιούμενου βαθμού ενεργειακής απόδοσης και την κατάταξη τους στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία (βαθμονόμηση). Τα στοιχεία της ενεργειακής μελέτης και της επιθεώρησης αναγράφονται στο ειδικό έντυπο (ΔΕΤΑ), το οποίο αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της οικοδομικής άδειας του κτιρίου και είναι απαραίτητο σε όλες τις δικαιοπραξίες που καταρτίζονται για το ακίνητο.

Στόχοι του ΚΟΧΕΕ είναι:

- Η εξοικονόμηση συμβατικής ενέργειας για την θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, τον φωτισμό και το ζεστό νερό χρήσης, με συγκεκριμένους κανόνες και διατάξεις που περιορίζουν τις ενεργειακές ανάγκες.
- Η υποκατάσταση της συμβατικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για την κάλυψη μέρους ή του συνόλου των αναγκών σε ενέργεια στα κτίρια σε συνδυασμό με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.
- Η εξασφάλιση υγιεινής και άνετης διαβίωσης των ενοίκων του κτιρίου με τη διατήρηση των επιπέδων θερμικής και οπτικής άνεσης, καθώς και της καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
- Η οικονομία στο κόστος κατασκευής και λειτουργίας (αποδοτικής) των εγκαταστάσεων θέρμανσης - κλιματισμού.

Τα περιεχόμενα του ΚΟΧΕΕ είναι:

- Οι όροι και προϋποθέσεις για τον βέλτιστο σχεδιασμό των κτιρίων και τη θερμική τους προστασία και ο καθορισμός των ορίων θερμικής άνεσης.



- Ανώτατα επιτρεπόμενα όρια κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας.
- Κλιματικές ζώνες για όλη τη χώρα.
- Παράμετροι θερμικών απωλειών του κτιρίου, απαιτήσεις σε θερμομόνωση του κελύφους, μέγιστοι επιτρεπόμενοι συντελεστές θερμοπερατότητας.
- Παράμετροι θερμικών συνεισφορών στα κτίρια .
- Παράμετροι για τη φυσική ψύξη του κτιρίου.
- Χαρακτηριστικά των υλικών κατασκευής .

Υπολογισμοί ενεργειακών αναγκών του κτιρίου και τρόπος εκπόνησης εκπόνηση μελετών, όπως ενεργειακή μελέτη για την εκτίμηση του βαθμού ενεργειακής απόδοσης των

- ενεργειακής μελέτης.
- Παράμετροι και κριτήρια για την εκπόνηση μελέτης βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιρίου ως συμπληρώματος της αρχιτεκτονικής μελέτης του κτιρίου και στοιχείου της ενεργειακής μελέτης αυτού.
- Παράμετροι για τη συμπλήρωση της μελέτης Η/Μ εγκαταστάσεων με τη μελέτη εγκατάστασης και ένταξης ΕΗΣ ή / και Φ/Β, εφόσον προβλέπονται, ως στοιχεία της ενεργειακής μελέτης του κτιρίου.
- Μέθοδος υπολογισμού απαιτήσεων μελέτης φωτισμού - φυσικού και τεχνητού - με βάση τη χρήση του κτιρίου.
- Ειδικό έντυπο ΔΕΤΑ όπου αναγράφονται τα αποτελέσματα όλων των υπολογισμών των σχετικών μελετών και όπου καταγράφεται ο σχεδιαζόμενος βαθμός ενεργειακής απόδοσης και η ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου.
- Τρόποι διενέργειας περιοδικών ενεργειακών επιθεωρήσεων.
- Σύστημα και διαδικασία ενεργειακής πιστοποίησης και βαθμονόμησης κτιρίων.
- Έντυπο - πιστοποιητικό που συμπληρώνεται κατά τις περιοδικές ενεργειακές επιθεωρήσεις.

ΦΕΚ 89/Α της 19ης Μαΐου 2008: με τις διατάξεις του νόμου 3661, εναρμονίζεται η ελληνική νομοθεσία με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16ης Δεκεμβρίου 2002 «Για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων». Συγκεκριμένα :

- εγκρίνεται Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
- τα νέα κτίρια πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης που ορίζονται στον Κανονισμό.



- στα υφιστάμενα κτίρια συνολικής επιφάνειας άνω των 1.000 m², που υφίστανται ριζική ανακαίνιση, η ενεργειακή απόδοσή τους αναβαθμίζεται, στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, ώστε να πληρεί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, όπως αυτές καθορίζονται στον Κανονισμό.
- με την ολοκλήρωση της κατασκευής νέου κτιρίου ή την ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτιρίου, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, το οποίο εκδίδεται από διαπιστευμένους ενεργειακούς επιθεωρητές και ισχύει, κατά ανώτατο όριο, για δέκα (10) έτη.
- ορίζεται ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού με σκοπό τη μείωση των εκπομπών CO₂.

ΦΕΚ 140/Α της 13ης Ιουνίου 2000 : τροποποιεί τον Γενικό Οικοδομικό Κανονισμό

Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001» : εκπονήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ αρχές 1996 σε συνεργασία με το ΚΑΠΕ και εκπροσώπους Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της χώρας, ερευνητικών κέντρων, Κλαδικών Συλλόγων αρμόδιων Οργανισμών, κ.ά. και από ομάδες εξειδικευμένων επιστημόνων. Με βάση αυτό το σχέδιο:

- Αναμορφώνεται και συμπληρώνεται ο ισχύον Κανονισμός Θερμομόνωσης με τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για την εισαγωγή περιβαλλοντικών και ενεργειακών δεικτών, προτύπων και προδιαγραφών για τον σχεδιασμό και τη κατασκευή νέων κτιρίων, καθώς και νέων διαδικασιών και μεθόδων ελέγχου, όπως είναι η διενέργεια ενεργειακής ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ της ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων (του βαθμού ενεργειακής απόδοσης) και η κατάταξή τους στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία .
- Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΤΑΥΤΟΤΗΤΑ του κτιρίου θα αναγράφεται σε σχετικό ΔΕΛΤΙΟ.
- Θεσπίζεται η εκπόνηση ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ.
- Σε όλα τα υφιστάμενα κτίρια του ευρύτερου δημόσιου τομέα εφαρμόζονται υποχρεωτικά επεμβάσεις ενεργειακής απόδοσης μέσω της χρηματοδότησης εκ μέρους τρίτων.
- Θεσπίζονται υποχρεωτικοί ενεργειακοί έλεγχοι και επιθεωρήσεις για την ενεργειακή πιστοποίηση και βαθμονόμηση των κτιρίων, αλλά και των πολύ ενεργοβόρων επιχειρήσεων, κανονισμοί εγκατάστασης ενεργειακού εξοπλισμού και προδιαγραφές ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ .



- Καθορίζονται διαδικασίες και κανονισμοί ενεργειακής πιστοποίησης και πιστοποίησης ποιότητας.
- Προβλέπεται η εφαρμογή του ισχύοντος ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΔΑΠΑΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.
- Προβλέπονται θεσμικά, οικονομικά και διοικητικά κίνητρα για την εφαρμογή επεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης σε υφιστάμενα κτίρια.

1.3 Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ)

Με τον Κ.Εν.Α.Κ (Εικόνα 4) θεσμοθετήθηκε ένας ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος με τις παρακάτω δράσεις:

- Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων,
- Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων,
- Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης),
- Ενεργειακές Επιθεωρήσεις κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων αντικατέστησε την μελέτη θερμομόνωσης και εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τμ), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται πλήρως και βασίζεται σε συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία στηρίζεται:

- α) στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
- β) στη σύγκρισή του με κτίριο αναφοράς. Ως κτίριο αναφοράς νοείται κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο που πληροί όμως ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης έχει ισχύ για δέκα χρόνια και αφορά όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω το 50 τμ, νέα υφιστάμενα που ανακαινίζονται ριζικά, τα υφιστάμενα κτίρια επιφάνειας άνω των 50 τμ ή τμήματα αυτών όταν πωλούνται ή εκμισθώνονται, καθώς και όλα τα κτίρια του δημόσιου τομέα. Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης έγινε υποχρεωτικό από τις 9 Ιανουαρίου του 2011.



Περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την αξιολόγηση του ενεργειακού επιθεωρητή καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, έτσι ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και να βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων τους.



Εικόνα 4. Λογότυπο Κ.Εν.Α.Κ.

Το πιστοποιητικό εκδίδεται υποχρεωτικά. Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσης της, καθώς και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής ο οποίος εντάσσεται στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών του ΕΚΠΑ, πραγματοποιεί επιθεώρηση του κτιρίου και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, με βάση την κατανάλωση του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς. Ο έλεγχος για την σωστή εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου πραγματοποιείται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών, η οποία συγκροτείται στην Ειδική Γραμματεία Επιθεώρησης & Ενέργειας του ΥΠΕΚΑ και στελεχώνεται με υπαλλήλους του δημόσιου τομέα.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Όσον αφορά τα οικονομικά οφέλη, περιορίζονται τα λειτουργικά έξοδα και έξοδα συντήρησης των κτιρίων, αλλά αναθερμαίνεται και η οικοδομική δραστηριότητα. Τα κοινωνικά οφέλη σχετίζονται με



την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν την μείωση των εκπομπών ρύπων (κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα), με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Κεφάλαιο 2 - Βιοκλιματικός Σχεδιασμός

2.1 Βιοκλιματική δόμηση

Βιοκλιματική Δόμηση είναι η διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων και οικισμών όπου ο μελετητής λαμβάνει υπόψη διάφορες παραμέτρους, οι οποίες στοχεύουν στην σωστή χρήση της ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμησή της [2]. Οι παράγοντες οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη είναι το τοπικό κλίμα, για την εξασφάλιση της θερμικής και οπτικής άνεσης με χρήση της ηλιακής ενέργειας, τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, αλλά και άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως την ηλιοφάνεια, την βλάστηση, τον άνεμο, τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, αλλά και τη σκίαση από άλλα κτίρια.

Τα βασικά συστήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά, τα οποία ενσωματώνονται στα κτίρια και έχουν ως σκοπό την αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών, για την εξασφάλιση ψύξης, θέρμανσης και φυσικού φωτισμού για κτίρια [1].

Μέσω της εφαρμογής των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας εξαιτίας βελτιωμένης προστασίας του κελύφους των κατοικιών και της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων η οποία μειώνει τις απώλειες, δημιουργώντας συνθήκες θερμικής άνεσης και περιορίζοντας τις απαιτήσεις σε θέρμανση, παράγεται θερμότητα μέσω ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους, γεγονός το οποίο μειώνει τις ανάγκες της κατοικίας σε θέρμανση καλύπτοντας με αυτόν τον τρόπο τις ανάγκες του κτιρίου με οικονομικότερο τρόπο και με περιορισμένες ενεργειακές απαιτήσεις [6]. Επιπροσθέτως επιτυγχάνεται μερική διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό στα ιδανικά επίπεδα, αναλόγως την εποχή, ψηλά το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι και με αυτόν τον τρόπο δεν υπάρχει ανάγκη για επιπλέον συστήματα τα οποία δύναται να βοηθήσουν στη διατήρηση των ιδανικών επιπέδων.



Τα πλεονεκτήματα της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και δόμησης και αρχιτεκτονικής συνοψίζονται ως εξής [1]:

- 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 με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, βοηθάει αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Ταυτόχρονα όμως είναι αναγκαίο να λαμβάνονται μέτρα σκίασης και ηλιοπροστασίας για τον περιορισμό των ηλιακών κερδών το καλοκαίρι και την ικανοποίηση των αναγκών του κτιρίου για φυσικό δροσισμό. Η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία προκύπτει από την σύγκριση βιοκλιματικών με συμβατικές κατοικίες ανέρχεται σε 80%. Γενικώς αυτά τα θερμικά οφέλη προέρχονται από τη χρήση συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους.

Σχετικά με το φυσικό δροσισμό με αερισμό σε όλες τις βιοκλιματικές κατοικίες στην χώρα μας εφαρμόζεται, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την επικράτηση συνθηκών θερμικής άνεσης αλλά και την διατήρηση της εσωτερική θερμοκρασία του σπιτιού σε χαμηλά επίπεδα [2]. Στις περιπτώσεις τις οποίες δεν υπάρχει εφαρμογή του φυσικού δροσισμού έχουμε φαινόμενα υπερθέρμανσης και η θερμική άνεση περιορίζεται ιδιαίτερα. Ο φυσικός αερισμός βρίσκει εφαρμογή τη νύχτα μέσω διαμπερών ανοιγμάτων ή ανοιγμάτων καθ' ύψος της κατοικίας (σε αυτή τη διαδικασία έχουμε το φαινόμενο φυσικού ελκυσμού το οποίο εναλλάσσει τον αέρα ανά μια ώρα). Τα ποσοστά μείωσης των αναγκών της κατοικίας σε ψύξη εξαιτίας φυσικού αερισμού είναι έως και 75%, αν όμως πρόκειται για βόρειες περιοχές το ποσοστό φθάνει μέχρι και το 100% [2]. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το κτίριο να μην χρειάζεται συστήματα ψύξης για τη διατήρηση της θερμικής του άνεσης.

Στην Ευρώπη τα κτίρια είναι υπεύθυνα για την παραγωγή του 50% των συνολικών εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο είναι από τα βασικότερα αέρια προκαλώντας κλιματικές αλλαγές και μολύνοντας το περιβάλλον [12]. Η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας οι οποίες αντικατέστησαν τα ορυκτά καύσιμα συμβάλλουν



τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας όσο και στην ενίσχυση του βιοκλιματικού σχεδιασμού των κτιρίων, που ανταποκρίνεται καλύτερα στις μεταβολές των καιρικών συνθηκών και δύναται να βελτιώσει τον τρόπο που πραγματοποιείται η διαχείριση της ενέργειας.

Η προστασία του περιβάλλοντος η οποία προκύπτει από τον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι ιδιαίτερως σημαντική γιατί κατασκευάζοντας μια οικολογική κατοικία αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος και μέσω της χρήσης αυτών, παρατηρείται μειωμένη εκπομπή ρύπων και ταυτόχρονα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Στην αρχιτεκτονική που βασίζεται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι ιδιαίτερως σημαντικό κατά το σχεδιασμό της κατοικίας να προσαρμόζεται το κτίριο στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να είναι βασικός στόχος η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και η διατήρηση της θερμικής άνεσης. Σημαντική προϋπόθεση για να πραγματοποιηθούν αυτά είναι η χρησιμοποίηση της εγχώριας ενέργειας που πρέπει να είναι ανανεώσιμη [1].

2.2 Κτίριο και κλίμα

Κάθε κτίριο είναι ένα ξεχωριστό περιβάλλον με τις δικές τους ξεχωριστές λειτουργίες. Είναι όμως και ενταγμένο σε ένα ευρύτερο αστικό περιβάλλον αλληλεπιδρώντας με αυτό. Οι λειτουργίες που υφίστανται μέσα στο κτίριο, καθώς και ο πληθυσμός που βρίσκεται σε αυτό συμβάλλουν στη διαμόρφωση των συνθηκών του κτιρίου [7]. Ταυτόχρονα οι συνθήκες που επικρατούν σε ένα αστικό περιβάλλον επιδρούν άμεσα στις εσωτερικές συνθήκες ενός κτιρίου, διαμορφώνοντας έτσι τις ανάγκες του.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης τα τελευταία χρόνια, όπως επίσης και η χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον συνέβαλλαν στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, ενεργειακών και περιβαλλοντικών προβλημάτων. Είναι γεγονός πως λαμβάνοντας υπόψη το ότι οι κάτοικοι των αστικών κέντρων βιώνουν το 80% της ζωής τους στο εσωτερικό κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος των κτιρίων τόσο στην υγεία, όσο και στην παραγωγικότητά τους [7].

