



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

### **Πτυχιακή Εργασία**

«Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Κτιρίων και Αγροτικών Μονάδων»



#### **Φοιτητές**

Παναγιώτης Σκαρίμπας, ΑΜ 12001

Ιωάννης Μπίτζος, ΑΜ 12110

**Επιβλέπουσα Καθηγήτρια, Καυγά Αγγελική**

ΑΜΑΛΙΑΔΑ, 2021



## Πίνακας περιεχομένων

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>4</b>
1.1 Ιστορική αναδρομή.....	4
1.2 Η σύγχρονη εικόνα .....	7
1.3 Ενεργειακή απόδοση στις δημόσιες δαπάνες .....	9
1.4 Ενεργειακή απόδοση σε πρακτικό επίπεδο .....	10
<b>2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ</b> .....	<b>12</b>
2.1 Ενεργειακή κατάσταση .....	12
2.2 Κ.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης .....	13
<b>3. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b> .....	<b>17</b>
3.1 Ορισμός βιοκλιματικού κτιρίου .....	17
3.2 Ανάγκες που οδήγησαν στο σχεδιασμό βιοκλιματικών .....	17
3.3 Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού .....	18
3.4 Βιοκλιματική δόμηση .....	19
<b>4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ</b> .....	<b>22</b>
4.1 Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο .....	22
4.2 Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων .....	25
4.3 Μορφή κτιρίου .....	28
4.4 Το μέγεθος των ανοιγμάτων .....	29
4.5 Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων .....	31
4.6 Θερμομόνωση .....	35
4.7 Σκιασμός .....	39
4.8 Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους .....	43
4.9 Αερισμός κτιρίων .....	45
4.10 Υλικά δόμησης .....	46
<b>5. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΠΕ</b> .....	<b>48</b>
5.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία.....	48
5.2 Γεωθερμία .....	51
5.3 Μικρές Ανεμογεννήτριες .....	52
5.4 Ενεργειακά Τζάκια .....	53
5.5 Πράσινες Ταράτσες .....	54
<b>6. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ</b> .....	<b>56</b>
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>57</b>
<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>59</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι παγκόσμιες περιβαλλοντικές αλλά και οικονομικές προκλήσεις των τελευταίων δεκαετιών έχουν θέση σε πρώτο πλάνο την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση για ενέργεια. Από την στιγμή που κατέστη σαφές ότι η παραγωγή ενέργειας δημιουργεί σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, έχουν γίνει μεγάλες προσπάθειες εξεύρεσης εναλλακτικών τρόπων παραγωγής «πράσινης» ενέργειας, ώστε να απεμπλακούμε από τα ορυκτά καύσιμα που ενοχοποιούνται σε μεγάλο βαθμό για την υποβάθμιση του περιβάλλοντος με κορυφαίο πρόβλημα την κλιματική αλλαγή. Παράλληλα όμως με την έρευνα για εναλλακτικές, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που ενώ προχωρά γοργά, δεν φαίνεται ικανή να δώσει ακόμα ολοκληρωτικές λύσεις, ξεκίνησε η αναζήτηση για τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας, ώστε να μειωθεί το ενεργειακό αποτύπωμα και η εξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα. Δεδομένου ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό της κατανάλωσης ενέργειας προέρχεται από τις ανάγκες των κτιρίων στα οποία ζούμε ή εργαζόμαστε, αναπτύχθηκε μια νέα βιοκλιματικού σχεδιασμού, με κύριο στόχο την μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων. Η παρούσα εργασία θα εξετάσει τις βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού, τα όρια και τις εφαρμογές τις, αλλά και τις δυνατότητες εφαρμογής στον αγροτικό τομέα.

## ABSTRACT

The global environmental and economic challenges of the last decades put the ever-increasing demand for energy in the foreground. Since it became clear that energy production poses serious environmental problems, great efforts have been made to find alternative ways of producing "green" energy, in order to disengage from the fossil fuels that are largely to blame for the degradation of the environment with the leading problem being climate change. However, in parallel with the search for alternative, renewable energy sources, which, while moving fast, does not seem capable of providing complete solutions yet, the search for ways to save energy began, in order to reduce the energy footprint and dependence on fossil fuels. Since a very large percentage of energy consumption comes from the needs of the buildings in which we live or work, a new bioclimatic design philosophy has been developed, with the main goal of reducing energy requirements. This paper will examine the basic principles of bioclimatic design, its limits and applications, but also the possibilities of application in the agricultural sector.

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ιστορική αναδρομή

Οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν σημαντική θέση στο σχεδιασμό κατοικιών, καθ' όλη τη διάρκεια της πορείας της αρχιτεκτονικής για τους ανθρώπους. Ήταν πολύ χρήσιμη και σπουδαία η κατανόηση του ενεργειακού παράγοντα όσον αφορά στην πρώτη κατοικία, η οποία είχε ιδιαίτερες ανάγκες λόγω κλίματος, πολιτισμού, τοποθεσίας, ώστε να είναι μεν λειτουργική, αλλά και αισθητική. Όλες οι παρεμβάσεις και σκέψεις με σκοπό τη δημιουργία κατάλληλων σπιτιών, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε περιοχής, έδιναν μοναδικότητα στην περιοχή, αλλά και εξαιρετικές κατασκευές. Από την αρχαιότητα παρατηρούμε μέσα από τα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων και όχι μόνο, τη σημασία και τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού στην κατασκευή της κατοικίας, όπου κατά το Σωκράτη (στα απομνημονεύματα του Ξενοφώντα 430-435 π.Χ.) ιδεώδης κατοικία είναι αυτή που προσφέρει ζέστη τους χειμερινούς μήνες και δροσιά κατά τους καλοκαιρινούς. Τέτοιες κατοικίες στην Ελλάδα ανακαλύπτονται στην Πριήνη της Ιωνίας, στη Δήλο, στην Όλυνθο της Χαλκιδικής. Συγκεκριμένα στην Πριήνη της Ιωνίας, τα οικοδομικά συμπλέγματα ήταν το καλοκαίρι σκιερά και το χειμώνα ευήλια. Στη Δήλο παρατηρούνται ευθύγραμμα και καμπυλόγραμμα κτίσματα. Τέλος η Όλυνθος της Χαλκιδικής, χαρακτηρίζεται ως το τελειότερο ηλιακό άστυ, καθώς ανακαλύφθηκαν ηλιακοί κλίβανοι στους οποίους έψηναν τους πλίνθους. Βλέπουμε πως σε μια τέτοια εποχή που δεν υπήρχαν τα μέσα και η τεχνολογία που υπάρχει στις μέρες μας, οι άνθρωποι ήξεραν τον τρόπο να κατασκευάσουν ένα λεγόμενο οικολογικό-ηλιακό σπίτι, αφού σε διάφορα συγγράμματα γίνονται αναφορές σε τοίχους που απορροφούν τη μέρα θερμότητα την οποία διαχέουν τη νύχτα. Γενικά και ο πολεοδομικός σχεδιασμός ήταν τέτοιος που διευκόλυνε τη διαδικασία. Παρατηρώντας την ιστορική εξέλιξη κατά την αρχαιότητα, η κατασκευή «ηλιακών κατοικιών» ήταν ευρέως διαδεδομένη. Μερικοί από τους κύριους εκπροσώπους της ήταν ο Βιτρούβιος, ο Πλίνιος, αλλά και ο Ορειβάσιος, Έλληνας γιατρός υποστηρικτής της κατασκευής ηλιακών κατοικιών (Κουτορούπης Μ. 2002).

Σπουδαία παραδείγματα αντλούμε από τη λαϊκή αρχιτεκτονική, όπου συχνά τα σπίτια χωρίζονται σε ορόφους και ανάλογα την εποχή, κατοικούσαν στον πρώτο όροφο τους θερινούς μήνες, τον οποίο αποκαλούσαν «θερινό» και στο ισόγειο τους χειμερινούς μήνες ή «χειμερινό», το οποίο ήταν ένα δωμάτιο με τζάκι συνήθως, στο χαμηλότερο επίπεδο του σπιτιού. Άλλο χαρακτηριστικό της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής που εμφανίζεται στην Ελλάδα είναι το «λιακωτό», το οποίο ήταν ένας χώρος του σπιτιού, που συνήθως βρισκόταν σε όροφο, το οποίο καλυπτόταν με τζαμαρία και είχε νότιο προσανατολισμό. Το λιακωτό το συναντάμε συνήθως στα παλιά αθηναϊκά σπίτια. Η χρησιμότητα του λιακωτού ήταν η μείωση της έντασης του φωτός πριν εισχωρήσει στα δωμάτια, καθώς και η διατήρηση αποστάσεων από τις ηλιακές ακτίνες.

Παρατηρούμε πως στην Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια και ήπιο κλίμα, είχε δημιουργηθεί ένα είδος αρχιτεκτονικής που βοηθούσε στο μετριασμό των εξωτερικών καιρικών συνθηκών του έτους, ανάλογα με τις ανάγκες της κάθε εποχής, προσφέροντας στους

κατοίκους την απαραίτητη άνεση. Επίσης υπήρχε επικοινωνία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου για τη φυσική ρύθμιση του μικροκλίματος.

Στα νησιά, όπου χαρακτηριστική είναι η κυβιστική σύνθεση των όγκων των σπιτιών σε άσπρο χρώμα, για την κατασκευή της κατοικίας δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στη θερμομόνωση και τη ροή της θερμότητας. Τα υλικά που χρησιμοποιούν στην τοιχοποιία είναι ο πηλός και η πέτρα, ώστε να αποθηκεύουν τη θερμότητα του ήλιου κατά τη διάρκεια της μέρας, ενώ τη νύχτα, η θερμότητα αυτή να επανεκπέμπεται θερμαίνοντας το σπίτι και ψύχοντας τους τοίχους. Αυτή η επαναλαμβανόμενη διαδικασία βοηθά στη διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας όλο το χρόνο.

Επίσης, ιδανικός είναι ο μεσημβρινός προσανατολισμός σε κλιμακωτή διάταξη των οικισμών, με αλληλοεπίθεση των όγκων με σκοπό οι επιφάνειες που προσβάλλει ο ήλιος να είναι οι μέγιστες δυνατές. Επιπλέον λόγω του κυβιστικού σχεδιασμού των σπιτιών σχηματίζονται μικρές πλατείες και δροσερές γωνίες ακόμα και στο μεγαλύτερο καύσωνα. Αντίθετα οι βορινές πλευρές των σπιτιών δεν διαθέτουν παράθυρα, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες το χειμώνα.

Γενικότερα, στην παγκόσμια ιστορία της αρχιτεκτονικής, παρατηρούμε την κατασκευή των κατοικιών κατά τέτοιο τρόπο ώστε να εκμεταλλεύονται τις δυνατότητες του χώρου και του κλίματος και να μειώνουν την ενεργειακή τους κατανάλωση. Για παράδειγμα οι οικισμοί των Ινδιάνων Hopi, τα λεγόμενα Pueblos στην Αριζόνα, κατάφεραν έξυπνα να μετριάσουν τα ακραία καιρικά φαινόμενα και να διατηρήσουν το μικροκλίμα των λασπόχτιστων κατοικιών τους σταθερό όλο το χρόνο. Παρατηρούμε ότι ο τόπος και το κλίμα είναι αυτά που καθορίζουν τον τρόπο που θα κτιστεί η κατοικία ώστε να μπορεί η ενέργεια να διανεμηθεί σωστά. Στην Υεμένη για παράδειγμα έχουμε τους γνωστούς ανεμόπυργους. Οι άνθρωποι, ακόμα και σε μια τέτοια δύσβατη περιοχή, κατάφεραν να αξιοποιήσουν την ικανότητα του εδάφους, η οποία αποθηκεύει τη θερμότητα. Έτσι έφτιαχναν τα σπίτια τους μέσα στη γη, με αποτέλεσμα να διατηρούν τη ζέστη το χειμώνα και τη δροσιά το καλοκαίρι, αντλώντας θερμότητα από το έδαφος.

Αυτός ο τρόπος κατασκευής σπιτιών χρησιμοποιήθηκε επίσης από τους Ινδιάνους Navajo, τους Κινέζους, τους Αφρικανούς της Βόρειας Αφρικής, αλλά και αρκετά χρόνια αργότερα από τον Wendell Thomas, το 1950 όπου με αυτή τη μέθοδο θέλησε να αξιοποιήσει τη θερμότητα της γης σε συνδυασμό με την ηλιακή ακτινοβολία και το φυσικό αερισμό.

Ο άνθρωπος βέβαια από νωρίς αναγνώρισε τη χρησιμότητα του παραθύρου και του σκιάστρου, ώστε να ελέγχει το μικροκλίμα, την ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν θερμότητα, την συμβολή των φυτών στη θερμομόνωση, καθώς και τη σημασία του μεσημβρινού προσανατολισμού. Όσον αφορά στη σπουδαιότητα του γυαλιού ως παγίδα θερμότητας, αυτό το εκμεταλλεύτηκε ο άνθρωπος, με κάθε τρόπο στην κατασκευή των κατοικιών, δημιουργώντας αίθρια, θερμοκήπια, λιακωτά, σκεπαστές στοές, που όχι μόνο φώτιζαν το χώρο, αλλά παράλληλα τον θέρμαιναν (Τσίπηρας-Θέμης 2005).

## 1.2 Η σύγχρονη εικόνα



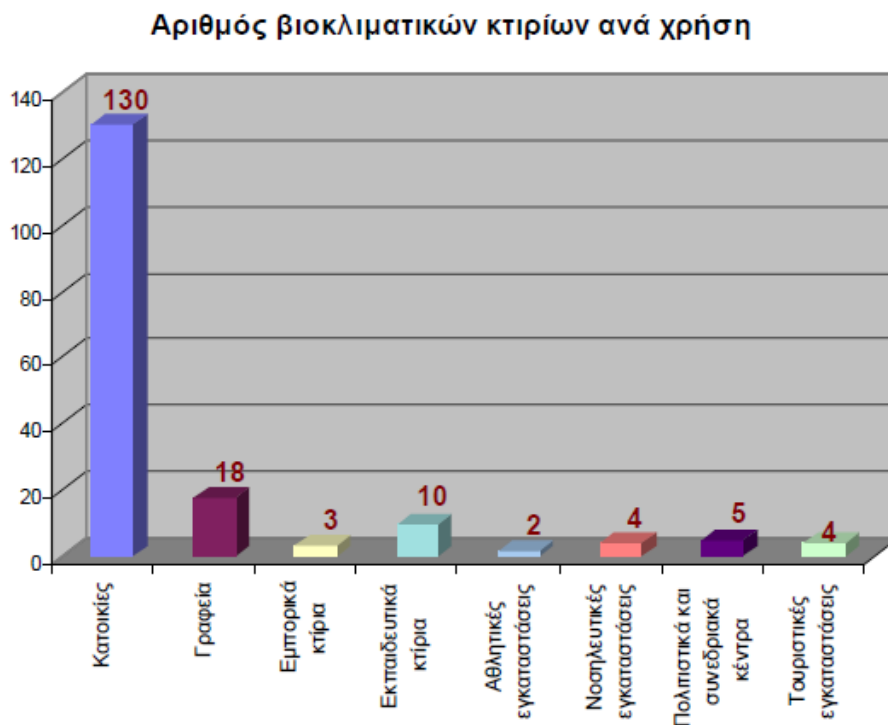
Στις μέρες μας πολλοί είναι οι παράγοντες που συνηγορούν στην εξεύρεση λύσεων για την ορθολογικότερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και στην αξιοποίηση των ήπιων μορφών ενέργειας. Η οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό των ενεργειακών αναγκών. Ιδίως με τη διαρκή βελτίωση του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των κτιρίων συνεχώς αυξάνει. Η αύξηση είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό για την ψύξη των κτιρίων μας. Ειδικότερα, η κατανάλωση τελικής ενέργειας στην Ελλάδα ήταν σχεδόν σταθερή την περίοδο 1990-1994 και η ποσότητα κατανάλωσης ήταν γύρω στα 15 Mtoe, αφαιρώντας τις μη ενεργειακές χρήσεις. Μεταξύ των ετών 1995-1996 η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 6,5% περίπου, ενώ από τότε ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης είναι γύρω στο 2,5%. Συνολικά, η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 50% περίπου, την περίοδο 1990-2006, κυρίως ως συνέπεια της οικονομικής ανάπτυξης.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με μεγαλύτερο ρυθμό από το 1990. Η κύρια αύξηση προέρχεται από τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας με 177 TWh ετήσια κατανάλωση. Πρόκειται για ποσοστιαία αύξηση της τάξης του 94% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όταν η κατανάλωση του οικιακού τομέα ήταν 91 TWh. Ενώ η βιομηχανία ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής το 1990 με κατανάλωση 121 TWh, το 2006 έπεσε στην 3η θέση με κατανάλωση 15 TWh και ποσοστό αύξησης 24% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ο τριτογενής τομέας έχει πλέον μεγαλύτερη κατανάλωση από τον βιομηχανικό τομέα. Σημείωσε δε κατανάλωση της τάξης των 175 TWh το 2006, σε σύγκριση με 56 TWh το 1990 παρουσιάζοντας μέσο ρυθμό αύξησης 77% το χρόνο και 215% συνολική αύξηση. Το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Συγχρόνως, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, που αναπόφευκτα συνοδεύουν την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων, θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του περιβάλλοντος και για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», που τον αιώνα που διανύουμε ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς τις κλιματολογικές συνθήκες οι οποίες είναι εξαιρετικά δύσκολο να αντιμετωπιστούν.