2.3 Κτίριο και ενέργεια

Ο κτιριακός τομέας είναι από τους σημαντικότερους οικονομικούς ευρωπαϊκούς χώρους, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις ευρώ. Στην Ευρωπαϊκή



Ένωση, τα κτίρια απορροφούν κατά μέσο όρο το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης (20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, 30% για την Ελλάδα) [8]. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, αντιστοιχώντας 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή, το μισό περίπου της αντίστοιχης κατανάλωσης σε σύγκριση με την υπόλοιπη Ευρώπη [8]. Παρατηρείται αυξητική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα με τον ετήσιο ρυθμός αύξησης να διαμορφώνεται στο 1.8%. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στη δραματική αύξηση της ενέργειας που απαιτείται για τον δροσισμό των κτιρίων τους καλοκαιρινούς μήνες. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η ενέργεια που απαιτείται για τον δροσισμό ενός κτιρίου στην Αθήνα είναι διπλάσια από την απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης [7]. Τα στατιστικά στοιχεία που υπάρχουν για την ενεργειακή κατανάλωση στα κτίρια παρουσιάζουν ότι η θέρμανση των κτιρίων απαιτεί τα μεγαλύτερα ποσά ενέργειας.

2.4 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και κλίμα

Για την μείωση της κατανάλωσης ενέργειας τους χειμερινούς μήνες είναι αυτονόητο ότι θα πρέπει από την μία να περιοριστούν οι θερμικές απώλειες του κτιρίου (απώλειες αγωγιμότητας και αερισμού) και από την άλλη, να μεγιστοποιηθούν τα ηλιακά κέρδη [1]. Τους θερινούς μήνες θα πρέπει να επιδιώκεται ο φυσικός δροσισμός του κτιρίου ελαχιστοποιώντας τα θερμικά κέρδη και τη θερμική αποφόρτιση του κτιρίου μέσω αερισμού και άλλων σχετικών μέτρων.

Στην περίπτωση σχεδιασμού κατοικίας, που η κύρια χρήση ενέργειας εξυπηρετεί ανάγκες θέρμανσης, χρειάζεται μια προσεχτική ισορροπία μεταξύ γεωμετρίας και θερμικών ιδιοτήτων του κτιριακού κελύφους και των ηλιακών θερμικών κερδών και συμβατικών συστημάτων θέρμανσης. Απαιτείται λοιπόν τους χειμερινούς μήνες η σχεδίαση και η κατασκευή ενός κτιρίου στο οποίο η διαφορά θερμικών απωλειών - θερμικών κερδών να είναι όσο το δυνατόν μικρότερη. Κατά το στάδιο λοιπόν του σχεδιασμού, ο μελετητής θα πρέπει να λάβει υπόψη του: τη χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, την κατασκευή των εξωτερικών δομικών στοιχείων με την κατάλληλη μόνωση, τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων, την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση κλπ [6]. Ο ορθός σχεδιασμός κτιρίων για όλο το έτος περιλαμβάνει τα μέτρα που αφορούν τον



φωτισμό και αερισμό του κτιρίου τα οποία υιοθετούνται για όλη τη διάρκεια του χρόνου ανάλογα με το κλίμα και τη λειτουργία του κτιρίου.

Ο φυσικός φωτισμός των κτιρίων είναι απαραίτητος όλο το χρόνο για αισθητικούς, ψυχολογικούς αλλά κυρίως για πρακτικούς λόγους έχοντας πολλά ενεργειακά οφέλη. Η αίσθηση του χρόνου καθώς και η επαφή με τις κλιματικές συνθήκες εξασφαλίζονται μόνο με τη παρουσία φυσικού φωτός. Επιπλέον, τα θερμικά κέρδη από τον φυσικό φωτισμό είναι μικρότερα από τα θερμικά κέρδη από τον τεχνητό φωτισμό, για το ίδιο επίπεδο φωτισμού [7].

Η ανάγκη για αερισμό και φυσικός φωτισμό έχει αν κάνει με τη χρήση του κτιρίου και ισχύει για όλη την διάρκεια του χρόνου. Η ενεργειακή επιβάρυνση από τον αερισμό σχετίζεται με την θερμοκρασία του αέρα που εισάγεται στο κτίριο, η απαραίτητη εισαγόμενη ποσότητα του αέρα εξαρτάται από τον αριθμό των ατόμων που μένουν στο κτίριο, ενώ η ποιότητα του εσωτερικού αέρα σχετίζεται κι αυτή με τον αριθμό που μένουν στο κτίριο καθώς και από τα οικοδομικά υλικά που χρησιμοποιούνται [9].

Η μελέτη του κλίματος μιας συγκεκριμένης περιοχής, στην οποία πρόκειται να παραχθεί ένα αρχιτεκτονικό έργο νοείται σαν "βιοκλιματική παράμετρος". Τα κλιματικά δεδομένα τα οποία ενδιαφέρουν στη φάση της βιο-αρχιτεκτονικής σύλληψης είναι οι μέσες θερμοκρασίες ανά, οι μέσες μέγιστες, οι μέσες ελάχιστες, η σχετική υγρασία και η ένταση και διεύθυνση των ανέμων [9]. Τα δεδομένα αυτά βοηθούν στην κατανόηση των εξωτερικών συνθηκών θερμικής άνεσης της περιοχής ενός μελλοντικού κτιρίου και κατά συνέπεια τη σύλληψη της ενδεδειγμένης αρχιτεκτονικής μορφής το κτιρίου και την αποφυγή λαθών στο σχεδιασμό με σκοπό το κτίριο να έχει τη βέλτιστη συμπεριφορά.

2.5 Κατάλληλη χωροθέτηση του κτιρίου

Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού θα πρέπει το κτίριο να λειτουργεί ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης, αποθήκη θερμότητας, παγίδα θερμότητας και παγίδα φυσικού δροσισμού και ψύξης, έτσι ώστε να καλύπτονται σε μεγάλο βαθμό οι ανάγκες του, για ψύξη το καλοκαίρι και θέρμανση το χειμώνα. Για να επιτευχθούν ευκολότερα οι παραπάνω στόχοι είναι πολύ σημαντικό να γίνεται διαχωρισμός των κτιρίων σε θερμικές ζώνες [10].



Βασικό μας μέλημα για την ορθή τοποθέτηση ενός κτιρίου σε ένα χώρο, είναι η εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού του από τις 9.0 π.μ.-3.0 μ.μ. καθημερινά κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Το κτίριο τοποθετείται συνήθως προς τη βορεινή πλευρά ενός οικοπέδου αλλά για την ακριβή του θέση χρησιμοποιούνται ηλιακοί ή ενεργειακοί χάρτες ή ακόμα διαγράμματα που απεικονίζουν τις τροχιές του ήλιου και προσδιορίζουν επαρκώς τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας [9]. Με τη χρήση των ηλιακών χαρτών αντιλαμβανόμαστε για ένα οικόπεδο που βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη περιοχή, πώς είναι ο σκιασμός του από τα δέντρα, τους λόφους και τα γύρω κτίρια και έτσι καθορίζεται ποιος είναι ο ελεύθερος χώρος του, όπου ο ηλιασμός του είναι ανεμπόδιστος και μπορεί να τοποθετηθεί το κτίριο. Μετά μπορούμε να διαμορφώσουμε τον εξωτερικό γειτονικό στο κτίριο χώρο κατάλληλα, διότι οι άνθρωποι χρησιμοποιούν τους εξωτερικούς χώρους όταν έχει λιακάδα. Οι νότιες προσόψεις τέλος, παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον όσον αφορά τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας.

Το σχήμα ενός κτιρίου είναι ανάλογο με τις ανάγκες του για θέρμανση και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής [10]. Ένα κτίριο κύβος δεν αποτελεί πάντοτε το κατάλληλο σχήμα για οποιοδήποτε τόπο. Σύμφωνα με έρευνες, ένα κτίριο επίμηκες στον άξονα ανατολής-δύσης με διαφορετικές αναλογίες στις διαστάσεις του προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και αποτελεί συνήθως τη βέλτιστη λύση. Για τα μεσογειακά κλίματα η άριστη αναλογία στις διαστάσεις του κτιρίου είναι 1:1.8.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου θα πρέπει να εξασφαλίζει τον πλήρη ηλιασμό του κατά τη διάρκεια του χειμώνα και σκιασμό το καλοκαίρι. Το πρόβλημα του προσανατολισμού όμως είναι αρκετά σύνθετο, διότι επηρεάζεται από την τοπογραφία της περιοχής, το φυσικό τοπίο, τις απαιτήσεις ιδιωτικότητας, τη μείωση του θορύβου και άλλες κλιματικές παραμέτρους. Έχει αποδειχτεί ότι για την εύκρατη ζώνη (γεωγραφικό πλάτος περίπου 40°), ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με το δυτικό και τον ανατολικό για την περίοδο του χειμώνα και μειώνεται σχεδόν στο μισό το καλοκαίρι [9]. Σε χαμηλότερα γεωγραφικά πλάτη, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμα μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος το χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένες αφού δέχονται 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Για να διασφαλιστεί ο ηλιασμός όλου του



εσωτερικού χώρου από τα ανοίγματα της νότιας πρόσοψης, θα πρέπει το βάθος του κτιρίου να μην είναι μεγαλύτερο από 2.5 φορές το ύψος του παραθύρου με αφετηρία το δάπεδο, γεγονός που εξασφαλίζει ταυτόχρονα και επαρκή φυσικό φωτισμό στο χώρο.

Ένα κτίριο χαρακτηρίζεται ως κλειστό, όταν η επιφάνεια των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους είναι πολύ μεγάλη σε σχέση με την επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα διαφανή (ανοίγματα). Αντίθετα, όταν οι επιφάνειες των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων είναι συγκρίσιμες, το κτίριο χαρακτηρίζεται ως ανοιχτό. Η ανοιχτή μορφολογία επιλέγεται όταν ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι νότιος ή νοτιοανατολικός και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του, έτσι ώστε να αξιοποιούνται τα θερμικά ηλιακά κέρδη [7]. Η επιλογή της κλειστής μορφολογίας απαιτεί καλή θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων (τοίχοι, οροφή κ.α.), γιατί η μείωση των θερμικών απωλειών μπορεί να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά κέρδη.

Τα κτίρια που είναι τελείως ελεύθερα από όλες τις πλευρές τους ή βρίσκονται στο τέλος μιας σειράς κτιρίων, έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες σε σχέση με αυτά που έχουν μικρότερη επιφάνεια σ' επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα κτίρια που βρίσκονται σ' επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα κτίρια με πυλωτή [11].

2.6 Σκιασμός

Ο σκιασμός του κτιρίου και των ανοιγμάτων επιτυγχάνεται με τη χρήση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης κατά τέτοιο τρόπο που να διακόπτεται ο ηλιασμός του κτιρίου τη θερινή περίοδο, διότι η βλάστηση μετριάζει την εξωτερική θερμοκρασία λόγω της ιδιότητας του φυλλώματος να απορροφά θερμότητα [12]. Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων καθώς και η επιλογή κατάλληλου συστήματος σκίασης σε μορφή, μέγεθος και θέση, εξαρτάται από τον προσανατολισμό της όψης. Η σκίαση των ανοιγμάτων είναι απαραίτητη στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου για να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η υπερθέρμανση του χώρου. Η τοποθέτηση περσίδων στο εσωτερικό των υαλοστασίων, ως μέσο προστασίας, προσφέρει μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως όμως δεν μπορεί να προστατέψει το κτίριο από την υπερθέρμανση, καθώς η διέλευση του ήλιου από τα τζάμια εγκλωβίζει το ηλιακό φως το οποίο το μετατρέπει σε θερμότητα. Για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων τα βασικά κριτήρια που



θα πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι ο προσανατολισμός της όψης, η αισθητική του κτιρίου και η μορφολογία των ανοιγμάτων, η μορφή των ανοιγμάτων αν είναι συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τους τοίχους, η χρήση του χώρου ανάλογα με το αν είναι κατοικία, εργασιακός χώρος κλπ. καθώς κι ο παράγων οικονομία της κατασκευής ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας [12].

Όσον αφορά τον προσανατολισμό, οι μελέτες δείχνουν ότι για το νότιο προσανατολισμό προτιμώνται τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά συστήματα σκίασης λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τη θερινή περίοδο [13]. Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος προεξοχής των περσίδων ώστε να διασφαλίζεται ο θερινός σκιασμός των ανοιγμάτων και η διέλευση του ήλιου στο χώρο το χειμώνα. Για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, προτιμάται η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες καθώς ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά κοντά στον ορίζοντα. Η σταθερή σκίαση δεν είναι αποτελεσματική λύση καθώς εμποδίζεται ο ηλιασμός του χώρου το χειμώνα. Για τον νοτιοανατολικό ή το νοτιοδυτικό προσανατολισμό, είναι ιδανικός, ο συνδυασμός τόσο των οριζόντιων όσο και των κατακόρυφων περσίδων, η οποία ορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ηλίου για τους θερινούς μήνες.

Συμπεραίνοντας τα παραπάνω, τα σταθερά σκίαστρα ανεξαρτήτως προσανατολισμού, εμφανίζουν αρκετά προβλήματα ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Ενώ αντίθετα η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία έχει πλεονεκτήματα λόγω της ευελιξίας και της δυνατότητας ρύθμισής τους από τους ενοίκους ανάλογα με τις ανάγκες τους. Το είδος του συστήματος ηλιοπροστασίας, η μορφή και η λειτουργία του εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης του κτιρίου και το χρόνο που περνάμε σε αυτό [13]. Στην περίπτωση των κατοικιών χειριζόμαστε διαφορετικά την ηλιοπροστασία καθώς μπορούν να καλυφθούν οι ανάγκες με μια τέντα ενώ παράλληλα να διασφαλίζεται ο φυσικός φωτισμός, χωρίς επιβαρύνσεις σε θάμβωση ή ανακλάσεις φωτός στο επίπεδο εργασίας. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος ηλιοπροστασίας βασίζεται σε αισθητικά κριτήρια, αλλά και σε ζητήματα συνθετικής οργάνωσης όπως η σχέση του εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, η διαφάνεια του κελύφους κλπ. η διαφοροποιημένη μορφή της ηλιοπροστασίας συναρτήσει του προσανατολισμού και τα πλεονεκτήματα σχεδιαστικών χειρισμών, αποτελούν επιπρόσθετα στοιχεία της συνθετικής οργάνωσης των όψεων του κτιρίου [14]. Όσον αφορά στον οικονομικό παράγοντα, αν και η εξωτερική ηλιοπροστασία είναι ακριβότερη από τη σταθερή και από τη χρήση εσωτερικών περσίδων, η αποδοτικότητά της είναι αρκετά υψηλή



καθώς απαλλάσσει τα κτίρια σε μεγάλο ποσοστό από την υπερθέρμανση και τη μείωση της χρήσης κλιματιστικών τα οποία είναι ακριβά αλλά και βλαβερά για την υγεία και το περιβάλλον. Άρα η χρήση των εξωτερικών συστημάτων ηλιοπροστασίας έχει πολλά περισσότερα οικονομικά οφέλη παρά το αρχικό τους υψηλό του κόστος.

2.7 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αφενός μεν αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα, καθώς και για παροχή φυσικού φωτισμού και αφετέρου συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Ανάλογα με τον αμεσότητα που αντιμετωπίζουν και διαχειρίζονται τη ηλιακή ενέργεια τα παθητικά ηλιακά συστήματα χωρίζονται ως εξής [15]:

1) Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος τεχνικές δηλαδή που αφορούν τον πλεονεκτικό προσανατολισμό καθώς το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται, εφ' όσον τα ανοίγματα προσανατολίζονται στο νότο. Το μέγεθος, τη θέση και την κλίση των ανοιγμάτων ώστε ο ηλιασμός που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια να διανέμεται ομοιόμορφα στο χώρο [16]. Η αποτελεσματικότητα της κατηγορίας αυτής εξασφαλίζεται συνδυαστικά με την ανάλογη θερμική μάζα του κτηρίου ενισχυμένη από υλικά με θερμοαπορροφητικότητα που συντηρούν την θερμότητα όπως η πέτρα και το μπετόν.

2) Σε συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους που διακρίνονται σε:

-Ηλιακές τοιχοποιίες : Έχουν στην εξωτερική τους πλευρά, σε μικρή απόσταση από την τοιχοποιία τζάμι (υαλοπίνακα) και λειτουργούν ως ηλιακοί συλλέκτες, μεταφέροντας τη θερμότητα είτε μέσω του υλικού του τοίχου (τοίχος θερμικής αποθήκευσης), είτε μέσω θυρίδων (θερμοσιφωνικό πανέλο) στον εσωτερικό χώρο. Συνδυασμός των δύο λειτουργιών είναι ο τοίχος μάζας με θυρίδες τοίχος Trombe - Michel [15] .

-Θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) : Είναι κλειστοί χώροι που ενσωματώνονται σε νότια τμήματα του κτιριακού κελύφους και περιβάλλονται από υαλοστάσια. Η ηλιακή θερμότητα από το θερμοκήπιο μεταφέρεται στους κυρίως χώρους του κτιρίου μέσω ανοιγμάτων ή και διαπερνά τον τοίχο.

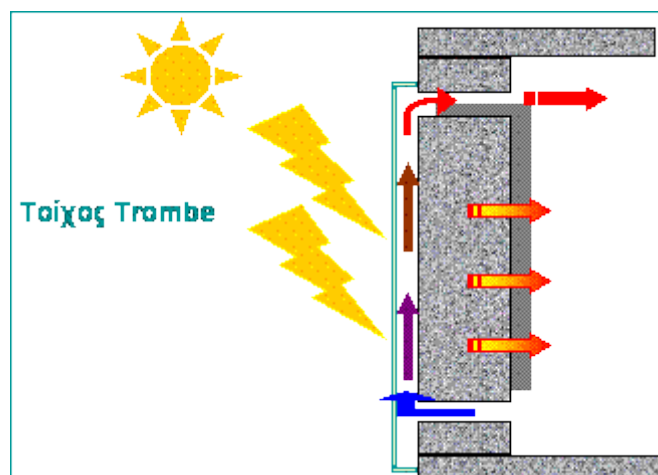
-Ηλιακά αίθρια: είναι εσωτερικοί χώροι του κτιρίου οι οποίοι έχουν στην οροφή τους τζάμι και λειτουργούν όπως τα θερμοκήπια. Επιτρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία να διεισδύει διαχέοντας φωτισμό στους χώρους που συνορεύουν με το αίθριο καθώς επίσης και να



τροφοδοτεί με την ανάλογη θερμική ενέργεια το περιβάλλον. Λειτουργεί σαν ένθετη εστία και προσφέρεται ως επέμβαση σε υπάρχοντες μειονεκτικές ενεργειακά κατασκευές.

Τοιχοποιία TROMBE

Πρόκειται για την πιο διαδεδομένη ηλιακή τοιχοποιία και μελετήθηκε από το Γάλλο καθηγητή F.Trombe που πρότεινε την κατασκευή μιας ενισχυμένης ως προς τις γεωμετρικές διαστάσεις τοιχοποιία [16]. Το πάχος της κυμαίνεται από 30 έως 40 εκατοστά ώστε να ενισχύονται οι μονωτικές της ιδιότητες. Συνήθως για τον ίδιο λόγο επιλέγεται σκουρόχρωμη βαφή επένδυσης για να ελκύει την ηλιακή ακτινοβολία στο μέγιστο βαθμό. Σε απόσταση πέντε εκατοστών από την τοιχοποιία τοποθετείται υαλοστάσιο ενώ κατά μήκος του τοίχου, στο πάνω και κάτω μέρος δημιουργούνται ανοίγματα που επιτρέπουν την κυκλοφορία αέρα εκατέρωθεν του τοίχου. Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και επιτυγχάνει τη θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτηρίου αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια. Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το ηλιοστάσιο και εγκλωβίζεται ανάμεσα στον τοίχο και τον υαλοπίνακα μετατρέπόμενη σε θερμική ενέργεια. Η θερμότητα επεμβαίνει στον υπάρχοντα αέρα ενώ θερμαίνοντας τον, ενεργοποιείται η κυκλοφορία αέρα λόγω διαφοράς θερμοκρασίας που βρίσκεται μέσα στο διάκενο. Ο ζεστός αέρας ως ελαφρύτερος του ψυχρού ακολουθεί ανοδική κατεύθυνση και συγκεντρώνεται στο πάνω μέρος του τοίχου από όπου βρίσκει διέξοδο μέσω του ανοίγματος και διαχέεται μέσα στον εσωτερικό χώρο θερμαίνοντας τον [16]. Η ανακύκλωση συνεχίζεται αφού ο ψυχρός αέρας που βρίσκεται στον εσωτερικό χώρο ωθείται από τον ζεστό και διαφεύγει από το χαμηλό άνοιγμα του τοίχου για να θερμανθεί με τη σειρά του και ούτω καθεξής. Τους καλοκαιρινούς μήνες η θερμότητα εκτονώνεται μέσω θυρίδων στον υαλοπίνακα και αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού. Επίσης είναι δυνατό να συνδυαστεί η κατασκευή θερμοκηπίου και τοιχοποιίας trombe με αποτελεσματικότητα.





Εικόνα 7: τοιχοποιία trobe

Θερμοκήπιο

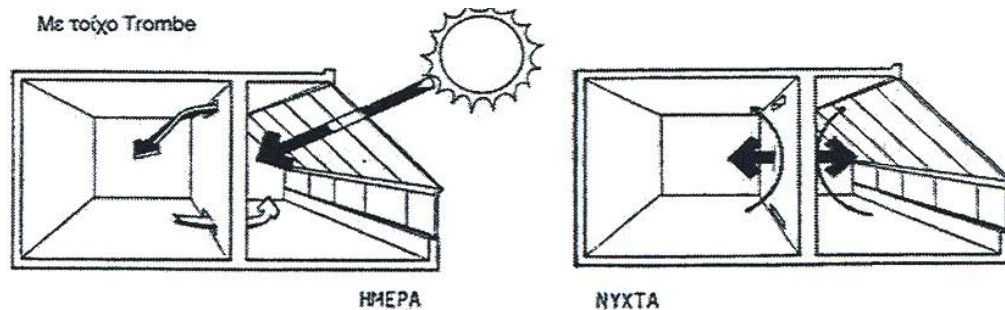
Στα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους ανήκουν και τα κτίρια με προσαρτημένο θερμοκήπιο στη νότια πλευρά [17]. Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται στη γεωργία για να βελτιώσουν τις συνθήκες καλλιέργειας ιδιαίτερα για τα πρώιμα λαχανικά. Στην αρχιτεκτονική έκαναν την εμφάνισή τους το 19 αι. κυρίως στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη. Δημιουργούσαν χώρους ημιυπαίθριους σαν συνέχεια της κατοικίας με τη μορφή κήπων ή ηλιακών χώρων. Ακόμη χρησιμοποίησαν το γυαλί για να καλύψουν και μεγαλύτερους δημόσιους χώρους όπως πλατείες, δρόμους εμπορικούς. Το θερμοκήπιο βρίσκεται στη νότια πλευρά του κτιρίου και αποτελεί συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχο θερμικής αποθήκευσης που μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον κατοικημένο χώρο. Θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου.

Το θερμοκήπιο την ημέρα όταν υπάρχει ηλιοφάνεια λειτουργεί ως διάφανη επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να περνά η ηλιακή ακτινοβολία ενώ μειώνει τις απώλειες θερμότητας που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Γι' αυτό την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου παραμένει θετικό. Τη νύχτα όμως το θερμοκήπιο αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα [17]. Η εφαρμογή του συστήματος του θερμοκηπίου στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική οδηγεί σε μια επιβάρυνση των συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, δημιουργώντας μεγάλες θερμικές απώλειες και ψύξη το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι τα μειονεκτήματα αυτά αμβλύνονται ενώ διατηρούνται τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου που μπορεί να αποδειχθεί ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο ως ενεργητικού χώρου ανάσχεσης και επιλεκτικού συλλέκτη ηλιακής ενέργειας.

Το θερμοκήπιο προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου σε σχήμα επιμήκες κατά τον άξονα ανατολή δύση αποτελεί τη καλύτερη και πιο αποδοτική μορφή για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Αν είναι δυνατόν το θερμοκήπιο να ενσωματώνεται στο κτίριο έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά από τοίχους, τότε η αποτελεσματικότητά του είναι μεγαλύτερη γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες ενώ μεταφέρεται θερμότητα μέσα από τους πλαϊνούς τοίχους στους παρακείμενους χώρους [18]. Τα θερμοκήπια, που προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς κυρίως



ανατολικά και δυτικά έχουν κάποια θετική συνεισφορά εφόσον συνδέονται με δομικά στοιχεία θερμικής μάζας.



Εικόνα 8 : Συνδυασμός θερμοκηπίου με τοιχοποιία trombe

2.8 Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Τα παθητικά συστήματα και οι τεχνικές φυσικού δροσισμού αποτελούν:

Η ηλιοπροστασία (σκίαση) του κτιρίου, η οποία επιτυγχάνεται με διάφορους τρόπους και μέσα, όπως η φυσική βλάστηση, τα γεωμετρικά στοιχεία (προεξοχές) του κτιρίου, σκιάστρα μόνιμα ή κινητά, εξωτερικά ή εσωτερικά των ανοιγμάτων, υαλοπίνακες με ειδικές επιστρώσεις ή ειδικής επεξεργασίας (ανακλαστικοί, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί, κ.λ.π.). Ο φυσικός εξαερισμός με κατάλληλο σχεδιασμό και λειτουργία των ανοιγμάτων στο κέλυφος και θυρίδες στο πάνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων που επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους [17].

Ο ρόλος του πρασίνου και η φύτευση του γενικότερα είτε στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου είτε ως επένδυση σε αυτό είτε συνδυαζόμενα αποτελεί έναν πνεύμονα που τροφοδοτεί και οξυγονώνει την κατασκευή και την προστατεύει από την υπερθέρμανση. Ιδιαίτερα συνίσταται [15]: α) το φύτεμα δέντρων σε μικρή απόσταση από το κτήριο ,β) αναρριχώμενα φυτά σε κατακόρυφο τοίχο και γ) φύτεμα δώματος.

Η χρήση ανεμιστήρων οροφής που συνδυάζουν ελάχιστες απαιτήσεις σε ηλεκτρικό ρεύμα και διακινούν τον εγκλωβισμένο αέρα των εσωτερικών χώρων ανανεώνοντας τον συνεισφέροντας στην θερμική εκτόνωση. Έχει αποδειχθεί ότι μέχρι τη θερμοκρασία των τριάντα βαθμών κελσίου οι ανεμιστήρες καθιστούν αποτελεσματικότερη την απόδοσή τους σε σχέση με τα κλιματιστικά αν συνυπολογιστεί συγκριτικά η ενέργεια που καταναλώνουν.

Ηλιοπροστασία



Το καλοκαίρι ο ήλιος κινείται ψηλά. Οι μικρές οριζόντιες προεξοχές (εξώστες, στέγες, πέργκολες) στη νότια πλευρά μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να σκιαστούν η νότια όψη και τα νότια ανοίγματα του κτιρίου. Στην ανατολική και στη δυτική πλευρά η ηλιοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί με κατακόρυφα σκίαστρα τοποθετημένα παράλληλα προς την ανατολική και τη δυτική όψη. Τέτοια σκίαστρα είναι οι κατακόρυφες τέντες, τα στοράκια, οι εξωτερικές κουρτίνες, δικτυωτά με αναρριχώμενα [17]. Όταν τα ανατολικά και δυτικά σκίαστρα απέχουν από τους τοίχους του κτιρίου δημιουργείται ανάμεσα σε αυτά και στο κτίριο ένας σκιερός αεριζόμενος χώρος που κάνει την ηλιοπροστασία πολύ αποτελεσματικότερη. Με μεγάλα ψυκτικά φορτία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ως σκιασμός αποτελεί βασική τεχνική μείωσης της ηλιακής κατανάλωσης για ψύξη, ενώ η ελεγχόμενη ηλιοπροστασία συμβάλει σε σημαντικά οφέλη και κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι δυνατόν να επιφέρει σημαντική μείωση του φορτίου αιχμής και οικονομικά οφέλη [16].

Φυσικός αερισμός

Ο αερισμός ως φυσική διαδικασία αποτελεί βασική τεχνική φυσικού δροσισμού των κτιρίων και βασικό παράγοντα για τη βελτίωση της θερμικής συμπεριφοράς και απόδοσης κτιρίων και εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης μέσα σε αυτά [18]. Βασίζεται στην αξιοποίηση της φυσικής ροής του αέρα με διαμπερή ή κατακόρυφο αερισμό των εσωτερικών χώρων τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και κατά τη διάρκεια της ημέρας. Το καλοκαίρι ο εξαερισμός μπορεί να είναι φυσικός με το άνοιγμα παραθύρου κατά το οποίο επιτυγχάνονται πολλές εναλλαγές αέρα και οι οποίες είναι εν γέννη επιθυμητές. Κατά τη χειμερινή όμως περίοδο ο ανεξέλεγκτος αερισμός επιφέρει υπερβολικά κατανάλωση καυσίμου και συνθήκες ψύχους.

Ο ρόλος του πρασίνου - φύτευση

Στην Ελλάδα οι ακτίνες του ήλιου είναι κατά κύριο λόγο κάθετες, με αποτέλεσμα να χτυπάνε απευθείας τις οροφές των σπιτιών. Είναι πολύ σημαντικό η στέγη να είναι καλά μονωμένη ώστε να προστατεύεται το κτίριο από τη βροχή και την υγρασία, να έχει την απαραίτητη κλίση ώστε να απομακρύνονται τα νερά και να παρέχει θερμική προστασία. Ένα φτωχά μονωμένο δώμα χρειάζεται επιπλέον ενίσχυση και προστασία με πλακίδια από φυσικό υλικό [19]. Οι ειδικοί προτείνουν ένα οικολογικό μονωτικό από ξυλόμαλλο που κοστίζει το ίδιο με τα κοινά μονωτικά. Μια πιο εναλλακτική λύση είναι το πράσινο δώμα. Η



σκιά που δημιουργούν τα φυτά, αλλά και το χώμα, το οποίο έχει και μονωτικές ιδιότητες, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας. Τα φυτά συγκρατούν την υγρασία η οποία στη συνέχεια εξατμίζεται, λειτουργούν δηλαδή σαν κλιματιστικά.

Κατά τους θερινούς μήνες η χρήση κλιματιστικού ενδέχεται να αυξήσει το λογαριασμό ρεύματος μέχρι και 50%. Την ημέρα πρέπει τα παράθυρα να μένουν κλειστά ώστε να διατηρείται η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου, που είναι χαμηλότερη από την εξωτερική [19]. Αντίθετα, το βράδυ που η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, ωφελεί το άνοιγμα των παραθύρων και ο διαμπερής αερισμός του κτιρίου.

Η ηλιοπροστασία ενός κτιρίου εξασφαλίζει κατά μέσο όρο μείωση του ψυκτικού φορτίου 30%. Στα νότια ανοίγματα πρέπει να υπάρχουν οριζόντια προς τον ήλιο σκίαστρα, ενώ στα ανατολικά και στα δυτικά, όπου ο ήλιος πέφτει με μεγαλύτερη γωνία τα σκίαστρα πρέπει να βρίσκονται σε κατακόρυφη θέση. Την πιο πρακτική επιλογή αποτελούν οι τέντες που συνδυάζουν ακρυλικές και πολυεστερικές ίνες οι οποίες φθείρονται και πολύ δύσκολα. Τα σκίαστρα πρέπει να είναι κλειστά τις ώρες με μεγάλη ηλιακή ακτινοβολία κυρίως στην ανατολική και δυτική πλευρά [18].

Πράσινη Στέγη-Φυτεμένο Δώμα

Ός φυτεμένο δώμα νοείται το δώμα το οποίο καλύπτεται από βλάστηση που αναπτύσσεται σε ελεγχόμενες συνθήκες με οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Συμπεριφέρεται δε σαν οποιαδήποτε άλλη βλάστηση στο έδαφος. Τα φυτεμένα δώματα είναι επίσης γνωστά ως Πράσινες Στέγες, Οικολογικές Στέγες, Πράσινες Οροφές, Ταρατσόκηποι, Roof gardens, Green roofs κ.α.