Η θέρμανση των κτιρίων στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως στην χρήση του πετρελαίου. Για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, ο λιγνίτης παραμένει το κατεξοχήν καύσιμο συμμετέχοντας κατά 69%, ενώ με την κατανάλωση πετρελαίου παράγεται περίπου το 20% του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου. Το υπόλοιπο 11% του ηλεκτρικού φορτίου καλύπτεται με τις υδατοπτώσεις και παράγεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Ο κτιριακός τομέας απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία του (θέρμανση, δροσισμός, φωτισμός, ζεστό νερό, λειτουργία συσκευών). Υπολογίζεται πως στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 41% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται για την κάλυψη των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη. Το αντίστοιχο ποσοστό για τις πρώην ανατολικές χώρες και τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης ανέρχεται σε 49%, Στην Ελλάδα, ο γενικός εκσυγχρονισμός συνοδευόμενος με την αδιαφορία για την εξοικονόμηση

ενέργειας, οδήγησαν σε υπέρμετρες καταναλώσεις στον τομέα των κτιρίων και των υπηρεσιών. Το 1995, η χρήση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα για θέρμανση και ψύξη καθώς και για την παραγωγή θερμού νερού έφτασε τους 4.4 τόνους ισοδυνάμους πετρελαίου (ΤΙΠ). Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων, παρόλο που είναι μια χώρα με ήπιο κλίμα, κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων (69%) του τομέα των κατοικιών και του τριτογενούς, ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού ( 13%), τις ηλεκτρικές συσκευές, τη ψύξη και το φωτισμό (18%) (ιστοσελίδα Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας). (ΚΑΠΕ 1997). Η ανάγκη λοιπόν για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανής, καθώς καλύπτει περίπου το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα. Επιπλέον, τα κτίρια στη χώρα μας ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου. Σημειώνεται ότι στην Ευρωπαϊκή ένωση, η χρήση συμβατικών καυσίμων στα συστήματα θέρμανσης των κτιρίων συμμετέχει κατά το ¼ στη συνολική παραγωγή του διοξειδίου στις χώρες-μέλη.



Εικόνα 1: βιοκλιματικά κτίρια στην Ελλάδα (πηγή: ΚΑΠΕ 2002)

Ως εναλλακτική λύση στο σημερινό μοντέλο ανάπτυξης προτείνεται η «βιώσιμη ανάπτυξη». Βασική φιλοσοφία της είναι η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη αποκατάσταση των οικοσυστημάτων του πλανήτη. Με αυτές τις αρχές έχει διαμορφωθεί ένα νέο πολιτικό και νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με βάση το οποίο προτείνεται η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών και μορφών ενέργειας προκειμένου να μειωθούν συνολικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτός είναι και ο λόγος που σε πολλές χώρες του κόσμου υιοθετούνται μέτρα



προκειμένου να μειωθούν οι ρύποι στην ατμόσφαιρα. Οι ανανεώσιμες (ήπιες) πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, ο ήλιος, το υδρογόνο και οι υδατοπτώσεις είναι πηγές ενέργειας των οποίων η προσφορά δεν εξαντλείται ποτέ.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την ηλιακή ενέργεια, η χώρα μας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη μέχρι και του 1/3 των αναγκών της, αφού παράγει συνολικά 150.000 T.I.P. (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου). Η Ελλάδα μετά από πρόσφατη νομοθεσία (Ν.3468/06, ΦΕΚ 129Α, 27-6-06) ενισχύει σημαντικά την παραγόμενη από ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρική ενέργεια, ενώ στόχος είναι έως το 2010 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να καλύπτουν το 20% της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας, από 7% που είναι σήμερα (Αξαρχλή Κ., 2009).

### **1.3 Ενεργειακή απόδοση στις δημόσιες δαπάνες**

Οι δημόσιες δαπάνες για την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην ΕΕ το 2010 ανέρχονταν στο 17% του ΑΕΠ της Ε.Ε. Τα κτίρια που κατέχονται ή καταλαμβάνονται από το δημόσιο αντιπροσωπεύουν σε εμβαδόν περίπου το 12% του κτιριακού κεφαλαίου της Ε.Ε. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011). Η αυξημένη έμφαση στην ενεργειακή απόδοση στον κτιριακό τομέα έχει κρίσιμη σημασία, αφού καλύπτει τις δημόσιες προμήθειες, την ανακαίνιση δημόσιων κτιρίων και την ενθάρρυνση υψηλών επιδόσεων σε πόλεις και αυτοδιοικήσεις. Ο δημόσιος τομέας μπορεί να δημιουργήσει νέες αγορές για τεχνολογίες, υπηρεσίες και επιχειρησιακά μοντέλα ενεργειακής απόδοσης. Τα κράτη – μέλη οφείλουν να προβούν σε μεταρρυθμίσεις των επιδοτήσεων, προωθώντας τη χρήση της ενέργειας, για παράδειγμα με επαναπροσανατολισμό των επιδοτήσεων προς τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης και την αντιμετώπιση της στέρησης της ενέργειας. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011)

Η στροφή δημόσιων δαπανών προς ενεργητικώς αποδοτικά προϊόντα, τρόπους μεταφοράς, κτίρια, εργασίες και υπηρεσίες, συμβάλλει στη μείωση των δαπανών των δημόσιων αρχών για λογαριασμούς ενέργειας και στην καλύτερη αξιοποίηση των χρημάτων. Οι εργασίες της Επιτροπής σχετικά με τις δημόσιες προμήθειες για καλύτερο περιβάλλον, υποστήριξαν το στόχο αυτό με την ανάπτυξη κριτηρίων για προμήθειες, τα οποία κριτήρια λαμβάνουν υπόψη την ενεργειακή απόδοση. (Πατσιάς, 2012)

Επιπλέον, ήδη απαιτείται από τους δημόσιους φορείς που υπόκεινται στις διατάξεις των οδηγιών της Ε.Ε. για τις δημόσιες προμήθειες, να λαμβάνουν υπόψη τους κριτήρια ενεργειακής απόδοσης όταν προμηθεύονται οχήματα ή τεχνικό εξοπλισμό γραφείου. Από το 2019 και μετά, αυτό θα συμβαίνει και για τον τομέα των νέων κτιρίων, τα οποία θα πρέπει να επιτύχουν επίπεδο επιδόσεων «σχεδόν μηδενικής κατανάλωσης ενέργειας». Για την εξάπλωση αυτής της προσέγγισης ευρύτερα, η Επιτροπή προτείνει τη συστηματική εφαρμογή υψηλών επιπέδων ενεργειακής απόδοσης όταν δημόσιες αρχές προμηθεύονται αγαθά (π.χ. τεχνικό εξοπλισμό ΤΠΕ), υπηρεσίες (π.χ. ενέργεια) και εκτέλεση εργασιών (π.χ. ανακαίνιση κτιρίων). (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011)

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ με τίτλο «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων –του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου», οι δημόσιοι φορείς πρέπει να αναλάβουν εκείνες τις πρωτοβουλίες στην αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων τους ώστε αυτή να φτάσει σε υψηλά επίπεδα. Για να επιτευχθεί αυτό το αποτέλεσμα, πρέπει οι δημόσιες αρχές τουλάχιστον να διπλασιάσουν τον τρέχοντα ρυθμό ενεργειακών αναβαθμίσεων των κατοικιών. Επιπλέον, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή παρουσιάζει τα νομοθετικά εργαλεία έτσι ώστε οι δημόσιες αρχές να ανακαινίζουν τουλάχιστον το 3% των κτιρίων τους (σε εμβαδόν δαπέδου) ετησίως – ρυθμός διπλάσιος σε σχέση με τον τρέχοντα για το ευρωπαϊκό κτιριακό κεφάλαιο. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011).

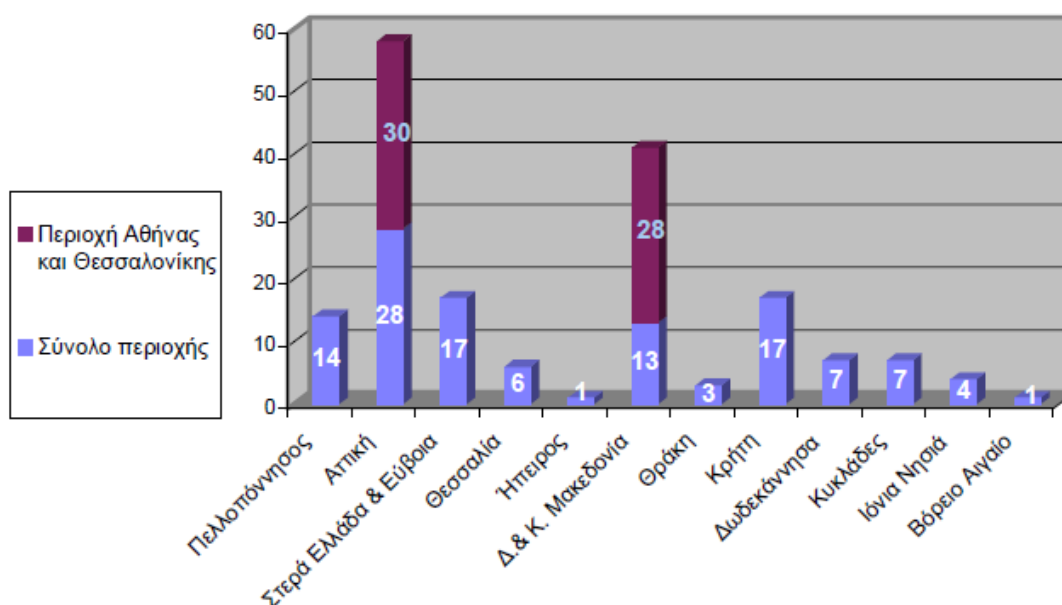
Αξίζει, επίσης, να σημειωθεί, ότι το ποσοστό που προαναφέρθηκε (το 3%) ισχύει σε επίπεδο κρατών – μελών. Ο τρέχων ρυθμός ανακαίνισης τοποθετείται μεταξύ 1,2% - 1,5% ετησίως για την Ε.Ε. των 27 με το 1,5% να αντικατοπτρίζει το ρυθμό μετασκευής κτιρίων εμβαδού άνω των 1.000 τ.μ., που είναι η περίπτωση των περισσότερων δημόσιων κτιρίων.

Επιπλέον, όταν δημόσιοι φορείς μισθώνουν ή αγοράζουν υφιστάμενα κτίρια, αυτά πρέπει πάντοτε να υπάγονται στη βέλτιστη διαθέσιμη κατηγορία από άποψη ενεργειακής απόδοσης σύμφωνα με το Οδηγία 2010/31/ΕΕ Επιπροσθέτως, οι δημόσιες αναθέσεις σε υπεργολάβους που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση αποτελούν σημαντικό εργαλείο στην ανακαίνιση κτιρίων. Αυτό το μοντέλο έχει δοκιμαστεί και έχει αποδειχθεί οικονομικά αποδοτικό σε διάφορα κράτη – μέλη, μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται η Δανία, η Γαλλία και η Γερμανία. Η ανάθεση για ενεργειακή απόδοση συνάδει με την ανακαίνιση σε δημόσια κτίρια και στην αναβάθμιση του επιπέδου ενεργειακής απόδοσης δημόσιας υποδομής, όπως είναι ο δημόσιος φωτισμός. Ωστόσο, η εξάπλωση της ανάθεσης για ενεργειακή απόδοση εμποδίζεται σε πολλά κράτη – μέλη, λόγω ασαφειών στο νομικό πλαίσιο και έλλειψης αξιόπιστων δεδομένων ενεργειακής κατανάλωσης για τη χάραξη των γραμμών βάσης ως προς τις οποίες μετριέται η επίδοση.

#### **1.4 Ενεργειακή απόδοση σε πρακτικό επίπεδο**

Όσον αφορά στην ενεργειακή απόδοση, στην πράξη, αξίζει να σημειώσουμε ότι περισσότερες από 2.000 πόλεις έχουν προσφερθεί εθελοντικά για την εφαρμογή μέτρων αειφόρου ενέργειας μέσω του Συμφώνου των Δημάρχων, το οποίο υποστηρίζεται από την Ε.Ε. Η διαδικασία του εν λόγω Συμφώνου ξεκίνησε τον Ιανουάριο του 2008 και όταν οριστικοποιήθηκε το κείμενό του τον Οκτώβριο του 2008, άρχισαν να προσχωρούν οι πρώτες πόλεις και περιφέρειες. Το Σύμφωνο αποτελεί τυπική δέσμευση για τη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> από τους υπογράφοντες κατά ποσοστό πλέον του 20% μέχρι το 2020 μέσω μέτρων χρήσης αειφόρου ενέργειας στο έδαφός τους. Το Σύμφωνο συγκεκριμενοποιήθηκε μέσω των σχεδίων δράσης για την αειφόρο ενέργεια, τα οποία εκπονήθηκαν με τη μεθοδολογία του Συμφώνου και συμφωνήθηκαν τυπικά από το συμβούλιο πόλεων/ περιφερειών. Τα οφέλη υπερβαίνουν την εξοικονόμηση ενέργειας: μετασκευή κτιρίων, αστική κινητικότητα, αστική ανακαίνιση αποτελούν οικονομικές δραστηριότητες υψηλής απασχόλησης και, οι δημιουργούμενες θέσεις απασχόλησης τείνουν να είναι εξειδικευμένες, σταθερές και μη υποκείμενες σε μεταφορά. (Σκαρμαγκάς, 2011)

### Αριθμός βιοκλιματικών κτιρίων ανά γεωγραφική περιοχή



Εικόνα 2: Γεωγραφική κατανομή στην Ελλάδα, πηγή: ΚΑΙΠΕ 2002

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θα εξακολουθήσει να στηρίζει την τοπική προσέγγιση προς την ενεργειακή απόδοση μέσω του Συμφώνου των Δημάρχων και θα επιδιώξει την ενθάρρυνση συμπράξεων με περισσότερες ομοιούσες πόλεις, περιλαμβανομένων πόλεων από χώρες εκτός από της Ε.Ε. (Αντωνοπούλου, 2009)

Επίσης, έχουν ήδη δρομολογηθεί νέες πρωτοβουλίες για έξυπνες πόλεις και έξυπνες κοινότητες, για την ανάπτυξη του ευρωπαϊκού πλαισίου για αριστεία σε καινοτόμες λύσεις χαμηλών εκπομπών άνθρακα και αποδοτικής ενέργειας στο επίπεδο της τοπικής αυτοδιοίκησης (ΥΠΕΚΑ). Αυτή η πρωτοβουλία εστιάζει στην επιτάχυνση της μετατροπής των ερευνητικών αποτελεσμάτων σε πραγματικές, πρακτικές καινοτομίες σε επιλεγμένες πόλεις και κοινότητες. Ειδικότερα, η πρωτοβουλία στηρίζει μεγάλα έργα, ενώ θα περιλαμβάνει και δράση για την βιώσιμη αστική κινητικότητα, την «πράσινη υποδομή» και τη χρήση τεχνολογιών πληροφοριών και επικοινωνιών. Η «πράσινη υποδομή» περιλαμβάνει τη χρησιμοποίηση δένδρων και φυτών για τη μείωση θερμοκρασιών σε πόλεις, μείωση ενεργειακών αναγκών για ψύξη και αποτελεί προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή. (Σκαρμαγκάς, 2011).

## 2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 2.1 Ενεργειακή κατάσταση

Με την πάροδο των χρόνων, έχει σαφώς βελτιωθεί το βιοτικό μας επίπεδο, γεγονός που ταυτόχρονα έχει δημιουργήσει σοβαρότατες επιβαρύνσεις και παρενέργειες στο φυσικό μας περιβάλλον. Η αλόγιστη χρήση των ορυκτών πόρων, η διατάραξη των οικοσυστημάτων και οι εκπομπές των ρύπων στην ατμόσφαιρα οδηγούν στην καταστροφή του περιβάλλοντος και στην κλιματική αλλαγή.

Οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων και των κατοικιών στην χώρα μας, καθώς και σε όλον τον κόσμο αποτελεί έναν από τους πιο σημαντικούς τομείς κατανάλωσης ενέργειας, ο οποίος υπολογίζεται περίπου στο μισό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια. Τα κτίρια καταναλώνουν το 40% περίπου της ενέργειας τελικής χρήσης, δηλαδή της ενέργειας που φθάνει στον τελικό καταναλωτή, με αποτέλεσμα η θέρμανση-ψύξη να αντιστοιχεί περίπου στο 20% της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

Όσον αφορά τον κτιριακό τομέα, τα κτίρια συμβάλουν σημαντικά και στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Ευθύνονται για το 50% των εκπομπών του διοξειδίου του θείου, το 35% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα, το 25% των εκπομπών οξειδίων του αζώτου και το 10% των εκπεμπόμενων σωματιδίων. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση εκτιμάται ότι ο οικιακός τομέας καταναλώνει το 37% της συνολικής ενέργειας. Το μεγαλύτερο ποσοστό των κτιρίων που ευθύνονται για την κατανάλωση ενέργειας και την ρύπανση του περιβάλλοντος είναι οι παλιές κατοικίες άνω των 30 ετών, οι οποίες στερούνται θερμομονωτικής προστασίας.

Το πρόβλημα της ενέργειας έχει μπει πλέον στο προσκήνιο για την αντιμετώπισή του όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε όλον τον κόσμο. Ο στόχος της Ευρωπαϊκής Πολιτικής στον τομέα της ενέργειας έχει πλέον επικεντρωθεί στα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας και στο να κάνει την Ευρώπη μια υψηλής ενεργειακής απόδοσης και χαμηλών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, οικονομία.

Σύμφωνα με την Οδηγία 2010/31/ΕΕ, η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει τους εξής στόχους:

- Όλα τα νέα κτίρια που θα κατασκευάζονται μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2020 θα αποτελούν κτίρια με σχεδόν «μηδενική κατανάλωση ενέργειας» και
- Όλα τα νέα κτίρια που στεγάζουν δημόσιες αρχές ή είναι ιδιοκτησίας τους που θα κατασκευάζονται μετά τις 31 Δεκεμβρίου 2019 θα αποτελούν κτίρια με σχεδόν «μηδενική κατανάλωση ενέργειας».