Τα συστήματα Πράσινης Στέγης παρουσιάζουν τα κάτωθι πλεονεκτήματα [17]:

- A. Μεγιστοποίηση της χρησιμότητας και αξίας του κτιρίου- Εκμετάλλευση διαθέσιμων χώρων.
- B. Μεγιστοποίηση της διάρκειας ζωής της στέγης- Προστασία μόνωσης οροφής.
- Γ. Εξοικονόμηση ενέργειας- μείωση αναγκών σε κλιματισμό και θέρμανση
- Δ. Μείωση ηχορύπανσης
- E. Φιλτράρισμα των ατμοσφαιρικών ρύπων- μείωση σκόνης και νέφους
- Στ. Δημιουργία οικοσυστήματος σε αστικές περιοχές- Φυσικό περιβάλλον για φυτά και ζώα.



- Z. Βελτίωση μικροκλίματος και αερισμού
- H. Αύξηση του οξυγόνου και μείωση του CO₂.
- Θ. Μείωση της υδατόπτωσης στο αποχετευτικό σύστημα.
- I. Μείωση των φορτίων κλιματισμού και θέρμανσης στον τελευταίο όροφο κατά 30% το καλοκαίρι και 10% το χειμώνα.
- K. Μειώνουν τα πλημμυρικά φαινόμενα καθώς συγκρατούν και περιορίζουν την απορροή του βρόχινου νερού.

Ως μειονεκτήματα αναφέρουμε το μεγάλο φορτίο το οποίο απαιτεί στατική επάρκεια του κτιρίου και ενίσχυση σε επίπεδο μελέτης και κατασκευής που μεταφράζεται σε υψηλό κόστος κατασκευής και συντήρησης αλλά και παρακολούθησης διότι καταναλώνεται πολύ νερό και είναι ευπαθές στις ακραίες καιρικές συνθήκες.

2.9 Ενεργητικά συστήματα

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αναφέρονται σε μηχανολογικά συστήματα ικανά να δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια να την αποθηκεύουν και να την διοχετεύουν με χρήση άλλοτε ενός υγρού ή αέρα ως ρευστό μεταφοράς της παραγόμενης θερμότητας. Κύριες εφαρμογές των συστημάτων αυτών χρησιμοποιούνται για θέρμανση νερού για την κάλυψη οικιακών μικρής κλίμακας αναγκών, για τη θέρμανση-ψύξη επιφανειών αλλά και σε επίπεδο βιομηχανικών διεργασιών όπως η αφαλάτωση και σε πλήθος άλλων περιπτώσεων. Κοινή και ευρέως γνωστή πλέον ενεργητικού συστήματος είναι ο ηλιακός θερμοσίφωνας [19]. Η χώρα μας προπορεύεται στον αριθμό εγκατεστημένων ηλιακών θερμοσιφώνων ανά κάτοικο δεδομένου πάντα ότι ευνοείται από την πληθωρική ηλιοφάνεια [20]. Ωστόσο έχει γίνει αντιληπτό πόσο συμφέρουσα είναι η χρήση του σε σχέση με τους ηλεκτρικούς θερμοσίφωνες τόσο ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας –κόστους χρήσης όσο και από πλευράς άμεσης εξυπηρέτησης καθώς όποτε υπάρχει ηλιοφάνεια υπάρχει άμεσα διαθέσιμο θερμασμένο νερό. Μία ενδιαφέρουσα σύγχρονη εφαρμογή ενεργητικού συστήματος αξιοποίησης ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα που σίγουρα θα μας απασχολήσουν στο μέλλον περισσότερο όταν θα τελειοποιηθεί ακόμα η τεχνολογία που τα υποστηρίζει. Αξίζει να αναφερθούμε όμως αναλυτικότερα.



Φωτοβολταϊκά συστήματα

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) στοιχεία που επιτρέπουν τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση (Φ/Β) στοιχείων έχει αρχίσει να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το υψηλό κόστος των Φ/Β στοιχείων σήμερα οι τιμές πέφτουν συνεχώς [17]. Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Χάρη στη μεγάλη ηλιοφάνεια όλες τις εποχές του έτους η χρήση Φ/Β συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι ελκυστική.

Η ενσωμάτωση Φ/β στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος ενός κτιρίου είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει έδαφος καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και το κόστος των Φ/β στοιχείων μειώνεται. Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί ειδικά Φ/β στοιχεία κατάλληλα για στέγες και προσόψεις. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τη συστοιχία, τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα μετατροπής ισχύος [16]. Ο πιο διαδεδομένος τύπος συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τύπου μολύβδου –οξέως , ανοιχτού ή κλειστού τύπου ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:

- Αυτόνομο σύστημα
- Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο
- Υβριδικό σύστημα
- Σύστημα μικρής ισχύος

Πλεονεκτήματα (Φ/Β) Συστημάτων:

1. Μηδενική ρύπανση
2. Αθόρυβη λειτουργία
3. Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής
4. Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων για τις απομακρυσμένες περιοχές
5. Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
6. Ελάχιστη συντήρηση
7. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων ωφελεί το περιβάλλον και την κοινωνία



2.10 Η παρούσα κατάσταση στην Ελλάδα

Το κτιριακό απόθεμα που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα από τα μέσα του 20ου αιώνα και μετά, στις πόλεις αλλά και στην ύπαιθρο, αποτελεί τον κύριο έως συντριπτικό όγκο των κτιρίων της χώρας. Είναι κτίρια εξαιρετικά ενεργοβόρα και κατά την επίσημη ορολογία 'άρρωστα κτήρια' (ρυπογόνα για το περιβάλλον, ανθυγιεινά για τους ενοίκους τους, με εμφάνιση άνισων κατανομών εσωτερικής θερμοκρασίας και υγρασίας και υψηλή τοξικότητα του εσωτερικού τους αέρα) [13]. Ο υπερμεγέθης αστικός ιστός του πολεοδομικού συγκροτήματος της πρωτεύουσας συγκεντρώνει τα μισά απ' αυτά. Τα υπόλοιπα κατανέμονται στις μικρότερες πόλεις που ασφυκτιούν επίσης και σε μια κατακερματισμένη ύπαιθρο που ερημώνει προοδευτικά στα πλαίσια ενός ανύπαρκτου αναπτυξιακού και χωροταξικού και ενός άστοχου έως ανάπηρου πολεοδομικού σχεδιασμού.

Οι δυνατότητες βελτιωτικών παρεμβάσεων στον κτιριακό αυτό όγκο είναι περιορισμένης κλίμακας. Στον τομέα της θέρμανσης - λόγω συνήθως ακατάλληλου προσανατολισμού και ελλιπούς ηλιασμού - μπορούν να περιοριστούν συνήθως στην βελτίωση των μονώσεων. Στον τομέα του φυσικού δροσισμού προσφέρονται περισσότερες δυνατότητες βελτίωσης αρκεί να συνδυαστούν με μέτρα μετατροπής του μικροκλίματος των πόλεων (π.χ. φύτευση των υπαιθρίων χώρων και των κτιρίων) [7]. Στον τομέα της 'εξυγίανσης' των κατασκευών, οι δυνατότητες είναι ελάχιστες έως μηδενικές. Το κτιριακό αυτό απόθεμα, μη βιώσιμο και βασικός συντελεστής της κλιματικής μεταβολής κληροδοτείται από γενιά σε γενιά δημιουργώντας προοδευτικά όλο και δυσμενέστερες προϋποθέσεις συντήρησής του αλλά και επιβίωσης. Κάθε νέο, σύγχρονης συμβατικής δόμησης κτίριο μικρό ή μεγάλο, μονώροφο ή πολυώροφο, δημόσιο ή ιδιωτικό, διογκώνει και αναπαράγει στο διηνεκές αυτό το αδιέξοδο.

Το θεσμικό και διοικητικό πλαίσιο για τον κτιριακό τομέα εξακολουθεί να προσανατολίζεται στην εξυπηρέτηση των όρων της αντιπαροχής, των οργανωμένων οικοδομικών συμφερόντων και των 'μεγάλων έργων' και μόνο. Η τεχνική παιδεία όλων των βαθμίδων, η αρχιτεκτονική παιδεία, οι μηχανικοί της χώρας, εξακολουθούν να δεσμεύονται από την μονοκρατορία της κατασκευής του οπλισμένου σκυροδέματος. Οριοθετούνται στα πλαίσια της υψηλής και ακριβής τεχνολογίας των οικοδομικών υλικών και προϊόντων των πετροχημικών. Εγκλωβίζονται από την κατασκευαστική και οικονομική λογική της



αντιπαροχής [2]. Η οικολογική δόμηση στην Ελλάδα έχει κάνει τα τελευταία 20 χρόνια μόνο μικρά και περιορισμένης εμβέλειας βήματα που και αυτά προέκυψαν μόνο μέσα από ιδιωτικές πρωτοβουλίες κάτω από εξαιρετικά αντίξοες συνθήκες. Αυτά τα δεδομένα γεννούν σήμερα την ανάγκη της επικοινωνίας, της σύμπτυξης και της συνεργασίας των ανθρώπων που θεωρούν ότι η δυναμική - έμπρακτη προώθηση της οικολογικής δόμησης μπορεί να δημιουργήσει τον αναγκαίο και ικανό προηγούμενο μοχλό πίεσης και να εγκαινιάσει ένα νέο δρόμο ανάπτυξης και μια νέα, διαφορετική και αειφόρο προοπτική δόμησης στον ελληνικό χώρο.

Τα κτίρια ανήκουν στους πιο ρυπογόνους συντελεστές της πόλης. Οι δείκτες διοξειδίου του άνθρακα οφείλουν τα υψηλά ποσοστά στους στη γαλαντόμο συνεισφορά του αθηναϊκού κτιριακού αποθέματος, το οποίο ευθύνεται και για το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Ο κτιριακός πλούτος της Αθήνας φαίνεται πως είναι φτωχός σε εφαρμοσμένες πρακτικές περιβάλλοντος, με συνέπεια να κατατάσσεται στους πλέον ενεργοβόρους [1]. Δεν υπάρχει άλλη ευρωπαϊκή χώρα με τέτοιες κατασκευές, αφού θέματα περιβάλλοντος και ποιότητας ζωής δεν έχουν διεισδύσει στην κατασκευαστική διαδικασία. Ως αποτέλεσμα, η Ελλάδα ξοδεύει γιγαντιαία ποσά για ενέργεια και οι Έλληνες δεν διαβιούν σε καλό κτιριακό απόθεμα. Στις πρώτες θέσεις της ενεργειακής κατανάλωσης εδρεύουν τα παλιά κτίρια -ο κτιριακός πυρήνας της πόλης έχει ηλικία 40 ετών -τα γυάλινα που σε θέματα κλιματισμού απαιτούν 2-3 φορές περισσότερη ενέργεια από τα συμβατικά και τα κτίρια που οικοδομήθηκαν μέχρι το 1980, πριν από την εφαρμογή του κανονισμού θερμομόνωσης. Οι συνήθεις μαύρες τρύπες των κτιρίων είναι η απουσία μόνωσης στο κέλυφος και την οροφή, η κακή ποιότητα κουφωμάτων και τζαμιών, η μη αεροστεγανότητα, η κακή συντήρηση του λέβητα και η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου.

Για να αντισταθμίσει η Ελλάδα τους επιπλέον ρύπους στο διεθνές χρηματιστήριο ρύπων πληρώνει εκατομμύρια ευρώ, που τα επωμίζεται, όπως πάντα, ο Έλληνας πολίτης, φορολογούμενος και καταναλωτής [4]. Επίσης, η Ελλάδα, ως χώρα μέλος της ΕΕ, δεσμεύτηκε για μείωση 20% στην κατανάλωση ενέργειας μέχρι το 2020. Τα νομοθετικά βήματα που έγιναν προς αυτή την κατεύθυνση δεν καρποφόρησαν, δεδομένου ότι δεν εκδόθηκε ποτέ ο προβλεπόμενος Κανονισμός για την Ορθολογική Χρήση και την Εξοικονόμηση Ενέργειας, ωστόσο έκτοτε ολοένα και περισσότερο γίνεται συνείδηση στους



σχεδιαστές των έργων η ανάγκη ενσωμάτωσης ορισμένων περιβαλλοντικών συνιστώσεων στο σχεδιασμό, στην κατασκευή, στη λειτουργία και στη συντήρηση των κτιρίων.

Έτσι στην Ελλάδα συνεχίζουμε τις πρακτικές του παρελθόντος, αγνοώντας τις δεσμεύσεις της Ευρώπης στην οποία ανήκουμε, ενώ σε άλλες χώρες, ήδη εδώ και δεκαετίες, εφαρμόζονται οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και οικολογικής δόμησης και η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας στις οικοδομές [6]. Ακόμη και η Αμερική, που δεν συμμετέχει στις δεσμεύσεις του Κγγοτο, κάνει τεράστια βήματα σε επίπεδο δήμων και πόλεων, ενώ αρχιτέκτονες ακολουθούν τα πρότυπα του προγράμματος LEED για εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Οι συνήθειες μαύρες τρύπες των κτιρίων είναι η απουσία μόνωσης στο κέλυφος και την οροφή, η κακή ποιότητα κουφωμάτων και τζαμιών, η μη αεροστεγανότητα, η κακή συντήρηση του λέβητα και η έλλειψη θερμοστατικού ελέγχου [7]. Η υπερκατανάλωση ενέργειας είναι συνώνυμη της πόλης εξαιτίας της «αυξανόμενης θερμικής υποβάθμισης, της εμμονής στη χρήση εμπειρικών και ξεπερασμένων τεχνικών σχεδιασμού του αστικού χώρου, της αποψίλωσης του αστικού και περιαστικού πρασίνου», όπως παρατηρούσε σε παλαιότερη έκθεση η Ομάδα Κτιριακού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Αθηνών.

Τα ελληνικά νοικοκυριά παρουσιάζουν την μεγαλύτερη σχετική κατανάλωση, σχεδόν 30% μεγαλύτερη από της Ισπανίας και περίπου διπλάσια από της Πορτογαλίας. Οι κατοικίες στην Ελλάδα παράγουν περίπου 12-13 τόνους διοξειδίου του άνθρακα ανά κάτοικο το χρόνο. Την ίδια ώρα, η Αυστρία παράγει 9 ενώ η Νορβηγία και η Γερμανία 11 [8]. Η τιμή αυτή είναι μεγαλύτερη από όλες τις άλλες μεσογειακές χώρες (Πορτογαλία 8 τόνους, Ιταλία & Ισπανία 9 τόνους) και ίση με της Δανίας. Το θερμικό φορτίο των κτιρίων γραφείων στην Ελλάδα είναι το υψηλότερο ανάμεσα σε δέκα χώρες. Καταναλώνουμε δηλαδή περισσότερη ενέργεια για θέρμανση από «παγωμένες» χώρες σαν τη Γερμανία, τη Δανία, τη Σουηδία και την Αυστρία. Η ανάγκη για στροφή της κατασκευής και λειτουργίας των κτιρίων προς υλικά, εξοπλισμούς και τρόπους οργάνωσης πιο φιλικούς προς το περιβάλλον σε σχέση με τους μέχρι σήμερα γνωστούς συμβατικούς, αποτελεί μια λογική και πρακτική, η οποία όχι μόνο θεωρείται αδιαμφισβήτητα επιθυμητή, αλλά άρχισε να εφαρμόζεται ήδη στην Ευρώπη κατά την τελευταία δεκαετία.



Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κυρίως όσον αφορά στην κατασκευή μεγάλων έργων είναι πια γεγονός που απασχολεί τους μελετητές και κατασκευαστές στην Ελλάδα. Αντιθέτως, οι περιβαλλοντικές συνιστώσες δεν απασχολούν συνήθως τους εκτελεστές των έργων ανέγερσης κοινών κτιρίων, εκτός εάν πρόκειται για μεγάλες μονάδες. Το ενδιαφέρον στα κτιριακά έργα συγκεντρώνει μέχρι σήμερα η επιλογή των υλικών και οι μέθοδοι εξοικονόμησης νερού και ενέργειας [10]. Η συνολική προσέγγιση των επιπτώσεων των κτιριακών έργων στο περιβάλλον σε όλη τη διάρκεια ζωής τους, ήδη από τη μελετητική φάση, είναι κάτι νέο. Η ενεργειακή ταυτότητα θα καθορίσει σε βάθος χρόνου την αγοραστική δύναμη των κτιρίων, κυρίως όμως τις συνθήκες ζωής στο αστικό περιβάλλον. Μελέτες κτιριακής αναβάθμισης του ΚΑΠΕ την τελευταία δεκαετία έδειξαν ότι μια μετριοπαθής βελτίωση ενός κτιριακού συνόλου στην Αθήνα θα μείωνε την κατανάλωση ενέργειας κατά 25%.