Η Ευρωπαϊκή Ένωση πέραν της θεσπίσεως του νομικού πλαισίου για τα νέα κτίρια, σχεδιάζει μέσω χρηματοδοτικών προγραμμάτων της τάξεως των δεκάδων δισ. Ευρώ, έως το τέλος του 2030 να έχει υλοποιηθεί μια «ανακαίνιση» των υφιστάμενων κτιρίων της, η οποία θα έχει επιφέρει μια εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως του 30 % σε σχέση με την υφιστάμενη κατάσταση. Η «ανακαίνιση» των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης των κτιρίων αποτελεί έναν από τους κεντρικότερους στόχους της «ανακαίνισης» αυτής.

Στόχος δηλαδή της πολιτικής αυτής, είναι τα σημερινά συστήματα θέρμανσης να αντικατασταθούν από νέα συστήματα υψηλής απόδοσης ή από εναλλακτικά συστήματα.

## 2.2 Κ.Εν.Α.Κ. Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης

Η Ελλάδα, ενσωμάτωσε τις οδηγίες της ΕΕ καθυστερημένα το 2010 με μια σειρά μέτρων, μεταξύ των οποίων είναι ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ), που αντικαθιστά τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων του 1979.



Εικόνα 3- Βαθμίδες ενεργειακής κατάταξης βάσει του Κ.Εν.Α.Κ.

Στο πλαίσιο της Κοινοτικής Οδηγίας 91/2002/ΕΚ «για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων», η χώρα μας είχε την υποχρέωση να εναρμονιστεί μέχρι τον Ιανουάριο του 2006 με την έκδοση και την εφαρμογή σχετικών νομοθετικών διατάξεων. Το πρώτο βήμα για την εναρμόνισή μας με την Κοινοτική Οδηγία ήταν η έκδοση του Ν.3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89) «Μέτρα για τη μείωση της Ενεργειακής Κατανάλωσης των Κτιρίων και άλλες διατάξεις». Βάσει του νόμου υπήρχε η υποχρέωση έκδοσης σχετικού «Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίων» (Κ.Εν.Α.Κ.). Η οδηγία 91/2002/ΕΚ τροποποιήθηκε από την οδηγία 31/2010/ΕΚ και η εναρμόνισή μας με τη νέα οδηγία έγινε με την έκδοση του νέου νόμου Ν.4122/2013 (ΦΕΚ Α' 42) «Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων- Εναρμόνιση με την οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου και λοιπές διατάξεις».

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελεί υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Κοινοτική Οδηγία), αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της. Ο κτιριακός πλούτος της χώρας πρέπει, σύμφωνα με τις σύγχρονες απαιτήσεις διαβίωσης, να αποκτήσει καλύτερη ενεργειακή συμπεριφορά μέσω της σωστής διαχείρισης και εξοικονόμησης ενέργειας. Με αυτό τον τρόπο, εκτός από την ασφάλεια και την αισθητική που μέχρι σήμερα ήταν τα κυριότερα στοιχεία ενός κτιρίου, προστίθεται και η μέριμνα, έτσι ώστε η κατανάλωση ενέργειας να είναι κατά το δυνατόν χαμηλότερη, με ταυτόχρονη εξασφάλιση άριστων συνθηκών για τους χρήστες. Η αποτελεσματική διαχείριση

της ενέργειας προστατεύει άμεσα και έμμεσα το περιβάλλον, εξοικονομεί ενεργειακούς πόρους και επιπλέον συμβάλλει στην οικονομία όχι μόνο των χρηστών των κτηρίων, αλλά και της ίδιας της χώρας.

Με τον ΚΕΝΑΚ θεσμοθετείται ο ολοκληρωμένος ενεργειακός σχεδιασμός στον κτιριακό τομέα με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής των κτιρίων, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες 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 αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης και θα εκπονείται για κάθε κτίριο (άνω των 50 τ.μ.), νέο ή υφιστάμενο που ανακαινίζεται ριζικά και βασίζεται σε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία η οποία αναφέρεται:

1. στην απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών του κτιρίου όσον αφορά στο σχεδιασμό του, το κτιριακό κέλυφος και τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και
2. 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 ισχύει για δέκα χρόνια και στην περίπτωση αγοροπωλησίας και ενοικίασης τέθηκε σε εφαρμογή από 9 Ιανουαρίου 2011. Αρχικά αφορούσε σε όλα τα κτίρια, συνολικής επιφάνειας άνω των 50 τ.μ., σύμφωνα όμως με το άρθρο 12 του Ν. 4122/2015, από 1.1.2016 είναι πλέον υποχρεωτική η έκδοση του και για κτίσματα μικρότερα των 50 τ.μ., όταν αυτά ενοικιάζονται ή πωλούνται.



The image shows two forms related to the Energy Performance Certificate (EPC) process. The left form is the 'ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ' (EPC Certificate) and the right form is the 'ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ' (Annual Energy Consumption per Final Use).

**Left Form: ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

ΧΡΗΣΗ: Κτίριο  Τμήμα κτιρίου   
 Αριθμός ιδιοκτησίας: .....  
 Δήμος/Πολεοδομική Ομάδα: .....  
 Διεύθυνση: ..... Τ.Κ. .... (Φωτογραφία κτιρίου)

Πλάη: .....  
 Έτος κατασκευής: .....  
 Συνολική επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: .....  
 Θερμομονωμένη επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: .....  
 Όνομα ιδιοκτήτη: .....

**ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

EP > 0,50 kWh	A+
0,50 kWh < EP < 0,55 kWh	A
0,55 kWh < EP < 0,60 kWh	B
0,60 kWh < EP < 0,65 kWh	B
0,65 kWh < EP < 0,70 kWh	C
0,70 kWh < EP < 0,75 kWh	D
0,75 kWh < EP < 0,80 kWh	E
0,80 kWh < EP < 0,85 kWh	F
0,85 kWh < EP < 0,90 kWh	G
0,90 kWh < EP < 0,95 kWh	H
0,95 kWh < EP	I

ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΙΑΒΗ ΔΠΟΥΣΤΗΘΙΟ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: .....

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: .....

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]: .....

Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO<sub>2</sub>:  
 Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m<sup>2</sup>]: ..... Καύσιμα [kWh/m<sup>2</sup>]: ..... Θερμική δύναμη   
 Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: ..... Ακουστική δύναμη   
 Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [kg/m<sup>2</sup>]: ..... Ποιότητα αέρα

**Right Form: ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ποσόστομο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>
	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>
		Φυσικό αέριο <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>
Ορυκτά καύσιμα	Άλλο: ..... Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Ήλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>
		Βιοαέριο <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>
ΑΠΕ	Γεωθερμία <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Άλλο: ..... Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Ύδρη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Σύνολο	

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]  
 Θέρμανση: ..... Ύδρη: .....  
 Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ): ..... Φωτισμός: .....  
 ΑΠΕ & ΖΗΘ: (.....)

**ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

- .....
- .....
- .....

Αριθμός συστήσης	Επιπρόσθετο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Επιπρόσθετη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και θερμ. μονάδων* [kWh/m <sup>2</sup> ] [%]	Επιπρόσθετη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Επιπρόσθετη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
1				
2				
3				

\* Η εξοικονόμηση ενέργειας και θερμ. μονάδων αφορά την καλή επίδοση σύστασης και τη ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την επίτευξη της απαιτούμενης απόδοσης του κτιρίου και την παροχή υπηρεσιών. Οφέλη για την επένδυση μετράται ως ποσοστό εξοικονόμησης και την παροχή υπηρεσιών.

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: ..... Σφραγίδα: .....  
 Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....  
 Α.Μ. Επιθεωρητή: ..... Υπογραφή: .....

Εικόνα 4-Μορφή ΠΕΑ

Το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (εικόνα 2) περιλαμβάνει, μεταξύ άλλων, τα αποτελέσματα της αξιολόγησης του ενεργειακού επιθεωρητή και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, ώστε οι καταναλωτές να είναι σε θέση να συγκρίνουν και να αξιολογήσουν την πραγματική τους κατανάλωση και τις τυχόν δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης. Η έκδοση του πιστοποιητικού είναι υποχρεωτική. Η ενεργειακή επιθεώρηση αποτελεί ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της ενεργειακής κατάστασης των υφιστάμενων κτιρίων και των δυνατοτήτων βελτίωσής της, αλλά και της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων. Ο ιδιώτης Ενεργειακός Επιθεωρητής, επιθεωρεί το κτίριο και το κατατάσσει σε ενεργειακή κατηγορία, βάσει του λόγου της κατανάλωσης του κτιρίου προς την κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς.

Τα οφέλη από τον ΚΕΝΑΚ είναι οικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά. Τα οικονομικά οφέλη αφορούν κυρίως στον περιορισμό των λειτουργικών εξόδων και εξόδων συντήρησης των κτιρίων, αλλά και στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας. Τα κοινωνικά οφέλη αφορούν στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και στη βελτίωση της ποιότητας ζωής, ενώ τα περιβαλλοντικά οφέλη αφορούν στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων, κυρίως διοξειδίου του άνθρακα, με σημαντική συμβολή στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ή ενεργειακό πιστοποιητικό είναι το έντυπο που αποτυπώνει την ετήσια ενεργειακή κατανάλωση ενός χώρου, διαμερίσματος, σπιτιού πολυκατοικίας αλλά και την ενεργειακή του κλάση.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κατατάσσει τα σπίτια σε 9 κατηγορίες (εικόνα 1) ως προς την ενεργειακή τους κλάση. Η καλύτερη και πιο αποδοτική κατηγορία είναι η A+ και είναι και η πιο φιλική προς το περιβάλλον. Η κλίμακα του πιστοποιητικού ενεργειακής

απόδοσης κατεβαίνει από το A+ και φτάνει στην κατηγορία H που είναι τα σπίτια τα οποία είναι το λιγότερο ενεργειακά αποδοτικά.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης μας δείχνει την ετησία κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης. Επίσης μέσα στο πιστοποιητικό αναγράφονται συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του χώρου μέσα από προτάσεις πχ. Μόνωση εξωτερικών τοίχων με εκτιμώμενο κόστος επένδυσης, ετησία εξοικονόμηση και φυσικά χρόνο αποπληρωμής.

Για την αποτελεσματική εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ., το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) κατάρτισε σε συνεργασία με την Πολιτεία τις απαραίτητες Τεχνικές Οδηγίες (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.), οι οποίες εξειδικεύουν τα πρότυπα των μελετών και των επιθεωρήσεων της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, στα Ελληνικά κλιματικά και κτιριακά δεδομένα. Μετά την έγκριση από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Υ.Π.Ε.Κ.Α. εξέδωσε υπουργική απόφαση με αριθμό ΟΙΚ 2618/23.10.2014 (ΦΕΚ Β'2945) για την «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» στην οποία κοινοποιούνται σε παραρτήματα οι τελικές εκδόσεις των Τεχνικών Οδηγιών του ΤΕΕ. Συγκεκριμένα οι Τ.Ο.Τ.Ε.Ε είναι οι ακόλουθες:

- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010: Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010: Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010: Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010: Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας & Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτίρια.

### **3. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ**

#### **3.1 Ορισμός βιοκλιματικού κτιρίου**

Με τον όρο βιοκλιματική αρχιτεκτονική νοείται ο σχεδιασμός του κελύφους των κτιρίων, ο οποίος με γνώμονα το τοπικό κλίμα της κάθε περιοχής και αξιοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μας εξασφαλίζει το επιθυμητό κλίμα συνθήκες μέσα στην κατοικία, καταναλώνοντας την ελάχιστη δυνατή ενέργεια. (Κολοβός, 2017) Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει ως στόχο την άμεση εξοικονόμηση ενέργειας με την προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον τους. Τα κτίρια αυτά, όντας εναρμονισμένα με το περιβάλλον τους, παρέχουν την δυνατότητα της βέλτιστης αξιοποίησης των συνθηκών του περιβάλλοντος και ικανοποιούν με τον τρόπο αυτό τις ενεργειακές τους ανάγκες με τη μικρότερη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση. (Κούβελος & Νίκας, 2014)

Προκειμένου το κτίριο να είναι σε θέση να εκμεταλλευτεί το φυσικό του περιβάλλον, οφείλει να σχεδιαστεί με τρόπο τέτοιο ώστε να λειτουργεί ως συλλέκτης ηλιακής ενέργειας, παγίδα και αποθήκη θερμότητας αλλά φυσικά και παγίδα ψύξης και δροσισμού. Όταν αυτές οι συνθήκες ικανοποιηθούν, γίνεται εφικτή η αποδοτική λειτουργία της παθητικής θέρμανσης, του παθητικού δροσισμού καθώς και του φυσικού φωτισμού του κτιρίου.

Τα μέσα ή αλλιώς τα εργαλεία της βιοκλιματικής αλλαγής, προκειμένου να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, είναι τόσο οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως: οι άνεμοι, η βλάστηση και η ηλιακή ενέργεια, όσο και τα κατάλληλα δομικά υλικά. Επιλέγοντας σωστά και κάνοντας συνδυασμένη χρήση των υλικών και των περιβαλλοντικών παραγόντων, έχει σαν αποτέλεσμα την πλήρη αξιοποίηση των ιδιοτήτων τους και επιτυγχάνεται η εφαρμογή της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής εξοικονομώντας ενέργεια. (Κούβελος & Νίκας, 2014)

#### **3.2 Ανάγκες που οδήγησαν στο σχεδιασμό βιοκλιματικών κατοικιών**

Η συνεχής αύξηση των καταναλωτικών αγαθών, η υπερβολική αύξηση του πληθυσμού και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου οδήγησαν στην ταχεία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Η απερίσκεπτη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει συμβάλει στην αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων, οι οποίοι είναι καταστροφικοί για το περιβάλλον. Η πρώτη πετρελαϊκή κρίση το 1973, οδήγησε τους μελετητές στην έρευνα εναλλακτικών μορφών ενέργειας, όπως η δημιουργία ενός οικονομικότερου, λειτουργικότερου και πιο οικολογικού κτιρίου. Έτσι, λοιπόν, οι μελετητές οδηγήθηκαν στη λύση της άμεσης εφαρμογής των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και της οικολογικής κατασκευής.

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον με ποικίλους τρόπους κατά την διάρκεια της κατασκευής, της λειτουργίας και της κατεδάφισης και, αντίστροφα, το περιβάλλον επηρεάζει τα κτίρια. Για να μπορεί να γίνει σωστά ο σχεδιασμός αυτών των κτιρίων θα πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση της σχέσης αυτής. Τα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων επηρεάζουν το μικροκλίμα των περιοχών που βρίσκονται και προκαλούν αρκετά προβλήματα όπως: η μεταβολή στην ισορροπία των κύριων συστατικών της ατμόσφαιρας, το νερό του εδάφους και του υπεδάφους λόγω των χημικών εκπομπών που προέρχονται από τα αστικά λήμματα κ.ά. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες μεγάλες πόλεις. Παράλληλα η αλόγιστη χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας έχει συμβάλει ενεργά στην αύξηση των εκπομπών ρυπογόνων

αερίων που καταστρέφουν την ατμόσφαιρα και υποβαθμίζουν αισθητά το περιβάλλον. Εκτός από την αυξανόμενη περιβαλλοντική κρίση πέραν της βιομηχανίας και των μεταφορών, ιδιαίτερη ευθύνη έχει και η υπέρμετρη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη – θέρμανση των κτιρίων. Συνοψίζοντας, η χρήση ραδιενεργών και μη οικολογικών δομικών υλικών έχει ως συνέπεια την πρόκληση προβλημάτων στην υγεία των ενοίκων και υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κάτι που οφείλεται στην εισπνοή τοξικών αερίων. Όλοι αυτοί οι λόγοι οδήγησαν τους μελετητές στην εύρεση ενός νέου τρόπου οικοδόμησης των κατοικιών, πιο υγιή και φιλικό προς το περιβάλλον. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την στροφή προς τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας.

### **3.3 Βασικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού**

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

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

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

- 1) Θερμική προστασία των κτιρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτιρίου και των ανοιγμάτων του.
- 2) Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον κατάλληλο προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και την διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες.
- 3) Προστασία των κτιρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- 4) Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύεται μέσα στο κτίριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως τις νυχτερινές ώρες.
- 5) Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα

6) Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτιρίων, ώστε να εξασφαλίζεται η επάρκεια και η ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.

7) Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτίρια, με τον βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτίρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές. (Αντωνοπούλου,2009)

### 3.4 Βιοκλιματική δόμηση

Για τη σωστή εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού μιας κατοικίας θα πρέπει να πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις: τα κύρια ανοίγματα και η κύρια όψη να έχουν νότιο προσανατολισμό, τα ανοίγματα στο βορρά θα πρέπει να είναι μικρά και οι τοίχοι συμπαγείς. Επιπλέον, τα ανοίγματα θα πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να παρέχουν διαμπερή αερισμό.

Άλλον έναν βασικό παράγοντα αποτελεί η εκμετάλλευση του εδάφους, ενώ ο περιβάλλον χώρος μπορεί να προσφέρει ηλιοπροστασία, σκiasμό αλλά και προστασία από τους ανέμους βελτιώνοντας το μικροκλίμα γύρω από την κατοικία με την νότια πλευρά της κατοικίας να προσανατολίζεται έτσι ώστε να χρησιμοποιείται για παθητική ηλιακή θέρμανση και η βόρεια πλευρά για προστασία από δυνατούς και ψυχρούς ανέμους. Επίσης, βασική προϋπόθεση σε ένα βιοκλιματικό κτίριο παίζει το εξωτερικό χρώμα του. Γενικά, τα σκούρα χρώματα έχουν την τάση να απορροφούν ενέργεια, την οποία μεταδίδουν εσωτερικά του κτιρίου. Τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας πίσω στο περιβάλλον και συμβάλλουν στην αποφυγή υπερθέρμανσης του κτιρίου.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι η σωστή μόνωση είναι ο καταλληλότερος τρόπος να διασφαλιστούν η μείωση των θερμικών απωλειών το χειμώνα και η αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας το καλοκαίρι. Για την αποφυγή της υπερβολικής ζέστης μέσα στο κτίριο κατά τους θερινούς μήνες, συνίσταται ο κατάλληλος σκiasμός του με πέργκολες, σκιάστρα, αλλά και φύτευση φυλλοβόλων δέντρων κατάλληλα τοποθετημένα. Τέλος, μία βιοκλιματική κατοικία δε συνεπάγεται μόνο πολύπλοκα συστήματα ψύξης-θέρμανσης, αλλά μία γενικότερη εξοικονόμηση ενέργειας. Η αξιοποίηση της ηλιακής και γεωθερμικής ενέργειας μειώνει τη χρήση κλιματιστικών μηχανημάτων, άρα και τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, (Αντωνοπούλου, 2009).

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

□ **Σχήμα-Προσανατολισμός:** Όταν το κτίριο είναι ευθυγραμμισμένο με βάση τον άξονα ανατολή- δύση έχει σαν αποτέλεσμα η μεγαλύτερη επιφάνεια να βρίσκεται προς το νότο, συνεπώς απορροφά περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους χειμερινούς μήνες (εικόνα 1). Ένα κτίριο σε σχήμα κύβου δεν έχει το καταλληλότερο σχήμα για οποιαδήποτε τοποθεσία. Σε αντίθεση, το επίμηκες κτίριο κατά τον άξονα βορρά- νότου λειτουργεί αποτελεσματικότερα όλο το χρόνο. Ο προσανατολισμός του κτιρίου πρέπει να παρέχει πλήρη σκiasμό το καλοκαίρι και πλήρη ηλιασμό το χειμώνα. Βασικό παράγοντα αποτελεί και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής. Σε χαμηλότερα των 40ο γεωγραφικά πλάτη, οι νότιες επιφάνειες έχουν ακόμα



μεγαλύτερα ηλιακά κέρδη το χειμώνα, ενώ οι ανατολικές και δυτικές δέχονται 2-3 φορές περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία.

□ **Μορφή:** Ένα κτίριο πρέπει να είναι ανοιχτής μορφής όταν έχει νότιο ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του κτιρίου και, κλειστής μορφής όταν έχει καλή θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους (τοίχοι, οροφή).

□ **Χωροθέτηση:** Με την αξιοποίηση του ηλιακού χάρτη μπορεί να καθοριστεί η ακριβής θέση του κτιρίου σχετικά με τον ήλιο για ολόκληρο το έτος. Επιπλέον, προσδιορίζεται το ανάγλυφο του περιβάλλοντος για τη συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή, ο σκιασμός του οικοπέδου καθώς και ο ελεύθερος χώρος, όπου ο ήλιος θα χρησιμοποιείται από το κτίριο χωρίς κανένα εμπόδιο. Ο επαρκής ηλιασμός το χειμώνα μεταξύ 09:00 και 15:00 παρέχει στο κτίριο ικανοποιητική ηλιακή ενέργεια για τη λειτουργία του.

□ **Σχέση (χωροθέτηση) με άλλα κτίρια:** Τα κτίρια που βρίσκονται στο τέλος ή στην αρχή μίας σειράς κτιρίων, επειδή έχουν μεγαλύτερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες συγκριτικά με τα υπόλοιπα κτίρια, που έχουν μικρότερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα κτίρια που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα κτίρια με πυλωτή. Οι απώλειες αυτές εξισορροπούνται με τη βελτίωση της θερμομόνωσης ή τη χρήση ανοιγμάτων στο νότο.

- Ανοίγματα: Τα νότια ανοίγματα εμφανίζουν πλεονεκτήματα όπως:
- Επιτυγχάνουν εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση του κτιρίου.
- Εξασφαλίζουν μεγάλα ηλιακά κέρδη το χειμώνα και μικρά το καλοκαίρι.
- Παρουσιάζουν λιγότερες πιθανότητες υπερθέρμανσης του κτιρίου το καλοκαίρι σε σχέση με τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα.
- Η ηλιοπροστασία γίνεται εύκολα με χρήση απλών οριζόντιων σκιάστρων.

Τα βόρεια ανοίγματα χρησιμοποιούνται κυρίως για την παροχή φυσικού φωτισμού, καθώς επιτρέπουν την είσοδο μόνο της διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας και όχι της άμεσης και είναι πιο χρήσιμα για τον αερισμό το καλοκαίρι. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα γίνονται προκειμένου να βελτιωθεί ο φυσικός φωτισμός και η οπτική άνεση. Τέλος, προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με διπλό τζάμι, μέτριων διαστάσεων σε ανατολή -δύση και μικρά ανοίγματα στο βορρά.

□ **Διάταξη χώρων:** Η βορινή πλευρά του κτιρίου είναι η ψυχρότερη και η πιο σκοτεινή, η ανατολική και δυτική πλευρά δέχονται περισσότερη ηλιακή

ακτινοβολία το καλοκαίρι και λιγότερη το χειμώνα, ενώ η νότια πλευρά δέχεται περισσότερα ηλιακά φορτία το χειμώνα και λιγότερα το καλοκαίρι και είναι η πιο φωτεινή. Στην παρακάτω εικόνα 2 παρουσιάζεται η βέλτιστη διάταξη των χώρων στα εύκρατα μεσογειακά κλίματα.

Η προστασία του περιβάλλοντος που προκύπτει μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι εξίσου σημαντική, καθώς κατά την κατασκευή μιας οικολογικής κατοικίας αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος, όπως είναι η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και



οι άνεμοι για τον φυσικό δροσισμό, κάτι το οποίο συνεπάγεται μειωμένη εκπομπή ρύπων και ταυτόχρονα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Στον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι σημαντικό για το κτίριο να προσαρμόζεται στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να στοχεύει στη χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και την διατήρηση της θερμικής άνεσης. (Μπαλαράς, 2009)

## 4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

### 4.1 Χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο

Η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου του κτιρίου βελτιώνει σημαντικά το μικροκλίμα. Η βλάστηση συνεισφέρει προσφέροντας ηλιοπροστασία και φυσικό δροσισμό μέσω της εξάτμισης, εξάτμιση όμως προκαλούν και οι δεξαμενές, οι τεχνητές λίμνες, τα σιντριβάνια κ.α. Μια καλή τακτική που χρησιμοποιείται για να προστατεύονται οι ζωτικοί χώροι του κτιρίου είναι ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες, ενώ η διάταξη των χώρων βοηθά ώστε να αερίζονται οι χώροι διαμπερώς. Το μικροκλίμα μπορεί να διαμορφωθεί με τη βοήθεια των υπαίθριων και ημι-υπαίθριων χώρων, όπως τα μπαλκόνια, οι αυλές, κι έτσι να προστατεύουν τα ανοίγματα και οι τοίχοι από τον ήλιο, αλλά και να κατευθύνουν τον άνεμο.

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

Όπως προαναφέρθηκε ο νότιος προσανατολισμός είναι ο προτιμότερος όμως οι αρχιτέκτονες συχνά αντιμετωπίζουν προβλήματα στον τρόπο που θα χωροθετήσουν τα κτίρια στο οικόπεδο, τον προσανατολισμό που θα έχουν αλλά και το σκιασμό που θα δέχονται από τα γειτονικά κτίρια. Αυτό αποτελεί σύνηθες φαινόμενο των αστικών αλλά και γενικότερα των πυκνοκατοικημένων περιοχών. Μόνο ένα 25% των κτιρίων έχουν νότιο προσανατολισμό καθώς ο πολεοδομικός σχεδιασμός και η χάραξη των κεντρικών δρόμων κατά τον άξονα ανατολής - δύσης ή βορρά-νότου προκαθορίζει τον προσανατολισμό των όψεων των κτιρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι μελετητές να μην καταφέρνουν να αξιοποιούν τα διαθέσιμα θερμικά οφέλη και να πετυχαίνουν να κατασκευάζουν κτίρια με πολλά προβλήματα, όπως υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων (σε κτίρια με ανατολικό ή δυτικό προσανατολισμό) αλλά και αναγκαστική απομόνωση των κτιρίων με βόρειο προσανατολισμό από τον ήλιο. Όμως παρά το γεγονός ότι ένα κτίριο μπορεί να έχει νότιο προσανατολισμό, συχνά οι κάτοικοι δεν απολαμβάνουν τα πλεονεκτήματα λόγω άλλων καταστάσεων όπως ο σκιασμός τους από τα απέναντι κτίρια όπου εδώ λαμβάνεται υπόψη η σχέση ύψους των κτιρίων και πλάτους των δρόμων.

Για να καταφέρει ο μελετητής να εξασφαλίσει τον ικανοποιητικό ηλιασμό, ώστε να φωτίζονται και να θερμαίνονται φυσικά, για όλα τα κτίρια χωρίς όμως να μειώνεται η οπτική άνεση ή να εμφανίζονται άλλα προβλήματα, παρά το γεγονός ότι δεν μπορεί να εξασφαλίσει το νότιο προσανατολισμό μπορεί να επιλέξει άλλους τρόπους. Κάποιες προτάσεις που μπορούν να γίνουν είναι :

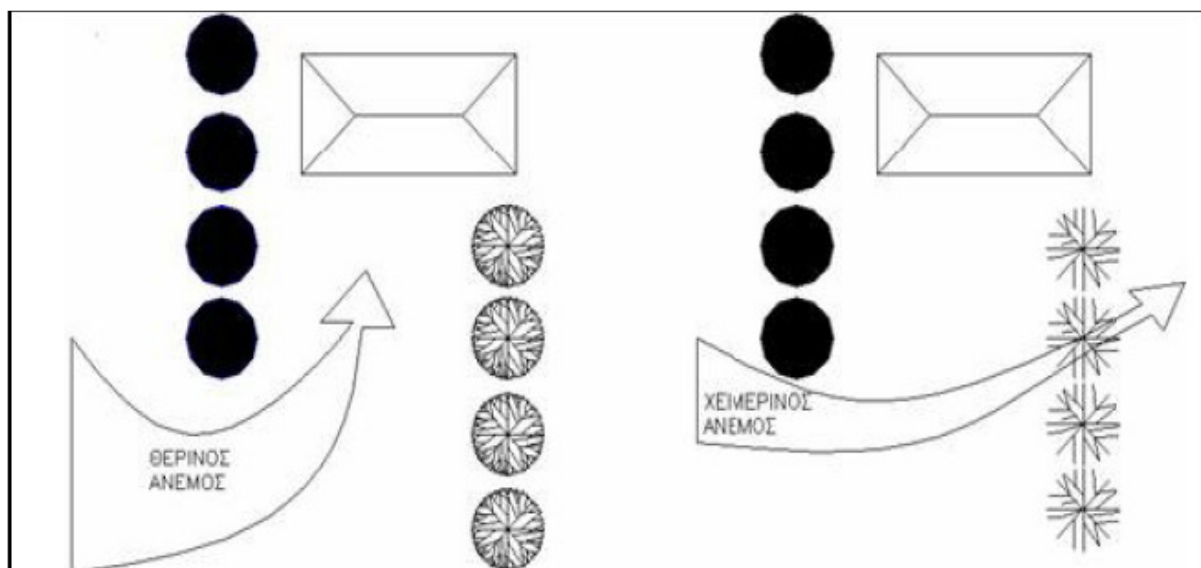
- Η αποφυγή δυτικών ή ανατολικών κτιρίων στις δύο απέναντι πλευρές του δρόμου έτσι ώστε να σχηματίζεται σκακιέρα αλλά την τοποθέτηση των κτιρίων το νότο απλώς των ανοιγμάτων του.
- Η ανάπτυξη του κτιρίου κατά άξονα ανατολή-δύση, εφόσον το κτίριο έχει νότιο προσανατολισμό και δεν αντιμετωπίζει προβλήματα σκιασμού, ώστε να μεγιστοποιηθεί όσο είναι δυνατό η νότια όψη του. Σε αυτή την περίπτωση μπορεί να εξεταστεί μια απόκλιση της τάξης των 25ο, η οποία θεωρείται αποδεκτή ενεργειακά. Σε αυτή όμως την περίπτωση όμως θα πρέπει να εξεταστεί η πιθανότητα χρησιμοποίησης παθητικών ηλιακών συστημάτων ώστε να μεγιστοποιηθούν τα θερμικά ηλιακά κέρδη που είναι ανεκμετάλλευτα.
- Η χωροθέτηση του κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου, ώστε να απομακρυνθεί η κατοικία από τα απέναντι κτίρια και με αυτό τον τρόπο να μην υπάρχει σκίαση που θα οδηγούσε σε μειωμένα ηλιακά οφέλη. Στη νότια πλευρά του κτιρίου θα μπορούσαν να φυτευτούν ψηλά και χαμηλά δέντρα ή να τοποθετηθούν υδάτινες επιφάνειες, υπό τις βέλτιστες μικροκλιματικές συνθήκες, ώστε να υπάρχει ο ιδανικός σκιασμός αλλά και ο εξατμιστικός δροσισμός. Οι επεμβάσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στη βορινή πλευρά, η οποία επηρεάζεται από τους δυνατούς, ψυχρούς ανέμους του χειμώνα, είναι η φύτευση αειθαλών δέντρων με σκοπό να μετριαστούν αυτές οι δυσμενείς συνθήκες.

Αυτή η λογική έχει ευρέως εφαρμοσθεί σε Ελλάδα και εξωτερικό ώστε να καταφέρει ο μελετητής να εισάγει όλα τα απαραίτητα στοιχεία του βιοκλιματισμού σε περιοχές που είχαν την ελευθερία χωροθέτησης των κτιρίων, όπως των οικοπέδων των μη αστικών περιοχών. Στην περίπτωση βέβαια αυτών των περιοχών οι μόνοι λόγοι που μπορούν να αποτρέψουν ένα μελετητή από το να επιλέξει τον νότιο προσανατολισμό είναι η θέα, η κλίση του εδάφους, η προσπελασιμότητα, κ.α. Γενικότερα στην Ελλάδα η πιο κρίσιμη χρονική στιγμή είναι τα καλοκαιρινά απογεύματα, όπου ο ήλιος παρά το γεγονός ότι είναι ακόμη ψηλά, είναι αρκετά θερμός. Γι' αυτό και θα πρέπει να προστατεύεται η δυτική πλευρά του κτιρίου ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων. Αυτό επιτυγχάνεται με μικρές διαστάσεις, να είναι τυφλή ή να υπάρχει η ιδανική σκίαση δηλαδή φυτά, φυτικοί φράχτες κλπ. Βέβαια η δυτική πλευρά είναι καλό να διαθέτει μόνωση στους τοίχους, τα παράθυρα να είναι εφοδιασμένα με εξωτερικά μέτρα προστασίας ώστε να διευκολύνεται η διέλευση του αέρα κι έτσι να μεγιστοποιείται η επίδραση των συστημάτων εσωτερικής προστασίας. Στις δυτικές όψεις η προστασία που υπάρχει μέσω των στεγών αλλά και των ανεμοσκεπών με προεξοχή είναι μικρή, γι' αυτό και προτιμώνται άλλοι τρόποι προστασίας. Επιπλέον μπορεί να τοποθετηθεί διάταξη αειθαλούς βλάστησης με δέντρα πυκνού φυλλώματος, όπως π.χ. τα κυπαρίσσια. Ο μελετητής για να μπορέσει να ελέγξει την κυκλοφορία του αέρα, μπορεί να χρησιμοποιήσει και φυτικούς φραγμούς εκτός από τα κατασκευαστικά στοιχεία, όπως θάμνοι, δέντρα, περιφράξεις, καθώς και άλλα μέσα που χρησιμοποιούνται ως ανεμοφράκτες που αποσκοπούν στη δημιουργία ζωνών ηρεμίας. Τα δέντρα και οι θάμνοι μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου κατά 50% σε απόσταση ίση προς το πενταπλάσιο του ύψους τους.

Το πόσο αποτελεσματικό είναι ένα «εμπόδιο» εξαρτάται από το ύψος και το σχήμα του. Γενικότερα ισχύει ότι όσο λεπτότερο είναι το στοιχείο προστασίας τόσο μεγαλύτερη είναι η προστατευμένη ζώνη, γι' αυτό και σύμφωνα με τον κανόνα το πλάτος του στοιχείου προστασίας δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 1/10 του ύψους του. Η πυκνότητα από την άλλη πλευρά αποτελεί ένα άλλο σημαντικό στοιχείο των «εμποδίων». Στις πλήρεις περιφράξεις παρά το γεγονός ότι εξασφαλίζεται μεγάλη ζώνη ηρεμίας, αυτή διαθέτει πολύ μικρή απόσταση κι έτσι μετά το εμπόδιο τα χαρακτηριστικά στοιχεία του ανέμου επανέρχονται γρήγορα. Τα εμπόδια που αποτελούνται από δέντρα ή θάμνους λόγω του πορώδους τους, επιτρέπουν σε ένα μέρος του αέρα να διέρχεται, με αποτέλεσμα να ελαττώνονται οι στροβιλισμοί και να επικρατεί μια ευρεία ζώνη ηρεμίας.