Ο ευκολότερος τρόπος μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιριακών έργων είναι ο προσδιορισμός και η εκτίμησή τους στην πρώτη φάση του σχεδιασμού τους, μέσω μιας «περιβαλλοντικής – οικολογικής» θεώρησης που δεν θα προστίθεται ως «πράσινη» παράγραφος στην οριστική μελέτη κάθε έργου, αλλά θα δίνει νέα οπτική στο σχεδιασμό και στις λήψεις των αποφάσεων, προκειμένου να αποδοθούν οι βέλτιστες συνολικά λύσεις [11]. Ο οικολογικός σχεδιασμός των κτιρίων είναι μέρος του συνολικού σχεδιασμού και δεν διαφέρει από οποιονδήποτε σχεδιασμό έργου.

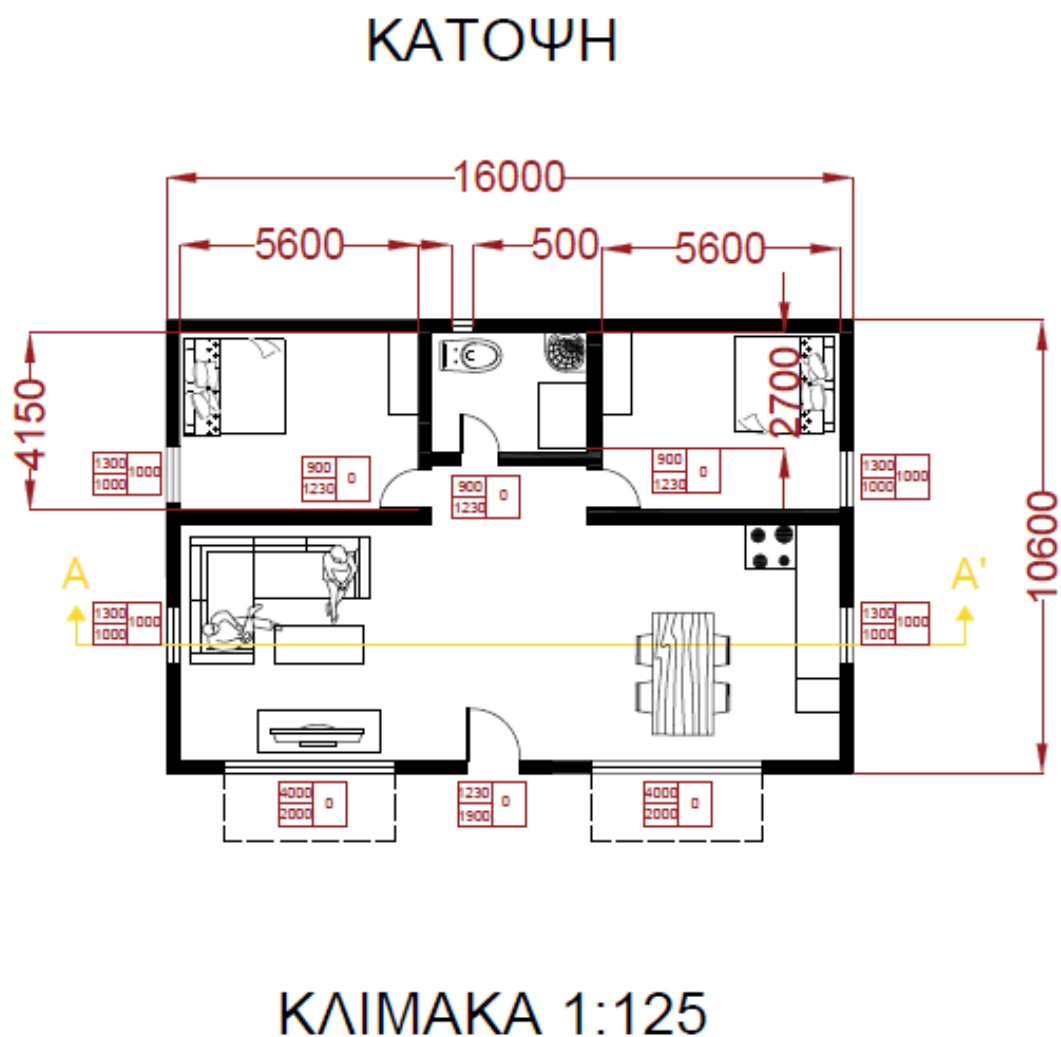
Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ενεργειακή διαχείριση εφαρμόζονται σε όλο και περισσότερα κτίρια του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, ενώ η έρευνα σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο έχει προχωρήσει σημαντικά και βρισκόμαστε πλέον στην περίοδο της ένταξης αυτού του νέου τρόπου δόμησης και αναβάθμισης κτιρίων στην ευρύτερη οικοδομική πρακτική.



Κεφάλαιο 3 - Μελέτη Σχεδιασμού Βιοκλιματικής Κατοικίας

3.1 Σχεδιασμός Κατοικίας

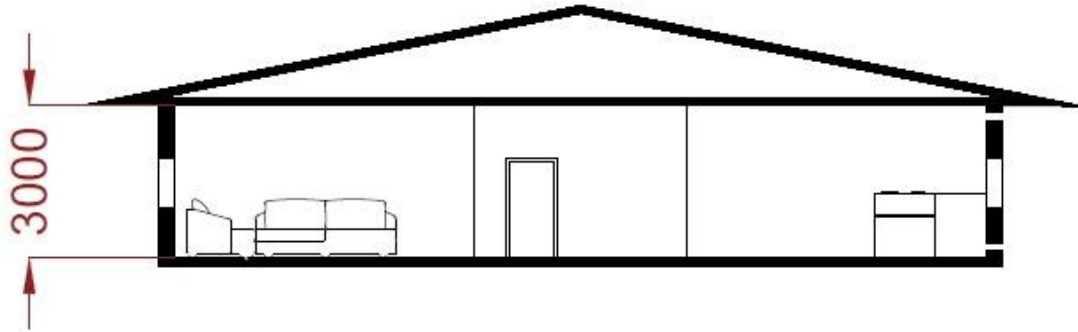
Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκε και σχεδιάστηκε μια μικρή βιοκλιματική κατοικία στην περιφέρεια και συγκεκριμένα στην περιοχή της Κοζάνης. Η επόμενη εικόνα παρουσιάζει το σχέδιο της κατοικίας (σε κάτοψη και πλάγια όψη σε τομή) καθώς και το οικόπεδο στο οποίο σχεδιάστηκε με τον προσανατολισμό του.



Εικόνα 3.1 Κάτοψη βιοκλιματικής κατοικίας



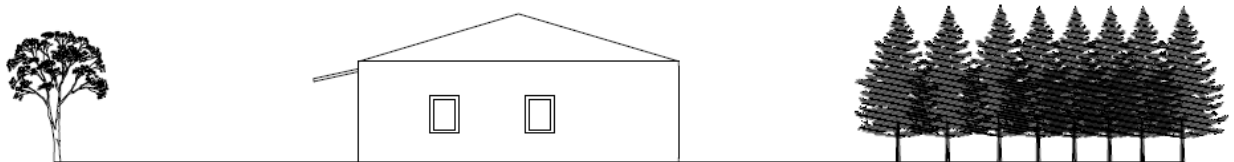
ΤΟΜΗ Α-Α'



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

Εικόνα 3.2 Πλάγια όψη βιοκλιματικής κατοικία σε τομή

ΔΕΞΙΑ ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ

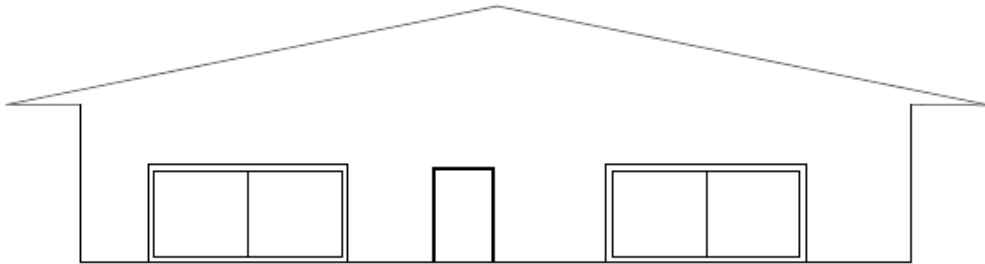


ΚΛΙΜΑΚΑ 1:200

Εικόνα 3.3 Δεξιά πλάγια όψη βιοκλιματικής κατοικίας



ΜΠΡΟΣΤΑ ΟΨΗ

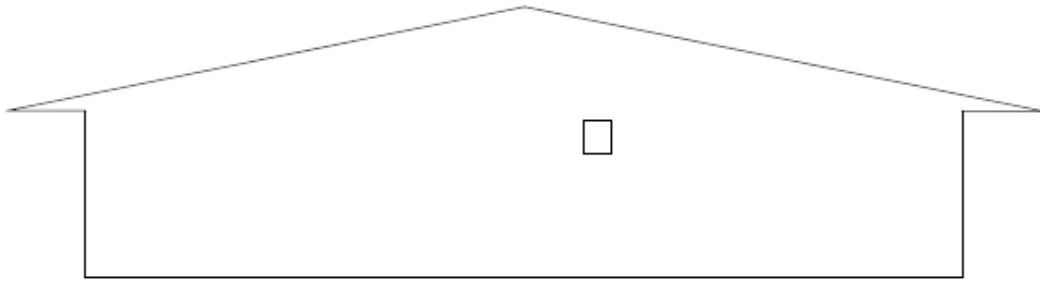


ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

Εικόνα 3.4 Μπροστά όψη βιοκλιματικής κατοικίας

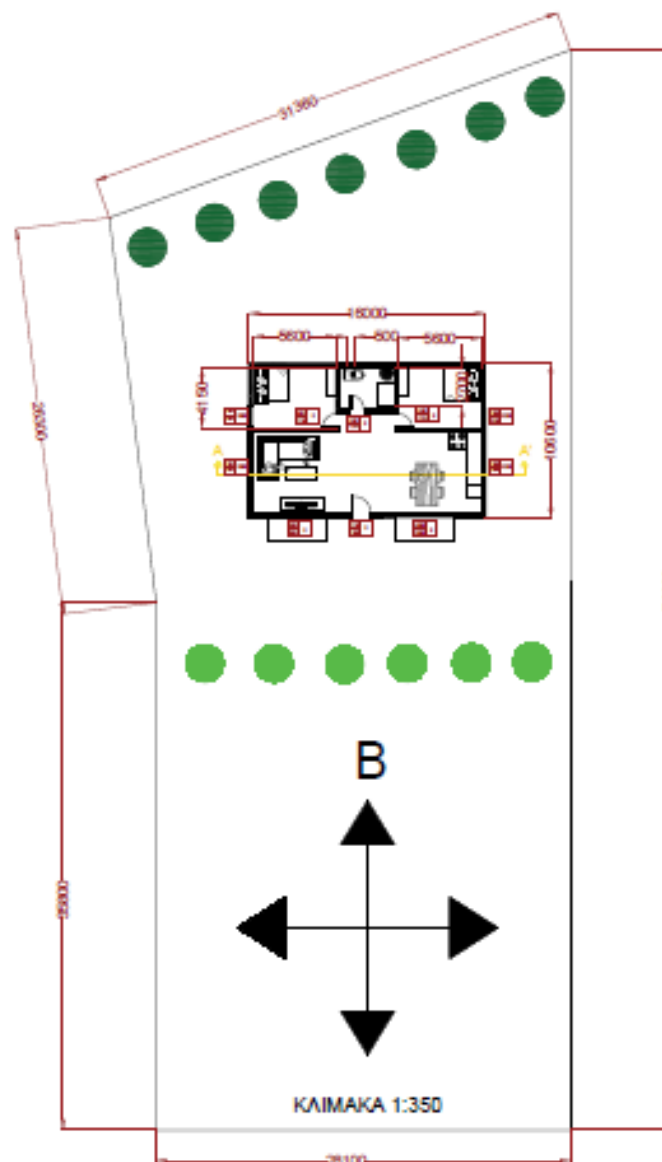


ΠΙΣΩ ΟΨΗ



ΚΛΙΜΑΚΑ 1:100

Εικόνα 3.5 Πίσω όψη βιοκλιματικής κατοικίας



Εικόνα 3.4 Οικόπεδο βιοκλιματικής κατοικίας

3.1.1 Προσανατολισμός και χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο

Το οικόπεδο επιλέχτηκε να έχει θέα προς την κατεύθυνση του νότου έτσι ώστε να καλύπτεται το κτίριο από στις βορινούς ανέμους με ταυτόχρονη εκμετάλλευση στις θερμικής ηλιακής ενέργειας. Έχει αποδειχτεί ότι για την εύκρατη ζώνη (γεωγραφικό πλάτος περίπου 40°), ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο νότιος, γιατί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι σχεδόν τριπλάσια σε σχέση με το δυτικό και τον ανατολικό για την περίοδο του χειμώνα και μειώνεται σχεδόν στο μισό το καλοκαίρι. Το κτίριο τοποθετήθηκε προς τη βορεινή πλευρά του οικοπέδου ώστε να αυξηθεί η απόσταση από τα απέναντι



κτίρια και να αποφευχθεί κατά το δυνατόν περισσότερο το ρίσκο του σκιασμού το οποίο καταργεί τα πιθανά ηλιακά οφέλη. Το κτίριο επιλέχτηκε να βρίσκεται σ' επαφή με το έδαφος έτσι ώστε να διεθέτει καλύτερη θερμική συμπεριφορά και να καταναλώνει λιγότερη ενέργεια.

3.1.2 Κτιριακή μορφή

Από ενεργειακή άποψη, η "μορφή του κτιρίου" παίζει ρόλο σε ότι αφορά στη θερμική του συμπεριφορά, καθότι μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο καθορίζει την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Σχεδιαστικά μπορεί να επιλεγεί "ανοικτή" ή "κλειστή" μορφή κτιρίου, δηλαδή επιθετική ή αμυντική. Ανοικτό θεωρείται ένα κτίριο με μεγάλα ανοίγματα, όπως στην περίπτωση μας ενώ κλειστό αυτό με μικρότερα. Επιλέχτηκε ανοικτή μορφή κτηρίου καθώς είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού των όψεων του κτιρίου από άλλα γειτονικά κτίσματα, δέντρα ή άλλα εμπόδια.

3.1.3 Περιβάλλοντας χώρος

Αξίζει αν σημειωθεί ότι δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στο μικροκλίμα γύρω από την κατοικία. Χρησιμοποιήθηκε βλάστηση για ηλιοπροστασία, σκιασμό και προστασία από τους ανέμους. [21] Συγκεκριμένα, φυτεύτηκαν φυλλοβόλα δένδρα στη νότια πλευρά του κτιρίου, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά αειθαλή, για την ανάσχεση των χειμωνιάτικων ανέμων και το δροσισμό του αέρα τους καλοκαιρινούς μήνες.

3.1.4 Εσωτερική οργάνωση και λειτουργική διάρθρωση

Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός της κάτοψης θα πρέπει να οργανωθεί και να χαρακτηί με την ακρίβεια που διέπει την λειτουργικότητα σε σχέση με τον ενεργειακό υπολογισμό που επιτάσσει η βιοκλιματική αντίληψη. Το κτίριο σχεδιάστηκε επίμηκες στον άξονα ανατολής-δύσης προσφέροντας μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και αποτελώντας τη βέλτιστη λύση. Η μεγαλύτερη όψη της κατοικίας και τα μεγαλύτερα ανοίγματα είναι προσανατολισμένα προς το νότο, ενώ αντίστοιχα στη βόρεια πλευρά του κτιρίου υπάρχουν συμπαγείς τοίχοι και ένα μικρό άνοιγμα.



Σχεδιάζοντας την κάτοψη των εσωτερικών χώρων πραγματοποιήθηκε οργάνωση και ομαδοποίηση των χώρων αυτών έτσι ώστε οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο να τοποθετηθούν στη νότια πλευρά του κτιρίου (σαλόνι, κουζίνα) με σκοπό να εξασφαλισθούν οι επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες που συνήθως οφείλουν να είναι υψηλές. Οι υπόλοιποι χώροι (υπνοδωμάτια και μπάνιο), τοποθετήθηκαν 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.

Τα υπνοδωμάτια, σε ότι έχει σχέση τις ανάγκες τους σε θέρμανση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης τους. Στα παιδικά δωμάτια αλλά και στα δωμάτια των ηλικιωμένων ατόμων, για παράδειγμα, οι ανάγκες σε θέρμανση είναι αυξημένες μέρα-νύχτα. Οι έφηβοι, δεν έχουν τόση ανάγκη σε θερμική άνεση, εκτός από τις περιόδους έντονου διαβάσματος. Στην περίπτωση μας, τα υπνοδωμάτια χρησιμοποιούνται μόνο για ύπνο και επομένως θερμαίνονται λιγότερο σε σχέση με άλλα δωμάτια του σπιτιού γι αυτό και τοποθετήθηκαν βόρεια.

Όσον αφορά την κουζίνα έγινε προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας της στο χώρο και αποφεύχθηκε ο δυτικός προσανατολισμός διότι τα ηλιακά κέρδη θα ήταν μεγάλα και ειδικά τα θερινά απογεύματα, όπου η θερμοκρασία είναι στα υψηλότερα επίπεδά της κι αυτό θα δημιουργούσε αποπνικτική και εξαιρετικά ζεστή ατμόσφαιρα, συνδυασμένη και με τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και του φούρνου.

Το μπάνιο είναι ένα παραμελημένο δωμάτιο και τοποθετήθηκε σε σκοτεινό και χωρίς ιδιαίτερη θέρμανση χώρο. Τοποθετήθηκε εκεί που μας βόλευε και συγκεκριμένα, εκεί που η έκθεση στον ήλιο να είναι η ελάχιστη δυνατή (βορράς).

3.1.5 Ανοίγματα

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει σε μια διαφανή ή ημιδιαφανή επιφάνεια ενός κτιρίου, ένα μέρος της ανακλάται, ένα άλλο τμήμα της απορροφάται από την επιφάνεια και τελικά το υπόλοιπο μεταδίδεται άμεσα [20]. Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται επανεκπέμπεται προς το εσωτερικό, είτε με ακτινοβολία, είτε με μεταφορά. Τα ηλιακά κέρδη εξαρτώνται από το υλικό με το οποίο είναι φτιαγμένο το στοιχείο, από την επιφάνεια



του, τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών και φυσικά από τη διαθέσιμη ακτινοβολία που σχετίζεται με τον προσανατολισμό, την τοπογραφία του κτηρίου και την υπάρχουσα σκίαση. Με βάση αυτές τις αρχές, ο πιο απλός τρόπος για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την εκμετάλλευση της για θέρμανση των χώρων, είναι η δημιουργία γυάλινων ανοιγμάτων σε ένα κτήριο, με σωστό προσανατολισμό και διαστασιο-λόγηση. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το γυαλί είναι μη θερμομονωτικό υλικό (δεν αποθηκεύει εύκολα τη θερμική ενέργεια).

Συγκεκριμένα, τοποθετήθηκαν μεγάλα ανοίγματα στο νότο με διπλό τζάμι με κενό αέρα (25 mm) (Εικόνα 3.4) στο διάκενο το οποίο περιορίζει ακόμη περισσότερο τις θερμικές απώλειες. Τα διπλά τζάμια έχουν πλέον καθιερωθεί στις νέες κατασκευές, λόγω των καλών θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους, που οφείλονται στο διάκενο του αέρα μεταξύ των επιφανειών. Με την τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα επιτυγχάνουμε μείωση των ηλιακών κερδών κατά 18% [23] και παράλληλα μειώνουμε τις θερμικές απώλειες από το παράθυρο κατά 50% σε σχέση με τον μονό υαλοπίνακα. Επίσης, τοποθετήθηκαν παράθυρα μεσαίων διαστάσεων στην ανατολή και τη δύση, ενώ μόλις ένα μικρό παράθυρο στη βόρεια όψη επίσης διπλού υαλοπίνακα.



Εικόνα 3.5 Διπλός υαλοπίνακας με κενό αέρος 25mm

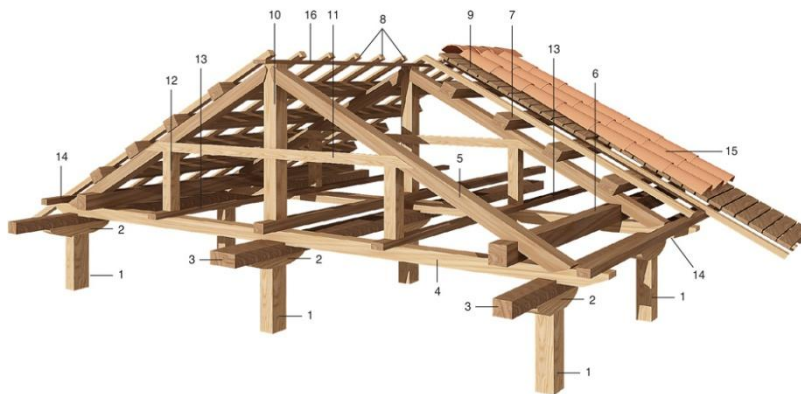
Ο πιο κατάλληλος προσανατολισμός είναι ο νότιος, διότι δέχεται την περισσότερη ακτινοβολία το χειμώνα, το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ λαμβάνει την ελάχιστη το καλοκαίρι (αποφυγή της υπερθέρμανσης), σε σχέση με τους άλλους προσανατολισμούς, γι αυτό και τοποθετήθηκαν σε αυτόν τον προσανατολισμό τα μεγαλύτερα ανοίγματα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δεν παρουσιάζουν καλή συμπεριφορά, γι αυτό και συνοδεύτηκαν από κατάλληλη σκίαση, μέσω της σκεπής της κατοικίας.

3.1.6 Στέγη

Η στέγη που κατασκευάστηκε για την συγκεκριμένη κατοικία είναι από ξύλο και συγκεκριμένα άγριο πεύκο (Εικόνα 3.4). Τα ξύλα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή



της ξύλινης στέγης έχουν αναπτυχθεί ίσα, χωρίς συστροφές. Ο λόγος για τον οποίο έγινε αυτή η επιλογή είναι διότι τα ξύλα που δεν έχουν αναπτυχθεί ίσα συρρικνώνονται ανομοιόμορφα και σκεβρώνουν και τα συνεστραμμένα λαξεύουν κατά την ξήρανση [22]. Η μεταβίβαση των φορτίων στα σημεία των κόμβων πραγματοποιήθηκε με τέλειο τρόπο. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικοί συνδετήρες, ήλοι, απλοί κοχλίες και πύροι με την παράλληλη εφαρμογή απλών εγκοπών των ξύλων, κομβοελασμάτων αλλά και τεμαχίων ξύλινων φύλλων. Η ξύλινη στέγη αερίζεται καλά ώστε τα υλικά της να έχουν αντοχή στο χρόνο αλλά και παράλληλα να διατηρείται η υγιεινή του κτιρίου. Ο αερισμός συμβάλλει στη διατήρηση των υλικών σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας εμποδίζοντας την υποβάθμιση τους αλλά και τις ανάγκες συντήρησης και αντικατάστασής τους. Η θερμομόνωση της ξύλινης στέγης αποτελεί απαραίτητο δομικό στοιχείο για τη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου του κτιρίου. Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τη θερμομόνωση είναι ινώδες υλικό υπό μορφή παπλώματος και συγκεκριμένα υαλοβάμβακας.



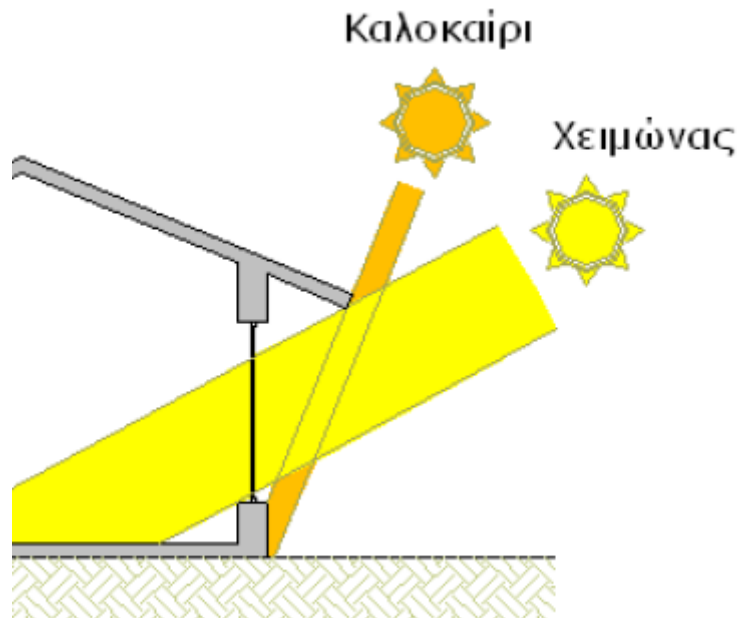
Εικόνα 3.6 Ξύλινη στέγη από άγριο πεύκο

3.1.7 Σκιασμός του κτιρίου

Τα ηλιακά κέρδη που προκύπτουν από τα παράθυρα ενός κτιρίου, κατά το πέρασμα της θερμογόνου ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα μεγάλα και χρειάζονται απαραίτητως ηλιοπροστασία. Η σκίαση είναι περισσότερο αποδοτική όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο έγινε και στην κατοικία που σχεδιάστηκε, με σκοπό η ηλιακή ακτινοβολία να εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβίζεται μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους μειώνοντας 80-90% τα ηλιακά κέρδη [7]. Για οικονομικούς λόγους, προτιμήθηκε σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάστηκε με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν



συμπληρωματικά. Ανατολικά και δυτικά η σκίαση πραγματοποιείται μέσω της σκεπής (Εικόνα 3.5) , ενώ στο νότο τοποθετήθηκαν σκίαστρα στα ανοίγματα.



Εικόνα 3.7 Σκίαση και κατεύθυνση ηλίου χειμώνα-καλοκαίρι

3.1.8 Υλικά δόμησης

Ολοένα και συχνότερα εμφανής προβάλλει η ενόχληση που προκαλείται στους ενοίκους των κατοικιών από υλικά και προϊόντα όπως είναι τα βερνίκια, οι ρητίνες, οι κόλλες αλλά και ορισμένα μονωτικά υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα κατά την κατασκευή παντός είδους κτιρίου, με στόχο τη μείωση του κόστους, χρόνου κατασκευής και της τοποθέτησης. Όλα αυτά τα υλικά όμως έχουν επιπτώσεις και προκαλούν προβλήματα στους ενοίκους δημιουργώντας το σύνδρομο των άρρωστων κτιρίων αλλά και τη διαπίστωση της σχέσης που υπάρχει ανάμεσα στην παρουσία υλικών πιθανώς βλαβερών για την υγεία του ανθρώπου στο εσωτερικό της κατοικίας και στην εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων στους ενοίκους. Στην βιοκλιματική κατοικία που σχεδιάσαμε χρησιμοποιήθηκαν ο ωστενιτικός χάλυβας, ασβέστης, ωμή άργιλος, κόλλα από καουτσούκ και κετσές από καρύδα, τα οποία αποτελούν οικολογικά υλικά [2].

Σε αντίθεση με τον κανονικό δομικό χάλυβα, που είναι μαγνητικός και προκαλεί μεταβολή



του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου καθώς προκαλεί πρόωρη γήρανση στις κτιριακές κατασκευές, ο ωστενιτικός χάλυβας, είναι αμαγνητικός, ανοξειδωτος και περιορίζει τα προβλήματα γήρανσης των κατασκευών και της οξειδωσης των εκτεθειμένων ράβδων σιδηροπλισμού. Μόνο μειονέκτημα του ωστενιτικού χάλυβα είναι ότι το κόστος του είναι αρκετά υψηλό.

Η ωμή άργιλος, υπό μορφή ωμόπλινθων ή χυτή σε καλούπια, όπως το σκυρόδεμα, αποτελεί ένα άριστα οικολογικό δομικό υλικό, όσον αφορά στη μηχανική του ανοχή, τη θερμομόνωση αλλά και τη δυνατότητα αναπνοής των εξωτερικών τοίχων. Τα σπίτια τα οποία χρησιμοποιούν ωμόπλινθους μπορούν να χρησιμοποιήσουν το ίδιο σκάμμα για τη θεμελίωση της ανωδομής, μειώνοντας 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. Ταυτόχρονα συντηρείται εύκολα και ανακατασκευάζεται επίσης εύκολα στα σημεία που υπάρχουν φθορές του χρόνου.

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

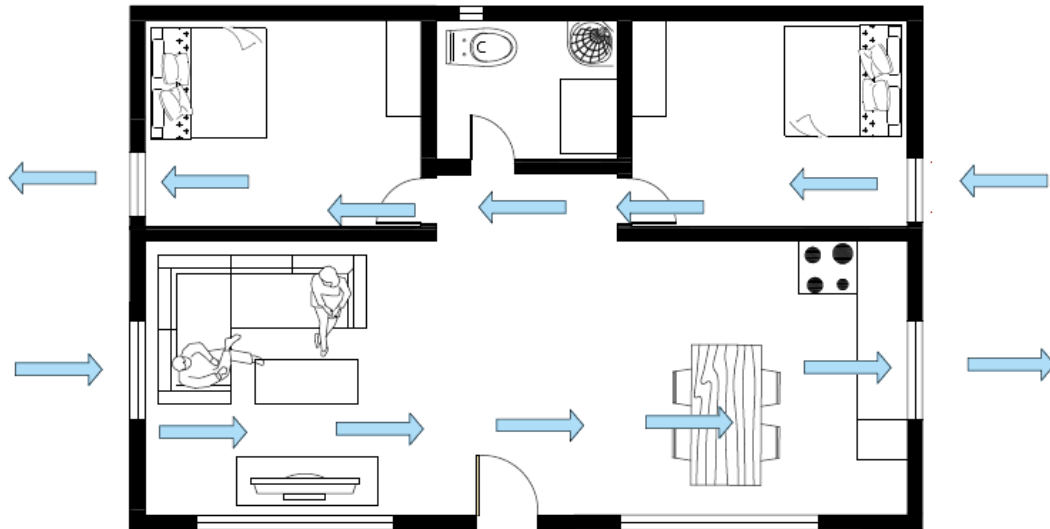
Ο κέτσες από καρύδα θεωρείται πράσινο υλικό, σύμφωνα με το εξειδικευμένο ινστιτούτο οικοδομικής βιολογίας του Ρόχενχάιμ. Το υλικό αυτό έχει πολλά πλεονεκτήματα ως ηχομονωτικό υλικό σε επενδύσεις ορόφων συμβάλλοντας στην απόσβεση των ταλαντώσεων και στην εξασθένιση της μετάδοσης των θορύβων.

3.1.9 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με φυσικό αερισμό, ψύξη από το έδαφος, ψύξη από εξάτμιση, καθώς και ψύξη από ακτινοβολία. Ο φυσικός αερισμός απαιτεί τη χρήση ανοιγμάτων τα οποία διαμορφώνουν αρχιτεκτονικά τις όψεις των κατασκευών. Ο αέρας παρέχει δροσισμό, απομακρύνοντας τη θερμότητα [20]. Η ροή του μέσα στο κτίριο είναι αποτέλεσμα των διαφορών πίεσης που παρατηρούνται γύρω και μέσα στο κτίριο. Η ροή



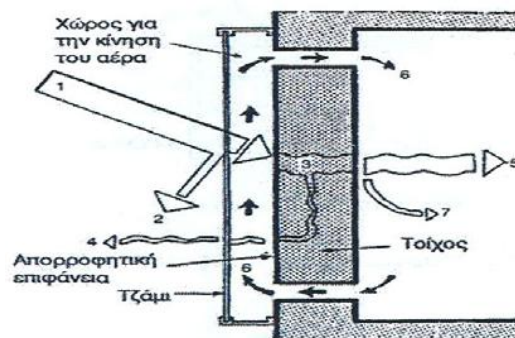
του αέρα επηρεάζεται από τις επιφάνειες των ανοιγμάτων, τη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου, τη θέση των ανοιγμάτων και τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο εσωτερικό και εξωτερικό περιβάλλον. Ο αερισμός είναι αποτελεσματικός όταν υπάρχει διαμπερότητα και ελεύθερη ροή αέρα, όπως στην κατασκευή μας (Εικόνα 3.8).