Αναλύσεις που διεξήχθησαν σε πανεπιστήμιο του Wisconsin με χρήση εξελιγμένων προγραμμάτων προσομοίωσης, κατέδειξαν ότι:

- Οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από την άποψη του περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι στοιχεία, των οποίων το πορώδες κυμαίνεται μεταξύ 25% και 60%.
- Εμπόδια με πορώδες ίσο προς 50% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε αποστάσεις 5πλάσιες έως 20πλάσιες του ύψους τους. Στην περιοχή αυτή, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται στο 30%. Εμπόδια με πορώδες 25% παρέχουν τη μεγαλύτερη προστασία σε απόσταση από το εμπόδιο τετραπλάσια του ύψους του. Στη ζώνη που περιλαμβάνεται μεταξύ του τετραπλασίου και του εικοσαπλασίου του ύψους, η ταχύτητα του ανέμου μειώνεται στην περίπτωση αυτή στο 60%.



Εικόνα 5: Φυτικοί φραγμοί ελέγχουν την κυκλοφορία του αέρα

Ο σωστός σχεδιασμός της τοποθεσίας αλλά και του κτιρίου επιτρέπει την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τις ψυχρές περιόδους ενώ παράλληλα προστατεύει το κτίριο από την υπερθέρμανση κατά τις θερμές περιόδους. Μέσω αυτών των τεχνικών μπορεί να εξασφαλισθεί επίσης ο φυσικός φωτισμός κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της ενεργειακής δαπάνης και ιδανικού κέρδους θερμότητας από τεχνητό φωτισμό. Επιπλέον με

τον κατάλληλο σχεδιασμό και τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο επιτυγχάνεται η ελεγχόμενη και ενεργειακά αποτελεσματική αξιοποίηση της ροής του αέρα κάτι που αυτόματα οδηγεί στην μείωση των αναγκών της κατοικίας σε συμβατική ψύξη και θέρμανση. Έτσι ελέγχοντας τα ποσά αέρα που εισέρχονται στο κτίριο μπορούμε να ελαττώσουμε το θερμικό φορτίο του κτιρίου κατά την περίοδο θέρμανσης, ενώ κατά την περίοδο ψύξης αερίζοντάς το επαρκώς, φυσικά, καλύπτονται κατά ένα μεγάλο ποσοστό οι ανάγκες του κτιρίου σε ψύξη (Yannas S. 1994).

#### **4.2. Λειτουργική οργάνωση των εσωτερικών χώρων**

Σχεδιάζοντας την κάτοψη των εσωτερικών χώρων πρέπει να γίνει οργάνωση και ομαδοποίηση των χώρων αυτών έτσι ώστε οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο να τοποθετηθούν στη νότια πλευρά του κτιρίου με σκοπό να εξασφαλισθούν οι επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες που συνήθως οφείλουν να είναι υψηλές. Αντίθετα οι χώροι περιορισμένης χρήσης, οι οποίοι δεν έχουν υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις, θα πρέπει να τοποθετηθούν στην ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι χώροι, συνήθως οι βοηθητικοί είναι προτιμότερο να τοποθετούνται στη βορινή πλευρά του κτιρίου ώστε να προστατεύουν και να μονώνουν κατά κάποιο τρόπο τους υπόλοιπους χώρους και να διαχωρίζουν το εξωτερικό περιβάλλον από το εσωτερικό στο οποίο επικρατούν κυρίως υψηλότερες θερμοκρασίες. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι θερμικές απώλειες από τους κυρίως χώρους του σπιτιού.

Γενικότερα ισχύει ότι όσο πιο μεγάλο είναι ένα δωμάτιο τόσο μεγαλύτερη θερμοκρασία πρέπει αυτό να διατηρείται και τόσο μεγαλύτερες οι ανάγκες του σε θέρμανση. Μέσω της παθητικής ηλιακής θέρμανσης μπορούμε να συμβάλλουμε θετικά σε κάθε δωμάτιο, βέβαια για να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα εξαρτάται από το σχεδιασμό των παραθύρων και των ιδιοτήτων των δομικών υλικών που περιβάλλουν το δωμάτιο. Ένα ακόμα σημαντικό στοιχείο που θα πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι η ανταλλαγή θερμότητας από τα εσωτερικά χωρίσματα, τις πόρτες και το πάτωμα. Οι θερμαντικές συσκευές που θα επιλέγονται πρέπει να έχουν αντοχή και την ενεργειακή χρήση όσο και την ευκαμψία αλλά και τη δυνατότητα αλλαγής της χρήσης του δωματίου. Η φύση, η σημασία των θερμικών κερδών, η αλληλεπίδρασή τους με τα ηλιακά κέρδη και τη συμβατική θέρμανση θα προσβάλλουν την άνεση και την ενεργειακή χρήση. Εκεί που έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα για την τοποθεσία ώστε να αποφευχθεί ο υπερβολικός σκιασμός, κάθε δωμάτιο μπορεί να επωφεληθεί από την νότια όψη. Ένα δωμάτιο σχεδιασμένο γραμμικά με άξονα ανατολή-δύση επιτρέπει σε όλα τα δωμάτια του σπιτιού να έχουν νότια όψη. Ωστόσο αυτή η μορφή δεν είναι πάντα εφικτή ή επιθυμητή.

Για τις μονοκατοικίες που δεν γειτονεύουν με κανένα άλλο σπίτι, ένα μέτρια επιμηκυμένο σχέδιο μπορεί να εξασφαλίσει στα περισσότερα δωμάτια νότια όψη. Για να περιοριστεί το μειονέκτημα των δωματίων που διαθέτουν βόρειο προσανατολισμό τοποθετούνται κάποια παράθυρα στο δυτικό ή ανατολικό τοίχο. Στις κατοικίες που συνορεύουν με άλλες, οι μελετητές συνηθίζουν να τοποθετούν στο βάθος της πρόσοψης την είσοδο. Στις μικρές κατοικίες αυτή η σχεδιαστική παρέμβαση μειώνει τον αριθμό των δωματίων που έχουν νότιο προσανατολισμό. Αντίθετα από τη γειτνίαση των σπιτιών επεκτείνονται τα θερμικά κέρδη, λαμβάνοντας υπόψη ότι οι ενδιάμεσοι τοίχοι είναι μονωμένοι.

Από ενεργειακής άποψης υπάρχουν λίγα πράγματα που μπορείς να επιλέξεις μεταξύ της αύξησης του βάθους στη πρόσοψη ή την πρόσοψη, μπορούμε να πετύχουμε την ίδια ενεργειακή ισορροπία λαμβάνοντας τα απαραίτητα σχεδιαστικά μέτρα που χρειάζονται σε κάθε περίπτωση. Αυτό οφείλεται στο ότι τόσο στα μεγάλα όσο και στα μικρά σπίτια, όποιο κέρδος έχουμε, που μπορεί να δημιουργηθεί από μερικά επιπλέον τετραγωνικά ενός νοτίου προσανατολισμού παραθύρου, συγκρινόμενο με μια αύξηση του βάθους, φαίνεται πως είναι πολύ μικρό. Στα υπνοδωμάτια κυρίως, τόσο η άνεση όσο και η περιβαλλοντική ποιότητα επηρεάζεται από τον τύπο κατοικίας και γι' αυτού του τύπου τις κατοικίες οι σκέψεις πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού των εσωτερικών χώρων (Ανδρεαδάκη 2006).

Εκτός από τα θερμικά ηλιακά κέρδη, κι άλλοι παράγοντες θα επηρεάσουν την επιλογή του προσανατολισμού, όπως η θέα, η ασφάλεια, η αισθητική κ.α.. Κάποιες από αυτές τις παραμέτρους έχουν ήδη συμπεριληφθεί στη σκέψη για τον τρόπο που θα σχεδιαστεί η κατοικία. Αποφάσεις σχετικά με τον προσανατολισμό θα πρέπει να συμπεριλάβουν τη χρησιμότητα του χώρου σε συνδυασμό με τα θερμικά κέρδη του χώρου. Για παράδειγμα, υψηλές απαιτήσεις σε ηλιακά θερμικά οφέλη έχει το καθιστικό ή το υπνοδωμάτιο σε σχέση με την κουζίνα, η οποία ήδη δέχεται επιπλέον θερμικά οφέλη από το φούρνο, την ηλεκτρική κουζίνα και τις άλλες οικιακές συσκευές.

Το καθιστικό και η τραπεζαρία έχουν τις μεγαλύτερες ανάγκες σε θερμικά ηλιακά οφέλη, καθώς συνήθως είναι τα μεγαλύτερα δωμάτια του σπιτιού και θερμαίνονται, συνήθως, περισσότερο, από κάθε άλλο χώρο του σπιτιού. Ωστόσο, τα θερμικά κέρδη τους προέρχονται κυρίως από τους ίδιους τους ενοίκους, τις ηλεκτρικές συσκευές και τα φωτιστικά. Όλα αυτά είναι πολύ λιγότερα σε σχέση με τα θερμικά κέρδη που έχει μια κουζίνα 30. Υπάρχει ένα πεδίο δράσης όπου τα ηλιακά κέρδη συνεισφέρουν σημαντικά στη θέρμανση αυτών των δωματίων και ένας νότιος προσανατολισμός προσδίδει εξαιρετικό πλεονέκτημα. Η χρήση μονωμένων παντζουριών ή η υιοθέτηση διπλών τζαμιών συνίσταται σε δωμάτια με μεγάλα παράθυρα ή σε χώρους που είναι αναγκαία η διατήρηση υψηλής θερμοκρασίας.

Στην κουζίνα, οι οικιακές ηλεκτρικές συσκευές και η ηλεκτρική κουζίνα εκλύουν μεγάλα ποσά ενέργειας, συνεισφέροντας στη θέρμανση της. Ωστόσο θα πρέπει να απομακρύνεται η υγρασία που δημιουργείται προς αποφυγή της συμπύκνωσης, έτσι πρέπει να αερίζεται καλά ο

χώρος. Συνήθως η κουζίνα τοποθετείται στη βόρεια πλευρά τυχαία ή με την υπόθεση ότι με το να είναι ευήλια δεν αποτελεί πλεονέκτημα και μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα. Συνήθως αποτελεί καλή επιλογή σε περίπτωση που ο χώρος της κουζίνας είναι περιορισμένος. Επίσης είναι καλό να αποφεύγεται ο δυτικός προσανατολισμός για την κουζίνα διότι τα ηλιακά κέρδη θα είναι μεγάλα και ειδικά τα θερινά απογεύματα, όπου η θερμοκρασία θα είναι στα υψηλότερα επίπεδά της κι αυτό θα δημιουργεί αποπνικτική και εξαιρετικά ζεστή ατμόσφαιρα, συνδυασμένη και με τα θερμικά κέρδη που προκύπτουν από τη χρήση των ηλεκτρικών συσκευών και του φούρνου. Στην περίπτωση της ανοιχτής κουζίνας, η οποία συνδέεται με το καθιστικό και την τραπεζαρία, θα πρέπει κι εκεί να γίνει προσεκτική επιλογή της τοποθεσίας της στο χώρο, καθώς θα είναι ένα δωμάτιο συχνής χρήσης. Μεγάλη σημασία έχει, η τοποθέτηση της κουζίνας κατά τέτοιο τρόπο ώστε να έχει καλό φυσικό φωτισμό, κάτι που



μπορεί να υλοποιηθεί με την κατασκευή ενός μεγάλου παραθύρου, που όμως θα αποτελεί πρόβλημα αν έχει νότιο προσανατολισμό.

Το μπάνιο, συνήθως είναι ένα παραμελημένο ενεργειακά δωμάτιο, που συχνά τοποθετείται σε σκοτεινούς και χωρίς θέρμανση χώρους. Το μπάνιο θα πρέπει για κάποιες ώρες της ημέρας να διατηρεί μεγάλο ποσοστό θερμότητας ώστε να παρέχει θερμική άνεση. Σε κάποιες κατοικίες τοποθετείται στη νότια όψη σε συνδυασμό με μεγάλο παράθυρο που αν και φαίνεται ελκυστικό για μερικά σπίτια, δεν μπορεί να εξασφαλίσει ότι θα δέχεται ικανή θέρμανση από τον ήλιο όποτε τη χρειάζεται. Εναλλακτικά, το μπάνιο μπορεί να τοποθετηθεί εκεί που μας βολεύει και η έκθεση στον ήλιο να είναι η ελάχιστη δυνατή.

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. Τα υπνοδωμάτια που χρησιμοποιούνται μόνο για ύπνο συχνά θερμαίνονται λιγότερο σε σχέση με άλλα δωμάτια του σπιτιού ή δωμάτια που χρησιμοποιούνται ως γραφεία. Όλες αυτές οι διαφορές πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά το σχεδιασμό του κτιρίου, των εσωτερικών χώρων αλλά και των συστημάτων θέρμανσης, καθώς θα επηρεάσουν την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των χώρων του σπιτιού αλλά και της γενικής θερμικής επίδοσης και άνεσης των ενοίκων.

Όσον αφορά τους μη θερμαινόμενους χώρους ή τους χώρους με περιορισμένη θέρμανση, τοποθετώντας τους νότια, μετατρέποντάς τους ταυτόχρονα σε ηλιακούς συλλέκτες. Το θερμοκήπιο βασίζεται σε αυτή τη λογική. Το γκαράζ αλλά και οι ξηροί διάδρομοι είναι πιο αποτελεσματικοί όταν τοποθετούνται κατά τέτοιο τρόπο ώστε να προφυλάσσουν το σπίτι από το κρύο και τους ανέμους.

Ο χωρισμός της κατοικίας σε θερμικές ζώνες βοηθά το μελετητή στον τρόπο που θα τοποθετήσει τα δωμάτια του σπιτιού. Στις κατοικίες όπως είναι γνωστό υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας από δωμάτιο σε δωμάτιο και συχνά έχουμε ανταλλαγή θερμότητας από το ένα δωμάτιο στο άλλο, κάτι που είναι επιθυμητό σε κάποιες περιπτώσεις όπως σε δωμάτια που υπερθερμαίνονται ενώ αντίθετα κάποια άλλα είναι αρκετά ψυχρά, αυτή η ανταλλαγή θερμότητας εξισορροπεί την κατάσταση (Κωνσταντινίδου 2008).

Η σπουδαιότητα αυτών των ανταλλαγών επηρεάζεται από τη διάταξη του σπιτιού σε τομείς, από το άνοιγμα ή το κλείσιμο των θυρών, από τις θερμικές ιδιότητες των εσωτερικών χωρισμάτων καθώς και τις διαφορές στις θερμοκρασίες. Ο αυστηρός διαχωρισμός του εσωτερικού της κατοικίας σε βόρειες και νότιες ζώνες είναι καλό να αποφεύγεται καθώς μπορεί να επηρεάσει την κίνηση του αέρα, την κατανομή της θερμότητας και αυτό να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία σκοτεινών και μουντών δωματίων στη βόρεια πλευρά. Η διευθέτηση του χώρου κατά τον άξονα ανατολή- δύση, προσφέρει καλό φυσικό φωτισμό αλλά και αερισμό σε όλη την κατοικία καθώς και την εις βάθος διείσδυση των ηλιακών κερδών. Η κλασική χωροθέτηση των υπνοδωματίων στον πάνω όροφο, εφόσον αυτός υπάρχει, συμβάλλει στη θέρμανση τους από τα θερμικά κέρδη του κάτω ορόφου. Όμως, σε αυτές τις περιπτώσεις υπάρχει επισκίαση του ισόγειου γι' αυτό υπάρχει η σκέψη τοποθέτησης των υπνοδωματίων στο ισόγειο και του καθιστικού στον όροφο.

Το θερμοκήπιο καθώς και άλλα μη θερμαινόμενα δωμάτια πρέπει να διαχωρίζονται από τα θερμαινόμενα δωμάτια με ψηλούς τοίχους καλά μονωμένους εξωτερικά. Το κατά πόσο τα θερμοκήπια είναι κατοικήσιμα και έχουν περιβαλλοντική επίδοση εξαρτάται σε μεγάλο ποσοστό από την χωροθέτησή τους και την αλληλεπίδρασή τους με τους γειτονικούς χώρους. Ο βαθμός επικοινωνίας με το κυρίως κτίριο καθορίζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου ως συλλέκτης θερμότητας. Η θερμοκρασία του θερμοκηπίου επωφελείται από την αυξημένη επαφή με τους θερμαινόμενους χώρους. Αν στο σχέδιο του κτιρίου προβλέπεται θερμοκήπιο, σχεδιάζεται ο κτίριο κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιβάλλει ένα θερμοκήπιο, και η περιοχή που περικλείει αυξάνεται με την παράλληλη μείωση της απώλειας θερμότητας. Τοποθετώντας το θερμοκήπιο δίπλα στα δωμάτια με τις υψηλότερες χειμερινές θερμοκρασίες σχεδιαστικά έχει αμοιβαία οφέλη.