Εικόνα 3.8 Φυσικός αερισμός του κτηρίου

3.1.10 Τοιχοποιία

Στην κατοικία που σχεδιάσαμε χρησιμοποιήθηκε τοίχος Trombe . Το πάχος της είναι 40 εκατοστά για περεταίρω μονωτικές της ιδιότητες. Διαθέτει σκουρόχρωμη βαφή επένδυσης για να ελκύει την ηλιακή ακτινοβολία στο μέγιστο βαθμό. Σε απόσταση πέντε εκατοστών από την τοιχοποιία τοποθετήθηκε υαλοστάσιο ενώ κατά μήκος του τοίχου, στο πάνω και κάτω μέρος έχουν δημιουργηθεί ανοίγματα που επιτρέπουν την κυκλοφορία αέρα εκατέρωθεν του τοίχου [22]. Η λειτουργία του συστήματος αναλύθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο (Εικόνα 3.9).



Εικόνα 3.9 Τοίχος Trombe



3.1.11 Δάπεδο

Το δάπεδο που χρησιμοποιήθηκε είναι το laminate. Πρόκειται για συμπιεσμένο κόντρα πλακέ, ενώ η επιφάνειά του είναι μία φωτογραφία –υψηλής ποιότητας και επεξεργασίας- ενός συγκεκριμένου τύπου ξύλου. Το laminate είναι δάπεδο υψηλής αντοχής, αδιάβροχο και προσφέρει στο σπίτι την αίσθηση του ξύλινου δαπέδου, χωρίς όμως την ευαισθησία του αληθινού ξύλου. Είναι πολύ ανθεκτικό υλικό, εύκολο στην εγκατάσταση και κοστίζει λιγότερο και είναι περισσότερο ανθεκτικό στη φθορά, στο ξεθώριασμα και στους λεκέδες. Χρησιμοποιήθηκε σε γκρι σκουρόχρωμο χρώμα με σκοπό την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και την παθητική θέρμανση του κτιρίου (Εικόνα 3.10).



Εικόνα 3.10 Δάπεδο κατοικίας

3.1.12 Χρώματα κατοικίας

Τα ενεργειακά χρώματα αποτελούν πλέον βασική επιλογή στη θερμομόνωση των κτιρίων, καθώς χωρίς ιδιαίτερα μεγάλο κόστος, παρέχουν σημαντικά οφέλη σε μία κατοικία, συμβαδίζοντας παράλληλα και με την ευρωπαϊκή νομοθεσία για την προστασία του περιβάλλοντος. Πρόκειται για προϊόντα σύγχρονης τεχνολογίας που διαφέρουν από τα κοινά χρώματα βαφής τοιχοποιίας λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών τους, χάρη στα οποία εξασφαλίζουν θερμομόνωση (μειώνουν τις επιφανειακές θερμοκρασίες και κατ' επέκταση και τις εσωτερικές θερμοκρασίες του χώρου) και στεγανότητα (δημιουργούν μια αδιαπέραστη στην υγρασία ελαστική μεμβράνη). Στην κατοικία που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε χρησιμοποιήθηκε εξωτερικά θερμομονωτικό χρώμα MONOCOAT THERMO (Εικόνα 3.11). Το MONOCOAT THERMO είναι ενεργειακό, θερμομονωτικό «ψυχρό» χρώμα



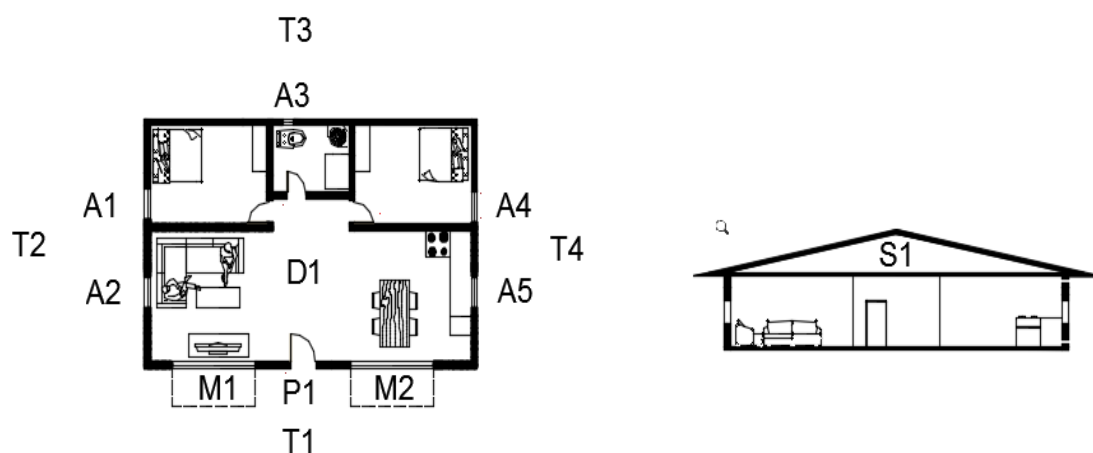
με βάση ειδικές 100% UV αλληλοδικτυούμενες ελαστομερείς ρητίνες και ειδικά ανακλαστικά θερμομονωτικά σφαιρίδια. Αποτελεί την ιδανική λύση για την ενεργειακή βελτίωση της απόδοσης των κτηρίων γιατί μειώνει τις επιφανειακές θερμοκρασίες και κατ' επέκταση και τις εσωτερικές θερμοκρασίες και δεν μεταδίδει την θερμότητα μέσου αυτού με αγωγή προσφέροντας σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μειωμένης χρήσης κλιματιστικών και κεντρικής θέρμανσης.



Εικόνα 3.11 Θερμομονωτικό χρώμα MONOCOAT THERMO

3.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών και ψυκτικών φορτίων

Στο παρών υποκεφάλαιο υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες και τα ψυκτικά φορτία της κατοικίας που σχεδιάστηκε. Θεωρήθηκε σκόπιμο για την διευκόλυνση των υπολογισμών να κωδικοποιηθούν τα δομικά στοιχεία, όπως φαίνεται στα παρακάτω σχέδια (Εικόνα 3.10).



Εικόνα 3.10 Κάτοψη και πλάγια όψη κτιρίου με την κωδικοποίηση των δομικών στοιχείων



3.2.1 Θερμικές Απώλειες

Ο υπολογισμός των θερμικών απωλειών μιας κατοικίας οι οποίες οφείλονται στην θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων που περιβάλλουν τον χώρο δηλαδή, τοίχους, ανοίγματα κλπ πραγματοποιείται με βάση το πρότυπο EN 12831 και υπολογίζονται από τον τύπο:

$$Q_i = U_i \cdot A_i \cdot \Delta T \text{ όπου}$$

Q_i : οι απώλειες θερμότητας του κάθε δομικού στοιχείου (Watt)

U_i : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου (W/m^2K)

A_i : το εμβαδόν του κάθε δομικού στοιχείου (m^2)

ΔT : Η διαφορά θερμοκρασίας εξωτερικούς περιβάλλοντος με εσωτερικού χώρου (C°)

Όσον αφορά τους συντελεστές θερμοπερατότητας U σύμφωνα με την βιβλιογραφία [13] εκλέχθηκαν:

$$U_{\text{πόρτας}} = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{μπαλκονόπορτας}} = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{παράθυρο}} = 2,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{εξ.τοιχ}} = 0,42 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{δαπέδου}} = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Το ΔT είναι η θερμοκρασία σχεδιασμού, $20^\circ C$, σύμφωνα με τις τεχνική οδηγία ΤΟΤΕ 2425/85 αφαιρούμενη της ελάχιστης θερμοκρασίας μιας κρύας νύχτας του χειμώνα στην Κοζάνη η οποία έχει παρατηρηθεί στους $-10^\circ C$.

Στις συνολικές απώλειες που υπολογίζονται προστίθεται και μια προσαύξηση λόγω του προσανατολισμού του κτιρίου, η οποία για Βόρειο προσανατολισμό είναι 5% σύμφωνα με το EN 12831.

Επιπλέον, υπάρχει και ο συντελεστής προσαύξησης λόγω Διακοπών Z_D οποίος εξαρτάται από τις ώρες ημερήσιας λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης και από την μέση θερμοπερατότητα των δομικών υλικών που περιβάλλουν τον χώρο. Στην περίπτωση μας, θεωρήθηκε ότι η λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης διακόπτεται για 12 με 16 ώρες λαμβάνοντας έτσι ο συντελεστής αυτός την τιμή 25% (EN 12831).



Ο ελάχιστος απαιτούμενος νωπός αέρας για μονοκατοικία σύμφωνα με την οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 είναι $0,75 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$. Ο αέρας αυτός έχει ως αποτέλεσμα θερμικές απώλειες οι οποίες υπολογίζονται κι αυτές και προστίθεται στον υπολογισμό των συνολικών θερμικών απωλειών.

ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΟΙΚΙΑ			ΠΡΟΣ/ΜΟΣ:	B	T εσ. °C:	20			
Εμβαδό m^2 :			169,6	Μήκος m:	16,00	Πλάτος m:	10,60	Υψος m:	3,00	
				Όγκος m^3 :	508,80					
	Κωδ.	Περιγραφή	ΑΡ	Μήκος X m	Υψος Y m	A m^2	U $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$	T εξωτ. °C	Q τοιχ. Watt	Q ανοιγμ Watt
1	P1	Πόρτα	1	1,23	1,90	2,34	2,1	-10	--	147,2
2	M1, M2	Μπαλκονόπορτα	2	4,00	2,00	16,00	2,1	-10	--	1008,0
3	T1	Εξωτερικός τοίχος	1	16,00	2,50	40,00	0,42	-10	504,0	--
4	A1, A2	Παράθυρο	2	1,00	1,30	2,60	2,1	-10	--	163,8
5	T2	Εξωτερικός τοίχος	1	10,60	2,50	26,50	0,42	-10	333,9	--
6	A3	Παράθυρο	1	0,50	0,60	0,30	2,1	-10	--	18,9
7	T3	Εξωτερικός τοίχος	1	16,00	2,50	40,00	0,42	-10	504,0	--
8	A4, A5	Παράθυρο	2	1,00	1,30	2,60	2,1	-10	--	163,8
9	T4	Εξωτερικός τοίχος	1	10,60	2,50	26,50	0,42	-10	333,9	--
10	D1	Δάπεδο προς Εδαφ.	1	16,00	10,60	169,60	0,41	-10	2086,1	--
11	S1	Οροφή - στέγη	1	16,00	10,60	169,60	0,39	-10	1984,3	--
Σύνολα						496,04			5746,2	1501,7
Προσαύξηση λόγω θέσης ΖΗ				5%					287,3	75,1
Προσαύξηση λόγω διακοπών Ζδ				25%					1436,6	375,4
Σύνολο απωλειών μετάδοσης θερμότητας									9422,3 Watt	
Ελάχιστος αερισμός ΤΟΤΕΕ 20701-1				$0,75 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$					=	$127,20 \text{ m}^3/\text{h}$
Απώλειες αερισμού				$127,20 \text{ m}^3/\text{h} \times$		$30 \text{ }^\circ\text{C} \times 0,34$			=	1297,4 Watt
Σύνολο θερμικών απωλειών										10719,8 Watt

Επομένως, σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα του excel, ο συνολικές θερμικές απώλειες για την κατοικία που σχεδιάσαμε είναι 10,7 KW. Σημειώνεται ότι στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών παραλήφθηκαν οι θερμογέφυρες καθώς επηρεάζουν αμελητέα τον συνολικό αριθμό των απωλειών.

3.2.2 Ψυκτικά φορτία

Η κατ' εξοχή δημοφιλής μέθοδος υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου που προέρχεται από τα δομικά στοιχεία του κτηρίου είναι η μέθοδος Θερμοκρασιακής Διαφοράς Ψυκτικού Φορτίου (CLTD) Cooling load temperature difference). Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην απλή εξίσωση [3]:

$$Q_i = U_i \cdot A_i \cdot (\text{CLTD})$$

όπου

U_i : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του κάθε δομικού στοιχείου ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)



A_i : το εμβαδόν του κάθε δομικού στοιχείου (m^2)

CLTD: η θερμοκρασιακή διαφορά που δίνεται σε πίνακες, ανάλογα με τις συνθήκες τους κάθε προβλήματος (C°)

Ο φορέας μετάδοσης θερμότητας μέσω των υαλοπινάκων είναι προφανώς η ηλιακή ακτινοβολία καθώς επίσης και η αγωγή και συναγωγή λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του κλιματιζόμενου χώρου με το περιβάλλον. Όλοι οι τρόποι μετάδοσης θερμότητα ποσοτικοποιούνται από τον παράγοντα ψυκτικού φορτίου (CLF - cooling load factor), ο οποίος εκφράζεται σε μονάδες ισχύος ανά επιφάνεια και δίνεται από πίνακες. Οι τιμές του εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από τον τύπο του υαλοπίνακα (μονός, διπλός κ.α.) και τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Η σχέση που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου είναι [3]:

$$Q=A*(SC)*(SHGF)_{max}*(CLF)$$

όπου:

SC: ο συντελεστής σκίασης του υαλοπίνακα

SHGF_{max}: ο μέγιστος παράγοντας ηλιακού θερμικού κέρδους

CLF: ο παράγοντας ψυκτικού φορτίου

Στην παραπάνω σχέση προστίθεται το φορτίο που προκύπτει λόγω αγωγής θερμότητας ώστε η σχέση να είναι:

$$Q=U*A*(CLTD)+A*(SC)*(SHFG)_{max}*(CLF)$$

Η μέγιστη θερμοκρασία μια ζεστή μέρα του καλοκαιριού στην Κοζάνη, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία παρατηρείται στους $36^\circ C$, ενώ η θερμοκρασία σχεδιασμού από τις τεχνικές οδηγίες στους $26^\circ C$.

Σύμφωνα με τις παραπάνω σχέσεις υπολογίζονται τα ψυκτικά φορτία, προκύπτοντας ότι στις 14:00 έχουμε την υψηλότερη τιμή, 5034 Watt.

Επιπλέον αν υποθέσουμε ότι κατοικούν 5 άτομα στην κατοικία που σχεδιάσαμε, το αισθητό φορτίο αυτών είναι 251 Watt, ενώ το λανθάνον φορτίο 375 Watt.



Οι συσκευές και τα μηχανήματα που είναι εγκατεστημένα στο σπίτι προσδίδουν αισθητό φορτίο 200 Watt και λαμπάνων φορτίο επίσης 200 Watt.

Τελικώς, προστίθεται και το φορτίο του φωτισμού 933 Watt.

Με βάση τα παραπάνω το συνολικό Q προσθέτοντας το Qαισθητό με το Qλαμπάνων είναι Q=6994 Watt.