### **4.3. Μορφή κτιρίου**

Από ενεργειακή άποψη, η "μορφή του κτιρίου" αποτελεί σημαντικό παράγοντα σε ότι έχει σχέση με τη θερμική του συμπεριφορά, διότι μέσω του κελύφους που λειτουργεί ως φίλτρο προδιαγράφει, την ανταλλαγή θερμότητας με το περιβάλλον. Ο μελετητής στη φάση του σχεδιασμού θα επιλέξει να δημιουργήσει "ανοικτή" ή "κλειστή" μορφή κτιρίου, δηλαδή επιθετική ή αμυντική. Ανοικτό είναι το κτίριο με μεγάλα ανοίγματα, ενώ κλειστό αυτό με τα μικρά ανοίγματα. Για την επιλογή του καταλληλότερου, λαμβάνονται υπόψη κάποια κριτήρια όπως το κλίμα της περιοχής, η χρήση του κτιρίου, ο προσανατολισμός του, η θέα, η ασφάλεια, ο θόρυβος, το κόστος κατασκευής κ.α. Ενεργειακά και οι δύο γενικοί τύποι μορφών κτιρίου, μπορούν να οδηγήσουν στα ίδια αποτελέσματα, υπό ορισμένες προϋποθέσεις. Μία ανοικτή μορφή επιλέγεται σε περιπτώσεις που είναι διασφαλισμένος ο νότιος προσανατολισμός και δεν υπάρχει πρόβλημα σκιασμού των όψεων του κτιρίου από γειτονικά κτίρια, δέντρα ή άλλα εμπόδια. Έτσι αυξάνονται τα οφέλη από τη θερμική ηλιακή ενέργεια, μέσω κάποιων παρεμβάσεων στο κτίριο όπως με την εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων, είτε μέσω των ανοιγμάτων, από τα οποία έχουμε άμεσο ηλιακό κέρδος. Αν το κτίριο δεν έχει νότιο προσανατολισμό, τότε είναι προτιμότερο να επιλέγεται η κλειστή μορφή κτιρίου, με κύριο χαρακτηριστικό τα μικρά ανοίγματα, τη σωστή και ενισχυμένη μόνωση των δομικών στοιχείων ώστε να μειωθούν οι θερμικές απώλειες, αλλά και με τη σωστή ηλιοπροστασία. Ως μορφή μπορεί να συμπεριληφθεί και η σύνθεση των όγκων ενός κτιρίου. Σε ένα υπάρχων κτίριο ή επιφάνεια σε κάτοψη μπορούν να ληφθούν υπόψη αρκετές εναλλακτικές προτάσεις, σε κάθε μία από αυτές, όμως λόγω του ότι διαφοροποιούνται οι εξωτερικές επιφάνειες με σταθερή επιφάνεια και θερμαινόμενο όγκο, διαφέρει η θερμική τους συμπεριφορά.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε πιο ψυχρά κλίματα όπως αυτό της Ελβετίας ή της Αυστρίας έχουν καταγραφεί καταναλώσεις σε ίδιες κατηγορίες κτιρίων που φθάνουν τις 17 ή τις 20 KWh/m<sup>2</sup> ετησίως αντίστοιχα (Magnus B. 2016).

### **4.4. Το μέγεθος των ανοιγμάτων**

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

Όσον αφορά στο θερμικό ισοζύγιο των νοτίων ανοιγμάτων αν υπάρχουν διπλά τζάμια, τα ηλιακά κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες και αυτό έχει αποτέλεσμα τη δημιουργία θετικού ισοζυγίου κατά 23% τη χειμερινή περίοδο. Αν υπάρχουν διπλά τζάμια και πατζούρια τότε το θετικό ισοζύγιο θα είναι ακόμη μεγαλύτερο κατά 56% σε σχέση με τις θερμικές απώλειες. Τέλος για να μπορεί το νότιο άνοιγμα να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να υπάρχουν διπλά τζάμια, εξώφυλλα μονωμένα και σωστή τοποθέτηση των κουφωμάτων. Η σωστή χωροθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο, θα συμβάλει στην λειτουργία του κτιρίου ως ηλιακός συλλέκτης. Για να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα προτείνεται η χωροθέτησή του προς το νότο, για να εξασφαλίζεται επαρκής ηλιασμός 36. Τα στοιχεία τα οποία πρέπει να ληφθούν υπόψη είναι οι ώρες και οι μήνες ηλιασμού με τη χρήση των ηλιακών χαρτών, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παρέχουν πλήρη εικόνα της θέσης του ήλιου. Αυτό μας δείχνει την καταλληλότερη θέση για την τοποθέτηση του κτιρίου. Έτσι βάσει του τοπογραφικού αλλά και των όρων δόμησης της περιοχής, μπορεί να προσδιοριστεί η γωνία ύψους των εμποδίων του οικοπέδου που υπάρχουν σε αυτό. Τα βήματα που ακολουθούνται για να γίνουν οι σωστοί υπολογισμοί και να βγουν τα κατάλληλα αποτελέσματα είναι τα εξής:

1. προσανατολίζεται το οικοπέδο ή το κτίριο στον ηλιακό χάρτη, αν είναι νότιο ταυτίζεται η γωνία αζιμουθίου του οικοπέδου με την γωνία 0ο του χάρτη που αντιστοιχεί στον ηλιακό νότο, αν είναι ανατολικό ταυτίζεται σε γωνία 90ο στα αριστερά του νότου, αν είναι δυτικό σε γωνία 90° δεξιά του νότου.
2. αν το οικοπέδο ή το κτίριο έχει διαφορετικό προσανατολισμό τότε χαράσσεται η κάθετη στην οικοδομική γραμμή του οικοπέδου και υπολογίζεται η απόκλιση από το νότο, έπειτα αυτό σημειώνεται στον ηλιακό χάρτη.
3. στη συνέχεια προσδιορίζονται τα αζιμούθια των απέναντι εμποδίων, υψώνοντας κάθετες ως προς τα οριζόντια, και τα σημεία τομής που προκύπτουν αντιστοιχούν στη γωνία ύψους των εμποδίων με τις κάθετες που υψώθηκαν, ορίζοντας τα απέναντι εμπόδια.
4. ακολουθείται για κάθε εμπόδιο η ίδια διαδικασία με αποτέλεσμα την δημιουργία πολλών σημείων τομής, τα οποία σχηματίζουν μια τεθλασμένη γραμμή που καθορίζει τη σκιά του περιβάλλοντος χώρου στο οικοπέδο ή το κτίριο που μελετάται.

5. σε περίπτωση που τα απέναντι κτίρια είναι ισοϋψή, η τεθλασμένη καμπύλη θα είναι καμπύλη και θα προσδιορίζεται με το μετρητή σκιάς, στον οποίο απεικονίζονται οι γωνίες ύψους των απέναντι εμποδίων.

Όσον αφορά στη διάρθρωση των εσωτερικών χώρων, αυτό αποτελεί ένα σημαντικό ζήτημα σε σχέση με την προσαρμογή του κτιρίου στο κλίμα της περιοχής. Η βορινή όψη είναι η ψυχρότερη και σκοτεινότερη, καθώς δέχεται ήλιο μόνο λίγες ώρες την ημέρα το καλοκαίρι. Η ανατολική και η δυτική όψη δέχονται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας, όμως η δυτική είναι πιο επιβαρυνμένη καθώς τη θερινή περίοδο δέχεται επιπρόσθετα ηλιακά κέρδη και θερμότητα κατά τη δύση του ηλίου. Η νότια όψη, δέχεται μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα σε σχέση με το καλοκαίρι κι αποτελεί την πιο ευχάριστη και φωτεινή πλευρά του κτιρίου. Για το κλίμα της Ελλάδας, η καταλληλότερη οργάνωση των χώρων βασίζεται στην τοποθέτηση των χώρων που χρησιμοποιούνται περισσότερο στο νότο. Στο βορρά τοποθετούνται αποθηκευτικοί χώροι, σκάλες κλπ. οι οποίοι λειτουργούν και ως χώροι ανάσχεσης της θερμότητας και προστατεύουν τους βασικούς χώρους της κατοικίας από την ψυχρή επιφάνεια. Αυτοί οι χώροι μετριάζουν τις εξωτερικές μεταβολές στον εσωτερικό χώρο, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη βελτίωση του μικροκλίματος.

Ένα ακόμη είδος χώρων ανάσχεσης είναι οι βεράντες, τα θερμοκήπια κλπ. Τα οποία τοποθετούνται στη νότια πλευρά του κτιρίου αυξάνοντας το θερμικό ισοζύγιο λόγω της δεσμευμένης ηλιακής ενέργειας.

Εφόσον το κτίριο λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, η θερμότητα που δέχεται μπορεί να αποθηκευτεί ώστε να αποδοθεί στον εσωτερικό χώρο τη νύχτα. Ο αποτελεσματικότερος τρόπος αποθήκευσης της θερμότητας επιτυγχάνεται με την κατασκευή του κτιρίου ως αποθήκη θερμότητας, σε αυτό συμβάλλουν οι οροφές, οι τοιχοποιίες και τα δάπεδα. Τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν τη θερμότητα σε διαφορετικό βαθμό και ποσότητα, ανάλογα με την πυκνότητα της μάζας αλλά και το συντελεστή ειδικής θερμότητας. Τα βαριά υλικά όπως το μπετόν, η πέτρα, τα τούβλα έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα κι επομένως μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα.

Η διαδικασία αποθήκευσης της ηλιακής θερμότητας γίνεται άμεσα από το δάπεδο και τους τοίχους, όπου προσπίπτει ο ήλιος ή με την κίνηση του αέρα, που θερμαίνεται γρηγορότερα από κάθε άλλο υλικό και με την κίνησή του μεταφέρει τη θερμότητα στα συμπαγή υλικά. Όσο μεγαλύτερη η μάζα της κατασκευής που αποθηκεύει θερμότητα τόσο η θερμοκρασία του χώρου παραμένει σταθερή αρκετές ώρες, χωρίς να χρειάζεται βοηθητική θέρμανση ή να προκαλείται υπερθέρμανση και δυσφορία.

Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε μια γυάλινη επιφάνεια, ανακλάται κατά ένα μέρος προς τα έξω, ένα άλλο μέρος της απορροφάται από το γυαλί και ανακλάται προς το εσωτερικό και προς το εξωτερικό του κτιρίου. Η ηλιακή ενέργεια που διέρχεται από το γυάλινο άνοιγμα μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, το μεγαλύτερο μέρος της αποθηκεύεται στο δάπεδο ενώ το υπόλοιπο ανακλάται από το δάπεδο προς τον εσωτερικό τοίχο και τα δομικά στοιχεία και μέρος εσωτερικό αέρα, ένα τμήμα της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο μεταφέρεται προς το εσωτερικό της κατοικίας ενώ ένα άλλο μέρος χάνεται προς τα έξω υπό μορφή θερμικών απωλειών (Vitiello U. 2017).

Η θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στο δάπεδο και την τοιχοποιία διεισδύει στο χώρο και τέλος ένα μέρος από τα θερμικά κέρδη χάνεται μέσω των υαλοπινάκων. Τα κύρια χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει το κτίριο για να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας, είναι να διαθέτει δομικά υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας τα οποία θα είναι κατανομημένα ισομερώς σε όλο το κτίριο.

Η περιοδική ροή θερμότητας είναι ένας επαναλαμβανόμενος κύκλος με διαφορετική ένταση στη διάρκεια του έτους που δείχνει τη διαδικασία αποθήκευσης και επαναπόδοσης της θερμότητας και οφείλεται στη συνεχή ροή θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο περιβάλλον. Τα χαρακτηριστικά μεγέθη αυτής στο κτίριο είναι η χρονική υστέρηση αλλά και ο συντελεστής μείωσης της θερμοκρασίας, τα οποία προσδιορίζουν τη μάζα των υλικών και των δομικών στοιχείων της κατασκευής διότι ρυθμίζουν την ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται σε συμπαγή στοιχεία με αποτέλεσμα να καθορίζουν τα επίπεδα της θερμικής άνεσης. Αυτό που επιδιώκεται μέσω της κατάλληλης επιλογής υλικών, είναι η μείωση των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων αλλά και η επαρκής χρονική υστέρηση. Η χρονική υστέρηση δείχνει το χρόνο που μεσολαβεί ανάμεσα στην εμφάνιση αιχμής της εξωτερικής και της εσωτερικής θερμοκρασίας, η οποία εκφράζεται σε ώρες κι εξαρτάται από την θερμοχωρητικότητα των υλικών κατασκευής αλλά και την θερμική αδράνεια του κτιρίου.

Ο συντελεστής μείωσης δείχνει το λόγο του μέγιστου εύρους της εσωτερικής θερμοκρασίας προς τον λόγο μέγιστου εύρους της εξωτερικής θερμοκρασίας. Ο λόγος αυτός αυξάνεται με την αύξηση της θερμομόνωσης του κελύφους και μειώνεται με την αύξηση της θερμικής αδράνειας. Τα υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα έχουν μικρή θερμική αγωγιμότητα, άρα δεν είναι θερμομονωτικά.

#### **4.5. Θερμοχωρητικότητα δομικών στοιχείων**

Η θερμική χωρητικότητα είναι ένα μέτρο που δείχνει το επίπεδο ενέργειας που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας του υλικού. Αποτελεί το προϊόν της πυκνότητας πολλαπλασιασμένο με τη θερμότητα και τον όγκο του κατασκευασμένου στρώματος. Αυτό υποδεικνύει την θερμότητα που αποθηκεύεται στην κτιριακή δομή. Στον πίνακα που παρατίθεται καταγράφονται οι τυπικές αξίες μιας λίστας δομικών υλικών, συμπεριλαμβανομένου και των εσωτερικών φινιρισμάτων. Γενικά ισχύει ότι όσο υψηλότερη είναι η πυκνότητα του υλικού τόσο υψηλότερη είναι και η θερμοχωρητικότητά του. Γι' αυτό το λόγο, τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας αναφέρονται ως βαριές κατασκευές ενώ τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί με υλικά χαμηλής θερμοχωρητικότητας χαρακτηρίζονται ως ελαφριά κατασκευής. Τυπικά ένα κτίριο που διαθέτει ξύλινο σκελετό έχει χαμηλή θερμοχωρητικότητα ενώ ένα κτίριο που διαθέτει σκελετό οπλισμένου σκυροδέματος έχει υψηλή θερμοχωρητικότητα. Η κύρια επίδραση της αποθηκευμένης θερμότητας στην κτιριακή κατασκευή είναι να μετριάσει τις διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας. Οι βασικές πηγές των διακυμάνσεων είναι οι καθημερινές εναλλαγές στην εξωτερική θερμοκρασία, οι αποκλίσεις στα εσωτερικά θερμικά κέρδη και οι αποκλίσεις στην απορροφηθείσα ηλιακή ακτινοβολία.



Οι βασικές διαφορές μεταξύ μιας βαριάς και μιας ελαφριάς κατασκευής συναντώνται στα επίπεδα θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις αντίστοιχες μέγιστες και ελάχιστες τιμές στις εσωτερικές θερμοκρασίες. Μια ελαφριά κατασκευή, με μικρή θερμική μάζα, θα ζεσταθεί γρηγορότερα σε σχέση με μια πιο βαριά κατασκευή, η οποία διαθέτει υψηλότερη θερμική μάζα.

Επίσης μια ελαφριά κατασκευή θα ψυχθεί πιο γρήγορα από μια βαριά κατασκευή. Εκτός αυτού, σε μια κατοικία με μέτρια ηλιακά κέρδη, μια ελαφριά κατασκευή μπορεί να εμφανίζει ένα σχετικό πλεονέκτημα σε σχέση με μια βαριά κατασκευή λόγω της ιδιότητάς της να θερμαίνει σε μικρό χρονικό διάστημα το χώρο. Αντίθετα, στα κτίρια με σημαντικά ηλιακά κέρδη, προτιμάται η δημιουργία βαριάς κατασκευής λόγω της χαμηλότερης ανάγκης που προκύπτει για θέρμανση και τον έλεγχο προς αποφυγή της υπερθέρμανσης (Τσιώρα – Παπαϊωάννου 2011).

Σε κάθε κτίριο, η εσωτερική επένδυση των κτιριακών του στοιχείων συμπεριλαμβανομένων των φινιρισμάτων και των εσωτερικών χωρισμάτων, προσδιορίζουν τη θερμοχωρητικότητα του. Γενικά μόνο τα πρώτα εκατοστά του υλικού εμπλέκονται στην αποθήκευση θερμότητας. Τα δάπεδα συνήθως αποτελούν τους κύριους παραλήπτες της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ειδικά το καλοκαίρι όπου οι γωνίες του ήλιου έχουν μεγαλύτερη κλίση. Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι τα έπιπλα, τα χαλιά κι άλλα ελαφριά καλύμματα θα εμποδίσουν την αποθήκευση της θερμότητας. Παρακάτω ακολουθούν γενικές προτάσεις για την κατασκευή με οπλισμένο σκυρόδεμα, κατά την οποία για τα δωμάτια με σημαντικά ηλιακά κέρδη, θα πρέπει να αποφεύγεται η κάλυψη των εσωτερικών χωρισμάτων από σκυρόδεμα αλλά και των τσιμεντένιων δαπέδων με ελαφρά φινιρίσματα. Ενώ για τα δωμάτια που δεν έχουν αρκετά ηλιακά κέρδη ή εσωτερικά θερμικά κέρδη να προτιμούνται τα ελαφρά φινιρίσματα ειδικά αν ο προγραμματισμός θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί δεν θα είναι συνεχής. Τέλος στις ξύλινες κατασκευές κατοικιών είναι σημαντικό να ενσωματώνονται κάποια εσωτερικά στοιχεία με υψηλή θερμοχωρητικότητα όπως ένας τσιμεντένιος τοίχος ώστε να γίνεται καλή χρήση των ηλιακών κερδών.

Είναι πολύ σημαντική η επιλογή υλικών υψηλής θερμοχωρητικότητας, διότι αυτά συμβάλλουν στην αποθήκευση της θερμικής ενέργειας που συλλέγεται δια μέσου των παθητικών ηλιακών συστημάτων. Επιπλέον είναι χρήσιμα στα βιοκλιματικά κτίρια αλλά και σε χώρους συνεχούς χρήσης όπως και σε περιοχές με υψηλές θερμοκρασίες κατά το καλοκαίρι. Με τη θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων επιτυγχάνεται μετάδοση της αποθηκευμένης θερμότητας με χρονική καθυστέρηση κατά τέτοιο τρόπο που να συμπίπτει με τις βραδινές ώρες όπου οι ανάγκες σε θέρμανση των εσωτερικών χώρων είναι μεγαλύτερες.

Τα δομικά στοιχεία με υψηλή θερμοχωρητικότητα συνήθως συνδυάζονται με ειδικά σχεδιασμένες αποθήκες θερμότητας οι οποίες είναι συνήθως τα δομικά στοιχεία του κελύφους όπως τα δάπεδα και οι τοιχοποιίες, ή ειδικά διαμορφωμένοι χώροι με υλικά που έχουν την ικανότητα να συλλέγουν και να αποθηκεύουν μεγάλα ποσά θερμότητας. Τα υλικά αυτά είναι είτε λίθοι είτε δοχεία νερού καθώς και πολλά άλλα, και αυτά αποδίδουν τη θερμότητα στο χώρο με φυσικό τρόπο ή εξαναγκασμένα με τη χρήση κάποιων ανεμιστήρων όπου χρειάζεται



Η ύπαρξη, το μέγεθος και το είδος της θερμικής αποθήκης εξαρτάται από τα αναμενόμενα θερμικά οφέλη από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, από τη χρήση του χώρου και του κτιρίου αλλά και από τα καιρικά φαινόμενα που επικρατούν κατά το θέρος, και σχετίζεται με τις θερμοκρασίες και την ακτινοβολία.

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η χρησιμοποίηση υλικών μεγάλης θερμοχωρητικότητας συμβάλλει στη λειτουργία του κτιρίου ως αποθήκη θερμότητας. Η θερμική αδράνεια της κατασκευής είναι σημαντική ειδικά κατά τη θερινή περίοδο διότι το κτίριο μπορεί να αποθηκεύσει δροσιά στα δομικά στοιχεία του κτιρίου κατά τη διάρκεια της νύχτας αποφεύγοντας έτσι την υπερθέρμανση. Έτσι με τη θερμική αδράνεια επιβραδύνεται η μεταφορά της θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου μέχρι η εξωτερική θερμοκρασία να μειωθεί και το κτίριο να αποβάλλει το πρόσθετο θερμικό φορτίο που αποθηκεύτηκε στη μάζα του μέσω των διαδικασιών φυσικού αερισμού και ακτινοβολίας της θερμότητας στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της νύχτας.

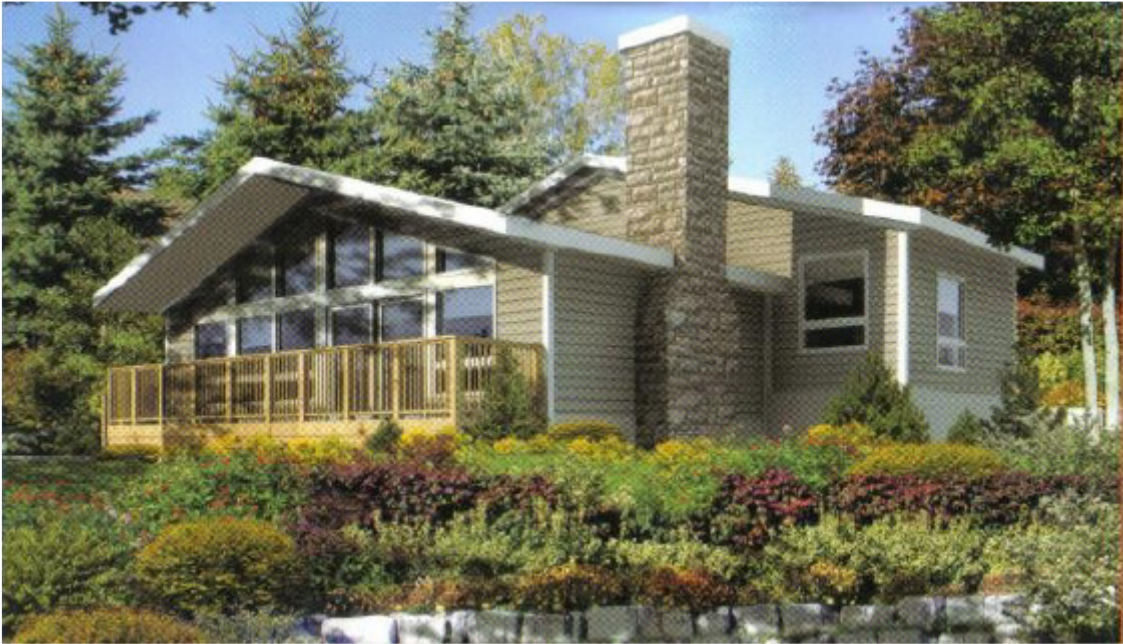
Η πιο επιβαρυνόμενη θερμικά περιοχή του κτιρίου είναι η επικάλυψή του καθώς δέχεται όλη τη μέρα την ακτινοβολία του ήλιου. Ένας τρόπος επίλυσης αυτού του προβλήματος είναι οι θολωτές επικαλύψεις σε περιοχές ζεστών και ξηρών καλοκαιριών, διότι έχουν την ικανότητα να διανέμουν την ηλιακή ακτινοβολία σε μεγαλύτερη επιφάνεια σε σχέση με την οριζόντια και κατά τη διάρκεια της νύχτας αυτή η μορφή αποβάλλει μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας μέσω ακτινοβολίας στην ατμόσφαιρα, επιταχύνοντας τη διαδικασία φυσικής ψύξης. Όσον αφορά στο κλίμα της Ελλάδας, η παρουσία θερμικής μάζας συμβάλλει στη διατήρηση της θερμικής άνεσης, λόγω της απορρόφησης μεγάλης ποσότητας θερμότητας χωρίς να επιβαρύνει τους εσωτερικούς χώρους των κτιρίων. Οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις είναι ήπιες με μεγάλη χρονική υστέρηση συμβάλλει στην αποφυγή της χρήσης κλιματιστικών.

Ένα σημαντικό στοιχείο που πρέπει να διαθέτει το κτίριο, είναι η ικανότητά του να παγιδεύει τη θερμότητα του κτιρίου που συλλέγεται από τον ήλιο, στο εσωτερικό του κτιρίου και να μην διασκορπίζεται προς τα έξω. Το ποσό θερμότητας που διασπείρεται στο εξωτερικό περιβάλλον καθορίζεται από τις θερμικές απώλειες του κτιρίου το χειμώνα. Για το καλοκαίρι, οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι ψηλότερες από τις εσωτερικές, το κτίριο απορροφά θερμότητα, η οποία εισέρχεται στο χώρο με κίνδυνο υπερθέρμανσης. Αυτό οφείλεται στην εναλλαγή των εποχών, η οποία αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση μόνωσης στην εξωτερική πλευρά του κτιρίου. Με αυτό τον τρόπο περιορίζονται οι θερμικές απώλειες και παγιδεύεται μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας.

Η θερμομόνωση προστατεύει το κτιριακό κέλυφος μειώνοντας το ενδεχόμενο υπερθέρμανσης, επιπλέον, προσφέρει συνθήκες θερμικής άνεσης. Όλα τα κτίρια έχουν θερμικές απώλειες, οι οποίες προκύπτουν μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας της θερμότητας από το κέλυφος στην ατμόσφαιρα. Με μεταφορά της θερμότητας μέσω της κίνησης του αέρα ή μέσω των αρμών των κουφωμάτων και από τα ανοιχτά παράθυρα, αλλά και με αγωγή της θερμότητας από το κέλυφος στο εξωτερικό περιβάλλον (Τσίγκας Ε. 1994).

Οι θερμικές απώλειες εξαρτώνται από το λόγο της συνολικής εξωτερικής επιφάνειας προς τον όγκο του κτιρίου, από την προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου στους ψυχρούς ανέμους με τη χρήση βλάστησης ή με χειρισμούς στο κτιριακό κέλυφος και τέλος από τη

μείωση των εκτεθειμένων πλευρών του κτιρίου προς το βορρά, καλύπτοντας τμήμα ή ολόκληρη τη βορινή πλευρά με χώμα αν η κλίση του εδάφους το επιτρέπει.



*Εικόνα 6: Βιοκλιματική κατοικία από ξύλο και πέτρα*

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών στοιχείων του κελύφους, μειώνοντας έτσι το συντελεστή θερμοπερατότητας και η τοποθέτηση διπλών τζαμιών σε ανοίγματα που βρίσκονται στο βορρά, στη δύση και στην ανατολή. Τέλος η ύπαρξη κινητής θερμομόνωσης στα ανοίγματα, όπως πατζούρια ή άλλα είδη εξώφυλλων τα οποία μπορεί να διαθέτουν θερμομονωμένες εσωτερικά περσίδες.

Προτιμάται η θερμομόνωση του κελύφους να γίνεται εξωτερικά και να εξασφαλίζεται η παγίδευση της αποθηκευμένης ηλιακής θερμότητας. Οι θερμικές απώλειες που οφείλονται στη μεταφορά ζεστού αέρα από το κτίριο προς το εξωτερικό, μέσω των αρμών των κουφωμάτων, αποτελεί σημαντική ποσότητα θερμότητας που χάνεται. Η μεταφορά αυτή προκαλείται λόγω της διαφορετικής πίεσης μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, λόγω διαφοράς θερμότητας αλλά και λόγω της πίεσης του ανέμου προς τα ανοίγματα. Η ανανέωση όμως του αέρα είναι ταυτόχρονα σημαντική καθώς απομακρύνονται οι τοξικές ουσίες, οι οσμές, παρέχεται οξυγόνο για την αναπνοή του ανθρώπου κλπ. Η εναλλαγή του αέρα πρέπει να ελέγχεται ώστε οι θερμικές απώλειες να είναι μειωμένες και να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση. Οι μειωμένες θερμικές απώλειες εξασφαλίζονται με την τοποθέτηση βλάστησης για την προστασία από τους ψυχρούς ανέμους, με την μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων που βρίσκονται στο βορρά και με την καλή στεγάνωση των αρμών των κουφωμάτων.

Είναι γνωστό ότι η ηλιακή θερμότητα αποθηκεύεται στη θερμική μάζα της κατοικίας. Η θερμομόνωση όταν είναι εξωτερική προστατεύει τη θερμική μάζα και τόσο ο βαθμός θερμομόνωσης όσο και η ποσότητα θερμικής μάζας εξαρτώνται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Σε ζεστά και ξηρά κλίματα, η θερμική μάζα είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς απορροφά τις έντονες εξωτερικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις ανάμεσα σε μέρα και νύχτα. Ενώ σε ψυχρά κλίματα η θερμομόνωση είναι αυτή που παίζει σημαντικότερο ρόλο και πρέπει να είναι μεγαλύτερη από ότι στα ζεστά κλίματα, διότι η θερμοκρασία σχεδιασμού αποκλίνει περισσότερο σε σχέση με τις εξωτερικές θερμοκρασίες. Για το κλίμα της Ελλάδας, τόσο η θερμομόνωση, όσο και η θερμική μάζα, αποτελούν ισοδύναμους παράγοντες αποτελεσματικής λειτουργίας του κτιρίου. Η θερμική προστασία είναι σημαντική για τη βόρεια όψη του κτιρίου και μεγάλη θερμική μάζα απαιτείται στη δυτική πλευρά, η οποία επιβαρύνεται με μεγάλα ποσά θερμότητας τη θερινή περίοδο (Τσιώρα – Παπαϊωάννου 2012).

#### 4.6. Θερμομόνωση

Ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχει ένα παθητικό ηλιακό σπίτι για να λειτουργεί σωστά, είναι η κατάλληλη θερμομόνωση. Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας για τους τοίχους πρέπει να είναι μικρότερη από  $0,30\text{W/m}^2$  ενώ για την οροφή πρέπει να είναι μικρότερη από  $0,15\text{ W/m}^2$  και για τα παράθυρα όχι μεγαλύτερη από  $3,5\text{ W/m}^2$ . Η θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας πρέπει να είναι περίπου ίση με  $0,80\text{ W/m}^2$ . Τα θερμομονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα παθητικά ηλιακά σπίτια είναι παρόμοια με αυτά των συμβατικών κατοικιών αλλά πιο πυκνά.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή του κτιρίου, η εργασία που θα χρειαστεί αλλά και η λεπτομέρεια και η προσεκτικότητα, εμπεριέχουν μια μακροπρόθεσμη επίδραση στη φυσική λειτουργία του κτιρίου καθώς και στην υγεία των χρηστών, στην ασφάλειά τους αλλά και στους λογαριασμούς που πληρώνουν.

Το πρότυπο θερμομόνωσης, έχει μια σημαντική επίδραση στη θερμική επίδοση, το σχεδιασμό και τη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης αλλά και στις ανάγκες για καύσιμα και στην άνεση των χρηστών.

Η επιλογή των υλικών, θα έχει επιδράσεις στην υγεία των ενοίκων αλλά και στην ποιότητα του αέρα. Η ποιότητα στη λεπτομέρεια και στην εργασία, αποτελεί βασικό όργανο που συμβάλει στην αποτελεσματικότητα της θερμομόνωσης και στην ελαχιστοποίηση των θερμογέφυρων και των ρίσκων της συγκέντρωσης. Η θερμοχωρητική ικανότητα της κτιριακής κατασκευής έχει μια αντοχή στη θερμική άνεση και τις ανάγκες σε καύσιμα.

Η εφαρμογή θερμομόνωσης στα εξωτερικά στοιχεία του κτιριακού κελύφους αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό κάθε ενεργειακά χαμηλής στρατηγικής. Συχνές αναθεωρήσεις στους κτιριακούς κανονισμούς σε σχέση με τις ελάχιστες απαιτήσεις για θερμομόνωση υπογραμμίζουν τη σημασία και τα οφέλη που προκύπτουν από την επιτυχή εφαρμογή της σε αρκετά αρχιτεκτονικά σχέδια.

Η σημασία του σχεδιασμού των παραθύρων σε σχέση με τη θερμομόνωση είναι πολύ σημαντική και αυτά τα δύο στοιχεία συνδέονται άμεσα. Γενικά ένα μεγάλο μέρος του κτιριακού κελύφους καλύπτεται από παράθυρα και γυάλινες επιφάνειες. Πλέον τα μονά τζάμια αντικαθίστανται με διπλά. Ειδικά για τα παθητικά ηλιακά συστήματα χρησιμοποιούνται μεγάλες γυάλινες επιφάνειες που βελτιώνουν και αυξάνουν τα ηλιακά κέρδη. Αυτό είναι σύνηθες στα ψυχρά και ήπια κλίματα και ισχύει για όλη τη διάρκεια του χρόνου όχι όμως και για τα θερμά κλίματα. Όμως, οι γυάλινες επιφάνειες προκαλούν προβλήματα, δεν υπάρχει θερμική άνεση ενώ υπάρχει ανάγκη σε σκιασμό η οποία επιδρά στην εισροή του φυσικού φωτισμού. Οι λύσεις σε αυτά τα προβλήματα είναι η χρήση προηγμένης τεχνολογίας τζαμιών ή με ειδικό φυσικό ή τεχνητό σκιασμό, ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου.

Τα τζάμια προηγμένης τεχνολογίας, αποτελούνται από γυαλί ή πλαστικό τα οποία είναι επαλειμμένα με μια ευρεία ποικιλία ειδικά επιλεγμένων προϊόντων. Η επάλειψη γίνεται με μείγματα που βρίσκονται σε μορφή ατμών που ψεκάζονται στο ζεστό γυαλί ή μπορεί να γίνει με κενή επάλειψη με λεπτά στρώματα πάνω στη γυάλινη επιφάνεια. Η μετατροπή του γυαλιού, μπορεί να δημιουργήσει ένα υλικό με τις καλύτερες επιθυμητές ιδιότητες. Η ποιότητα του γυαλιού και η αντίδρασή του ανάλογα τη θέση που βρίσκεται, εξετάζονται σε εγκαταστάσεις δοκιμών σύμφωνα με τις εθνικές και τις διεθνείς προδιαγραφές (Περδίδς Σ. 2005).

Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία σε διπλά τζάμια με χαμηλές εκπομπές, επίσης υπάρχει ποικιλία σε διπλά-τριπλά τζάμια με polycarbonate, με ικανότητα διάχυσης φωτός αλλά και θερμομονωτικά τζάμια, ήπια θερμομονωτικά τζάμια, «ντυμένα» τζάμια κλπ. Επιπλέον υπάρχει μεγάλος αριθμός κανονικών και ειδικών παραθύρων, τα οποία χρησιμοποιούν ειδικά τζάμια για τη χρήση τους σε βιοκλιματικές κατοικίες. Αυτά τα ειδικά τζάμια καλούνται και οπτικά σκίαστρα, διότι μεταβάλλουν την ανακλαστικότητά τους ως αντίδραση στην προσπίπτουσα θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία, το φωτισμό και το ηλεκτρισμό. Επίσης τα αρχιτεκτονικά οφέλη από τη χρήση τους είναι τεράστια: ηλιακή θέρμανση και φωτισμός χωρίς πρόκληση υπερθέρμανσης ή θάμβωσης-σύμφωνα με τον τρόπο σχεδιασμού της παθητικής ηλιακής κατοικίας, τα θερμοχωρητικά υλικά αλλάζουν το χρώμα τους ανάλογα με το βαθμό θερμότητας που δέχονται.

Τα ρευστά θερμοχρωμικά υλικά χρησιμοποιούν τζελ ή ρευστές ουσίες όπου το κύριο συστατικό τους αντιδρά άμεσα στο φυσικό φωτισμό όπως τα περισσότερα βιολογικά πολυμερή. Τα ηλεκτροχρωμικά υλικά αλλάζουν χρώμα αντιδρώντας στο ηλεκτρικό πεδίο που δέχονται. Πολλά οργανικά και ανόργανα ρευστά ή στερεά χρησιμοποιούνται ως μέσο, στριμωγμένα ανάμεσα σε ανοδικά και καθοδικά στρώματα Όσον αφορά στη νυχτερινή θερμομόνωση, είναι απαραίτητη στα παράθυρα ώστε να διατηρείται η ενέργεια στο εσωτερικό της κατοικίας.