ΧΡΗΣΗ: ΚΑΤΟΙΚΙΑ		Εμβαδό m ² : 169,6														Ωρα μέγιστου φορτίου: 14:00	
ΩΡΑ																	
07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	ΩΡΑ	Qmax	
29	29	25	25	25	25	29	39	44	54	59	64	69	69	69	21:00	69	
651	847	1235	1796	2273	2498	2447	2178	1706	1352	1161	970	779	723	695	21:00	2498	
101	101	84	84	84	84	101	134	151	185	202	218	235	235	235	21:00	235	
136	148	161	174	183	192	318	517	694	790	791	622	232	207	194	21:00	791	
111	100	89	78	78	78	78	78	89	100	122	145	178	200	211	21:00	211	
3	21	21	3	18	19	19	19	19	18	19	22	10	9	8	18:00	22	
84	67	67	67	67	67	84	84	101	101	118	134	151	151	151	21:00	151	
688	761	730	609	430	315	293	281	268	241	219	192	142	133	133	21:00	761	
78	78	89	100	122	145	156	167	178	178	189	189	178	178	178	18:00	189	
347	413	579	777	1207	1372	1538	1637	1670	1637	1538	1372	1141	943	21:00	1670		
2229	2566	3079	3712	4256	4629	4898	5034	4887	4688	4517	4094	3346	3046	2817	14:00	5034	

ΧΡΗΣΗ	ΚΑΤΟΙΚΙΑ		Εμβαδό m ² : 169,6		Μήκος m: 16,00	ΠΡΟΣ: N	Πλάτος m: 10,60	Υψος m: 3,00	Τ εσω. °C: 26	
			Όγκος m ³ : 508,80	Ωρα μέγιστου φορτίου: 14:00						
Κωδ.	Περιγραφή	ΑΡ	Μήκος Χ m	Υψος Υ m	ΠΡΟΣ.	Επιφ. m ²	U W/m ² K	Τ εξω. °C	Q 14:00	
1	P1	Πόρτα	1	1,23	1,90	180	2,34	2,1	36	39,3
2	M1, M2	Πόρτα	2	4,00	2,00	180	16,00	2,1	36	2177,6
3	T1	Εξωτερικός τοίχος	1	16,00	2,50	180	40,00	0,42	36	134,4
4	A1, A2	Παράθυρο	2	1,00	1,30	270	2,60	2,1	36	516,8
5	T2	Εξωτερικός τοίχος	1	10,60	2,50	270	26,50	0,42	36	77,9
6	A3	Παράθυρο	1	0,50	0,60	0	0,30	2,1	36	18,9
7	T3	Εξωτερικός τοίχος	1	16,00	2,50	0	40,00	0,42	36	84,0
8	A4, A5	Παράθυρο	2	1,00	1,30	90	2,60	2,1	36	280,6
9	T4	Εξωτερικός τοίχος	1	10,60	2,50	90	26,50	0,42	36	167,0
10	S1	Οροφή - στέγη	1	16,00	10,60		169,60	0,39	36	1537,8
11										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
		Σύνολα					326,44			5034,3
Φορτίο Ατόμων			αισθητό		75 Watt		Λαμπάνων		75 Watt	
Αριθμός ατόμων			5		Αισθητό φορτίο από άτομα				251 Watt	
					Λαμπάνων φορτίο από άτομα				375 Watt	
Φορτίο συσκευών - μηχανημάτων					Qαισθ.		200 Watt			
					Qλαμπ.		200 Watt			
Φορτίο φωτισμού			6,4 Watt/m ²		Σύνολο φορτίου από φωτισμό		933		Watt	
					Σύνολα ψυκτικού φορτίου					
Qαισθητό			6419		Watt					
Qλαμπάνων			575		Watt					
Συνολικό			6994		Watt					



Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, το ποσοστό της θερμότητας το οποίο καλύπτεται από τον ήλιο κατά την διάρκεια του χειμώνα είναι κατά προσέγγιση 10% του συνολικών θερμικών απωλειών.

3.3 Ισχύς ηλιακής ακτινοβολίας

Όπως σημειώθηκε στην προηγούμενη υποενότητα, η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί φορέας μετάδοσης θερμότητας μέσω των ανοιγμάτων στην κατοικία. Επομένως, η ισχύς ακτινοβολίας που μπαίνει στο σπίτι υπολογίζεται με βάση την σχέση $Q=A*(SC)*(SHGF)_{max}*(CLF)$ για κάθε άνοιγμα της κατοικίας. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τους υπολογισμούς της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας που εισέρχεται στην κατοικία που σχεδιάσαμε μια μέρα του καλοκαιριού από τις 07:00 έως τις 21:00.

							ΧΡΗΣΗ: ΚΑΤΟΙΚΙΑ		Εμβαδό m ² : 169,6											Ωρα μέγιστου φορτίου: 12:00		
							ΩΡΑ															
Κωδ.	Περιγραφή	ΑΡ	Μήκος Χ m	Ύψος Υ m	ΠΡΟΣ.	Επιφ. m ²	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	SUM
M1, M2	Πόρτα	2	4,00	2,00	180	16,00	449	646	1067	1628	2105	2330	2246	1909	1404	982	758	533	309	253	225	16842
A1, A2	Παράθυρο	2	1,00	1,30	270	2,60	81	99	117	135	144	154	280	479	650	740	731	551	144	108	90	4506
A3	Παράθυρο	1	0,50	0,60	0	0,30	12	12	13	15	16	16	16	16	15	14	14	17	4	3	3	187
A4, A5	Παράθυρο	2	1,00	1,30	90	2,60	650	722	686	560	370	244	217	199	181	154	126	99	54	45	45	4352
SUM							1193	1479	1884	2338	2636	2744	2759	2602	2249	1890	1630	1200	512	409	363	25887

Επομένως, η συνολική ισχύς ακτινοβολία που δέχεται η κατοικία μας μια τυπική μέρα του καλοκαιριού είναι 25,8 KW. Το μεγαλύτερο ποσοστό της ακτινοβολίας αυτής απορροφάται προφανώς από το δάπεδο της κατοικίας.

3.4 Συμπεριφορά κατοικίας το καλοκαίρι

Η ηλιοπροστασία του κελύφους το καλοκαίρι επιτυγχάνεται μέσω της στέγης και των σκιάστρων τα οποία εμποδίζουν την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, τόσο στο νότιο τμήμα της κατοικίας όσο ανατολικά και δυτικά. Τα φυλλοβόλα δέντρα που έχουν φυτευτεί στη νότια πλευρά του κτιρίου, ενισχύουν ακόμη περισσότερο τον σκιασμό φιλτράροντας την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους διαβίωσης. Εφόσον ο εξωτερικός αέρας είναι ψυχρότερος, η δροσισμός επιτυγχάνεται με αερισμό από τα διαμπερή ανοίγματα. Η διαμπερότητα του κτιρίου ενισχύει τον φυσικό δροσισμό του κτιρίου κρατώντας τα την θερμοκρασία σε υποφερτά επίπεδα για το καλοκαίρι. Τα ποσοστά μείωσης των αναγκών της κατοικίας σε ψύξη εξαιτίας φυσικού αερισμού, όπως προαναφέρθηκε, είναι έως και 75%.

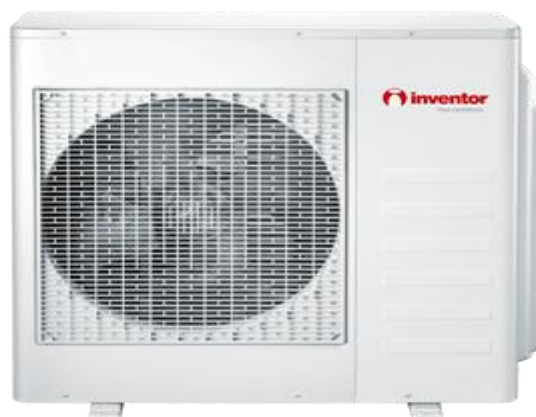


3.5 Σύστημα θέρμανσης-ψύξης

Για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου χρησιμοποιήθηκε κλιματιστικό τύπου multisplit. Η λύση για τις περιπτώσεις όπου θέλουμε να εγκαταστήσουμε πολλές εσωτερικές μονάδες χωρίς να γεμίσουμε το εξωτερικό του κτιρίου με εξωτερικά μηχανήματα, είναι η επιλογή ενός συστήματος multi split, ενός συστήματος δηλαδή όπου μία και μόνη εξωτερική μονάδα μπορεί να τροφοδοτήσει με ψυκτικό υγρό πολλές εσωτερικές. Έχει μικρότερο κόστος εγκατάστασης αφού εγκαθιστούμε λιγότερες εξωτερικές μονάδες. Τα πλεονεκτήματα μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι:

- Έχει μεγαλύτερα μήκη σωληνώσεων αφού δεν μπορούμε να εγκαταστήσουμε τις εξωτερικές μονάδες ακριβώς έξω από τα εσωτερικά όπως θα κάναμε στην περίπτωση των απλών split. (Παρ' όλα αυτά το συνολικό κόστος εγκατάστασης είναι μικρότερο από αυτό που θα πληρώναμε για την εγκατάσταση πολλών μεμονωμένων split).
- Έχει μικρότερο κόστος συντήρησης, αφού ο τεχνικός θα πρέπει να συντηρήσει λιγότερες εξωτερικές μονάδες.
- Λειτουργεί πολύ αποδοτικά αν και έχει λίγο μικρότερο βαθμό απόδοσης από τα απλά διαιρούμενα κλιματιστικά.

Στην κατοικία που σχεδιάσαμε εγκαταστάθηκε εξωτερική μονάδα multi split 18.000btu/h της εταιρείας inventer (Εικόνα 3.11)



Εικόνα 3.11 multi split 18.000btu/h



Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα

Από την μελέτη που πραγματοποιήσαμε και συγκεκριμένα από τους παραπάνω υπολογισμούς προκύπτει το συμπέρασμα ότι οι τιμές των θερμικών απωλειών και των ψυκτικών φορτίων είναι αισθητά μικρότερες από τις τιμές που θα προέκυπταν για μια μη βιοκλιματική κατοικία.

Η ανάπτυξη της βιοκλιματικής είναι το μέσον που παρέχεται στην ειδικότητα του μηχανικού να αντιδράσει στο ενεργειακό πρόβλημα. Η αναζήτηση στην κατεύθυνση των δυνατοτήτων και πιθανοτήτων εξεύρεσης λύσεων αποδεικνύει ότι η απαισιοδοξία υπονοεί απλά παραίτηση. Λύσεις υπάρχουν και εμφανίζονται στο περιεχόμενο της εργασίας αυτής. Υπάρχουν τρόποι και περιθώρια αντίδρασης για τον καθένα μας.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι μια πραγματικότητα. Στο χέρι μας είναι αν θα την εφαρμόσουμε ή όχι. Οι ανανεώσιμες πηγές ρέουν στη φύση είναι δική μας η απόφαση να στραφούμε προς την αξιοποίηση τους ή όχι. Εξαρτάται από τη δική μας θέληση να προβούμε στην εξοικονόμηση της ενέργειας και να διαμορφώσουμε συνείδηση και να την καλλιεργήσουμε. Ο καθοριστικός παράγοντας που διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο είναι η ατομική ευθύνη.

Όσο σαν μεμονωμένες προσωπικότητες αρνούμαστε να αναλάβουμε το μερίδιο της ευθύνης για τα ενεργειακά και όχι μόνο τεκταινόμενα, τόσο τα φαινόμενα αυτά θα επιδεινώνονται. Όσο επιχειρούμε να χρησιμοποιούμε τη δικαιολογία μεταβίβασης των ευθυνών σε ανώτερες αρχές τόσο περισσότερο θα εξουσιαζόμαστε από την αδράνεια των προσωπικών μας επιλογών. Διότι απλά αν επιδιώξουμε να αποκτήσουμε την σχετική γνώση και πληροφόρηση θα ενισχύσουμε την περιβαλλοντική μας βούληση και θα επεμβαίνουμε ενεργά πλέον μέσω των επιλογών μας. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι διαθέσιμη, τι κι αν δεν ζητείται από τα άτομα που επιθυμούν να καλύψουν τις οικιστικές τους ανάγκες και δεν την ζητούν για το λόγο ότι είτε αδιαφορούν, είτε αγνοούν είτε αρνούνται να παραδεχτούν την κατάσταση. Ακόμα και αν σύσσωμη η επιστήμη και η ερευνητική ανάπτυξη παρέχει λύσεις δεν υπάρχει κανένα νόημα αν αυτές παραμένουν στο περιθώριο. Η κοινή ζήτηση διαμορφώνει την αλλαγή μέσα από τις μεμονωμένες επιλογές που την απαρτίζουν. Καμία κυβερνητική ή άλλου τύπου οργανωτική εξουσία δεν δύναται ούτε είναι το πρόβλημα, να διαμορφώνει πράγματα για εμάς χωρίς εμάς. Έτσι είναι σαν να



παραδεχόμαστε την προσωπική μας ήττα ως μονάδες που λόγω τη ανεπάρκειας μας να γνωμοδοτήσουμε υπεύθυνα και να αναλάβουμε τις συνέπειες των πράξεων μας εφαρμόζοντας τες, καλούμε αντιπροσώπευση και κρυβόμαστε στη σκιά της.

Είναι κρίσιμο να αντιληφθούμε ότι η στάση μας υποστηρίζεται από τις επιλογές μας με κατεύθυνση το ζητούμενο που είναι αυτό που συνειδητά και γνωστικά θέλουμε. Αν καταφέρουμε να προσανατολιστούμε και υιοθετήσουμε τις ανάλογες παραμέτρους θα επωφεληθούμε οι ίδιοι αφού θα υποστηρίξουμε το περιβάλλον που μας στηρίζει. Θέλουμε να ελπίζουμε ότι η βιοκλιματικός σχεδιασμός δεν θα αποτελέσει απλά μια εργασία για εμάς στα εκπαιδευτικά πλαίσια αλλά ότι θα μας απασχολήσει στην μελλοντική πορεία μας ως επαγγελματίες.



Βιβλιογραφία

1. Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, Περιβάλλον και Βιωσιμότητα, Ελένη Ανδρεαδάκη, 2006, University Studio Press
2. Οικολογική Αρχιτεκτονική, Κώστας και Θέμης Στεφ. Τσίπης, 2006, Εκδόσεις Κέδρος
3. ASHRAE, ASHRAE-fundamental-handbook, American society of heating. Refrigerating and air-conditioning engineers. Atlanta; (2001).
4. Λάζαρη Ε. Α., Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα, ΚΑΠΕ, Σεπτέμβριος 2002
5. Fernandes Eduardo de Oliveira, Yannis Simos, Energy and Buildings for Temperate Climates A Mediterranean Regional Approach, Pergamon Press 1988
6. Μάλλιαρης Γ, Ενεργειακός Σχεδιασμός Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες, Για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Αθήνα, 2009
7. «ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ» Διεπιστημονικό Ινστιτούτο περιβαλλοντικών ερευνών. Εκδόσεις ελληνικά γράμματα. Αθήνα Ιούνιος 2000
8. Commission of the European Communities, (2001). "Towards a European strategy for the security of energy supply," Green Paper, Office for Official Publications, Luxemburg, COM (2000), 769 final.
9. Κώστας Στεφ. Τσίπης «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ». Εκδόσεις Π-systems, 2000
10. Αραβαντινός Δ. (2009). Κλίμα και βιοκλιματική αρχιτεκτονική: η επιρροή του φυσικού περιβάλλοντος και των κλιματικών χαρακτηριστικών στον ενεργειακό σχεδιασμό ενός κτιρίου. Κτίριο: Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, 7/2009: 31-38.
11. Κοσμόπουλος Π. (2004). Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός. Θεσσαλονίκη: University Studio Press.
12. Eurostat (2005). "Energy balance sheets. Data 2002–2003", Luxemburg: Eurostat.
13. Μπάρκας Ν. (2007). Ενεργειακός Σχεδιασμός. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις. Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. ΔΠΘ. Ξάνθη
14. Ανεμοδούρα Ν, Χριστακοπούλου Ρ, Η αρχιτεκτονική ένταξη των βιοκλιματικών συστημάτων στην κατοικία, Διάλεξη στην Σχολή Αρχιτεκτόνων Μηχανικών του ΕΜΠ, Αθήνα, 2008
15. Γιαννούλης Π. & Λευθεριώτης Γ. (2001). Εφαρμογή Τεχνολογιών για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια. Ημερίδα "ΑΠΕ και ΚΤΙΡΙΟ" 29/6. <http://helios.mech.upatras.gr>



16. Διεπιστημονικό Ινστιτούτο Περιβαλλοντικών Ερευνών (Δ.Ι.Π.Ε.) & ΥΠΕΧΩΔΕ. Οικολογική Δόμηση. Ελληνικά Γράμματα, Αθήνα, 2000.
17. Ενέργεια στην Αρχιτεκτονική, Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1996, Μαλλιάρης Παιδεία
18. Shaw Alexander, Energy Design for Architects, The Fairmont Press 1989
19. Moffat A., Schiller M., Landscape Design Hot Save Energy, New York, William Norrow and Company, 1981
20. Chandra S., A Design Procedure to size Windows for Naturally Ventilated Rooms, Florida Solar Energy Center
21. Brown T. Robert, Gillespie J. Terry, Microclimatic landscape Design
22. Fernandes Eduardo de Oliveira, Yannas Simos, Energy and Buildings for Temperate Climates A Mediterranean Regional Approach, Pergamon Press 1988