Η μόνωση των παραθύρων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για τα παθητικά ηλιακά σπίτια. Αρκετά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται, δεν μειώνουν απλά το ποσοστό θερμότητας που χάνεται από το τζάμι. Τα πλεονεκτήματα που υπάρχουν είναι η μείωση του θορύβου, ο έλεγχος του εισερχόμενου φυσικού φωτισμού, η προστασία από τις καιρικές συνθήκες αλλά και η ιδιωτικότητα/ απομόνωση. Στα νεόδμητα κτίρια, τα θερμομονωμένα σκίαστρα ή πατζούρια αντικαθιστούν τα συμβατικά σκίαστρα ή κουρτίνες, τα οποία δεν είναι μονωμένα, εφόσον ο



πρωταρχικός στόχος της κινητής νυχτερινής θερμομόνωσης είναι η μείωση της θερμότητας που μεταφέρεται. Οι κύριοι παράγοντες υπολογισμού, όταν επιλέγουμε τη νυχτερινή θερμομόνωση των υαλοστασίων είναι: πόσο καλά θερμομονώνει και πως φαίνεται αισθητικά, πόσο εύχρηστο είναι και αν αποθηκεύεται εύκολα, πόσος είναι ο χρόνος ζωής του και τι συντήρηση απαιτεί, καθώς και ποια είναι τα πιθανά προβλήματα που θα προκύψουν.

Τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν για τη νυχτερινή θερμομόνωση, των υαλοστασίων, εξαρτώνται από το μέρος που βρίσκονται τα παράθυρα. Τα εξωτερικά σκίαστρα και τα παντζούρια, προστατεύουν από τις καιρικές συνθήκες, τις μεγάλες γυάλινες επιφάνειες. Δεν επεμβαίνουν αισθητικά ή φυσικά στο εσωτερικό του κτιρίου αλλά επιδρούν στην εξωτερική εμφάνιση του κτιρίου καθώς εκτίθενται στις καιρικές συνθήκες κι έτσι πρέπει να έχουν τραχιά/γερή κατασκευή. Τα περισσότερα εξωτερικά σκίαστρα μπορούμε να τα χειριστούμε από το εσωτερικό της κατοικίας. Αυτό αποτελεί πλεονέκτημα καθώς δεν χρειάζεται ο χρήστης να βγει έξω από την οικία του για να ανοίξει ή να κλείσει τα πατζούρια. Τα εξωτερικά κάθετα σκίαστρα με ρολά, κατασκευάζονται από ξύλο, αλουμίνιο, PVC κ.α. κάθε ρόλο κατασκευάζεται ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του κάθε ανοίγματος. Οι μονώσεις μεταξύ των τζαμιών δεν απαιτούν χώρο γύρω από το τζάμι στο εσωτερικό του ή στο εξωτερικό του, για την αποθήκευση της θερμότητας που αποθηκεύεται όταν τα σκίαστρα δεν χρησιμοποιούνται. Τα σκίαστρα επηρεάζουν ελάχιστα την εμφάνιση του κτιρίου αισθητικά, όταν αυτά είναι ανοιχτά. Οι μονάδες παραθύρων, οι οποίες διαθέτουν διπλά τζάμια, με μικροσκοπικά βενετικά στόρια μεταξύ των γυάλινων επιφανειών είναι διαθέσιμα στην αγορά. Επιπλέον, υπάρχουν μονάδες που μεταξύ των γυάλινων επιφανειών υπάρχουν μικροί κόκκοι πολυστερίνης ως μονωτικό υλικό.

Τα εσωτερικά σκίαστρα και πατζούρια, αποτελούν τα συνηθέστερα μονωτικά των παραθύρων. Η αγορά διαθέτει μεγάλη συλλογή από αυτά ώστε να ταιριάζουν με τον εσωτερικό χώρο. Τα εσωτερικά γυάλινα πάνελ καλής ποιότητας, δεν χρειάζονται συντήρηση και διαρκούν μια ζωή. Αυτά τα πάνελ είναι διαθέσιμα σε γυαλί, σε άκαμπτα μονά και διπλά τζάμια αλλά και σε μη άκαμπτες λεπτές μεμβράνες. Ένα πρόβλημα των εσωτερικών μονωτικών υλικών είναι η πιθανότητα διαφυγής της συγκεντρωμένης υγρασίας μέσω ή γύρω από το μονωτικό υλικό (Dascalaki et al 2012).

Τα ιδανικά νυχτερινά μονωτικά υλικά πρέπει να έχουν χαμηλό κόστος και η τιμή τους να συμπεριλαμβάνει όλες τις απαραίτητες ενδείξεις και πληροφορίες για την πλήρη εγκατάσταση του συστήματος, καθώς και απλές οδηγίες ώστε καθένας να μπορεί να τα τοποθετήσει μόνος του.

Τα υλικά πρέπει να έχουν ένα εσωτερικό «νεφελώδες εμπόδιο» και καλή περιμετρική στεγανότητα, να έχουν μεγάλο προσδόκιμο ζωής, να μην είναι εύφλεκτα ούτε τοξικά. Το συνολικό σχέδιο πρέπει να επιτρέπει τον εύκολο χειρισμό, την διασφάλιση ότι το σύστημα που θα χρησιμοποιηθεί να μπορεί εύκολα να ανοιχθεί σε περίπτωση ανάγκης. Γενικά το πεδίο δράσης που αφορά στη θερμομόνωση, αυξάνεται ως λειτουργία των παρακείμενων:

- Της επιθυμίας μεγιστοποίησης της αυτονομίας από τις συμβατικές πηγές καυσίμων

- Των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, λαμβάνοντας υπόψη την επιπλέον μόνωση όταν οι εξωτερικές συνθήκες που επικρατούν είναι σοβαρές και οι απαιτήσεις του εσωτερικού σχεδιασμού είναι αυξημένες.
- Του εκτεθειμένου κτιριακού κελύφους, διότι τα σπίτια που είναι ενωμένα με μεσοτοιχία είναι πιο μονωμένα και προστατευμένα από τις κατοικίες που δεν εφάπτονται με άλλες.
- Των εμποδίων της τοποθεσίας καθώς και άλλες ανάγκες για ηλιακή πρόσβαση, επιλέγοντας μικρότερα παράθυρα ή περισσότερη θερμομόνωση για αδιαφανή στοιχεία.

Αν στις παραπάνω περιπτώσεις, υιοθετηθούν επίπεδα θερμομόνωσης υψηλότερα από τις ελάχιστες ενδείξεις των κανονισμών, μπορεί να αποφέρουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη με σχετικά μικρό επιπλέον κόστος, στο συνολικό κεφάλαιο.

Η επιλογή ενός συγκεκριμένου μονωτικού υλικού και η πυκνότητά του, δεν αποτελούν από μόνα τους επαρκή στοιχεία για να διαβεβαιώσουν την καλή λειτουργία του συστήματος ή την αποφυγή τεχνικών ρίσκων. Στην πράξη, η λειτουργικότητα του συστήματος μπορεί να εξασφαλιστεί με προσοχή στη λεπτομέρεια και στην εργασία. Γενικά συστήνεται, ο έλεγχος της ανάγκης και της συνέχειας των νεφελωδών φραγμών, η εξασφάλιση επαρκούς εξαερισμού στις αέριες κοιλότητες και στις στέγες προς αποφυγή της συμπύκνωσης της υγρασίας, της θερμότητας κλπ., η φροντίδα στα ανώφλια, στις κολώνες, στα περβάζια και στις ενώσεις των τοίχων με το πάτωμα και την στέγη ώστε να μειωθούν οι θερμικές γέφυρες και την εξασφάλιση της συνέχειας και της ακεραιότητας των μονωτικών υλικών τόσο ανάμεσα όσο και μέσα στα στοιχεία του κτιριακού κελύφους.

Η επιλογή των μονωτικών υλικών πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, θα πρέπει να σέβονται την υγεία των ενοίκων και να είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Θα πρέπει οπωσδήποτε να αποφεύγονται υλικά που παράχθηκαν με τη χρήση χλωροφθορανθράκων ή υδροχλωροφθορανθράκων.

Τα πιθανά προβλήματα που μπορεί να προκύψουν από τεχνικά ρίσκα είναι η συγκέντρωση υγρασίας σε μη θερμαινόμενους χώρους και σε κοιλότητες ή κενούς χώρους, λόγω της εξάτμισης του νερού από τους θερμαινόμενους χώρους. Αυτό μπορεί να προβλεφθεί με τον εξαερισμό, με τη μόνωση μεταξύ θερμαινόμενων και μη χώρων όταν αφορά μη θερμαινόμενους χώρους, ενώ για τις κενές κοιλότητες προβλέπεται με τον εξαερισμό τους προς τα έξω, με την απόσπαση από την πηγή και με την πρόβλεψη ή τον έλεγχο του εξατμιστικού φραγμού.

Οι θερμογέφυρες αποτελούν ένα ακόμη πρόβλημα και σχηματίζονται γύρω από τις πόρτες και τα παράθυρα αλλά και στις ενώσεις μεταξύ των τοίχων, του πατώματος και της οροφής. Το αίτιο που προκαλεί αυτό το φαινόμενο είναι κενά στην μόνωση ή όταν γίνεται η μόνωση με πυκνά υλικά. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί με την διατήρηση της συνέχειας της μόνωσης και την αποφυγή χρήσης πυκνών υλικών στις κοιλότητες 50. Για τις πόρτες και τα παράθυρα αυτή η κατάσταση αποφεύγεται με την προσθήκη μόνωσης γύρω από αυτά αλλά και με την τοποθέτηση πλαισίου στο βάθος του ανοίγματος. Η φωτιά είναι ένα ακόμη πρόβλημα που προκαλείται από την υπερθέρμανση των καλωδίων που περνούν μέσα από τη θερμομόνωση και αποφεύγεται με την χρήση καλωδίων μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητας, την αποφυγή



εύφλεκτων θερμομονωτικών υλικών καθώς και με την τοποθέτηση των καλωδίων πάνω από τη μόνωση.

Τέλος, η ψύξη των δεξαμενών αποτελεί ένα ακόμη πρόβλημα των μονώσεων που προκαλείται λόγω του κρύου αέρα και της χαμηλής ροής θερμότητας από τις σωληνώσεις της θερμομόνωσης της σοφίτας. Αυτό παρατηρείται στις σοφίτες και σε όλους τους μη θερμαινόμενους χώρους. Ο τρόπος αποφυγής αυτού του φαινομένου είναι η θερμομόνωση των δεξαμενών νερού αλλά και των σωληνώσεων (TOTEE 20701-2/2017).

Εκτός όμως από τη θερμομόνωση των παραθύρων, η θερμομόνωση των τοίχων είναι εξίσου σημαντική. Σε ένα χώρο που θερμαίνεται έχει την τάση να ακτινοβολεί προς τον ψυχρότερο χώρο που τον περιβάλλει θερμότητα, η οποία διαφεύγει από τις ατέλειες στην κατασκευή του κτιρίου και οι οποίες θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με την κατάλληλη μόνωση ανάλογα την περίπτωση.

Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να μην εμποδίζεται ο επαρκής αερισμός της κατοικίας και να μπορεί να ανανεώνεται συστηματικά και ανεμπόδιστα προς όλους τους χώρους της κατοικίας. Η σωστή θερμομόνωση, σε συνδυασμό με ένα ικανοποιητικό σύστημα κλιματισμού, εξασφαλίζουν την άνετη διαμονή των κατοίκων μέσα στην κατοικία. Το χειμώνα, θα εξασφαλίζεται η προστασία των εσωτερικών χώρων από το κρύο και το καλοκαίρι από την υπερβολική ζέστη. Επιπλέον, η σωστή θερμομόνωση εξασφαλίζει οικονομία στην αρχική δαπάνη της εγκατάστασης αλλά και στις δαπάνες λειτουργίας της θέρμανσης, μειώνοντας τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών χώρων. Συμβάλλει ακόμα στην εξοικονόμηση χρημάτων από τα έξοδα συντήρησης, αυξάνοντας το προσδόκιμο ζωής της κατοικίας και προστατεύοντάς την από τις φθορές και τις βλάβες (Yannas S. 1994).

#### **4.7. 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. 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 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.

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. 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 (Pacheco et al 2017).

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. 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. 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. και η διαφοροποιημένη μορφή της ηλιοπροστασίας συναρτήσει του προσανατολισμού και τα πλεονεκτήματα σχεδιαστικών χειρισμών, αποτελούν επιπρόσθετα στοιχεία της συνθετικής οργάνωσης των όψεων του κτιρίου. 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 κόστος.

Η μορφή που θα έχουν τα σκίαστρα που θα χρησιμοποιηθούν, βασίζεται στους ηλιακούς χάρτες και στους μετρητές σκιασμού. Η επιλογή του ηλιακού χάρτη αντιστοιχεί στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου. Ο μετρητής σκιασμού είναι ίδιος για όλα τα μήκη και πλάτη, διότι δείχνει τις κατακόρυφες γωνίες των οριζόντιων εμποδίων και σκιάστρων του ίδιου κτιρίου που αντιστοιχούν σε γωνίες ύψους από 10o έως 80 o 55. Σημαντική είναι η επιλογή του κατάλληλου προσανατολισμού της όψης. Ο ακριβής προσανατολισμός της όψης του κτιρίου καθορίζεται από την κάθετη στη διεύθυνση της όψης και τη χάραξη του βορρά-νότου

στο ίδιο σημείο. Αν η κάθετη όψη στην ευθεία ορίζει γωνία αριστερά του νότου τότε είναι στραμμένη προς την ανατολή, ενώ αν βρίσκεται δεξιά του, έχει δυτική όψη.



*Εικόνα 7: Κινητό σκίαστρο εξωτερικού χώρου*

Στα οριζόντια σκίαστρα, χρησιμοποιείται η τομή ανοίγματος-υαλοστασίου κατά την οποία συνδέεται η απόληξη του σκιάστρου με το κατώφλι του παραθύρου, ορίζοντας την κατακόρυφη γωνία που σχηματίζεται ως προς την οριζόντια ευθεία, η οποία προσφέρει σκίαση σε όλο το παράθυρο. Αν προτιμάται η σκίαση στο 50% του ανοίγματος, τότε η απόληξη του σκιάστρου συνδέεται με το μέσο του παραθύρου. Έπειτα, τοποθετείται στο μετρητή σκιασμού ο ηλιακός χάρτης, χαράσσοντας τη γωνία που προσφέρει την σκίαση όπου η περιοχή πάνω από τη γωνία σκιάζεται, ενώ η περιοχή κάτω από τη γωνία δέχεται ήλιο. Αν το σκίαστρο που χρησιμοποιείται καλύπτει τις τροχιές του ήλιου τη θερινή περίοδο τότε η σκίαση που προσφέρει είναι επαρκής. Αν δεν είναι επιθυμητό ένα ενιαίο σκίαστρο υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης μικρότερων περσίδων στις οποίες η κατακόρυφη γωνία είναι σταθερή.

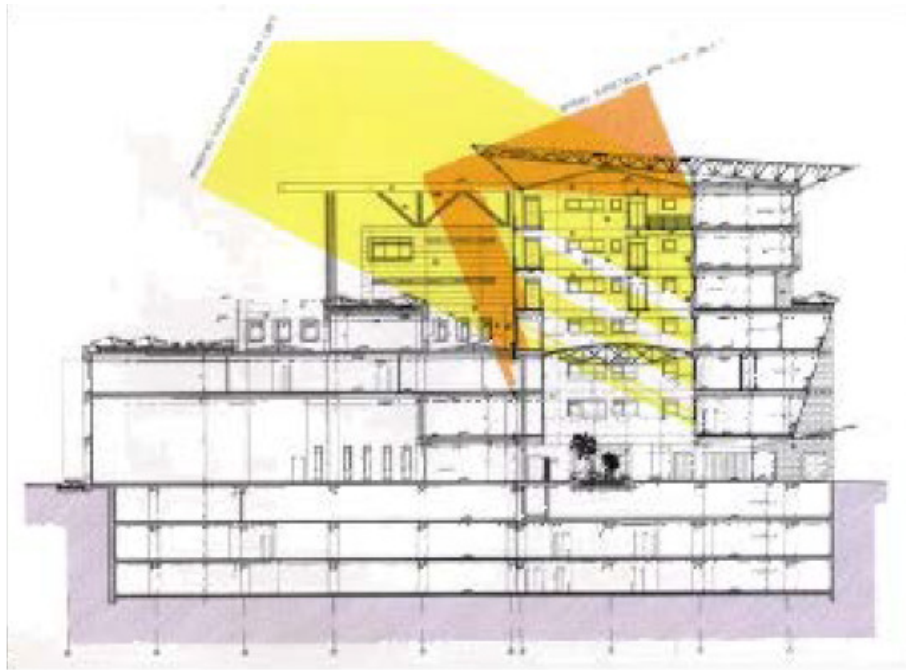
Η αποτελεσματικότητα των σκιάστρων βασίζεται στο ποσοστό παρεμπόδισης της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας να εισέλθει στο εσωτερικό της κατοικίας. Για τα κατακόρυφα σκίαστρα, των ανατολικών και δυτικών όψεων, χρησιμοποιείται η κάτοψη του ανοίγματος και συνδέεται η απόληξη του σκιάστρου με τις αντίστοιχες παραστάδες του ανοίγματος με αποτέλεσμα να προκύπτουν γωνίες που προσφέρουν πλήρη κάλυψη του ανοίγματος. Για τη μισή κάλυψή του, οι απολήξεις συνδέονται με το μέσο του παραθύρου οπότε προκύπτουν γωνίες. Οι οριζόντιες αυτές γωνίες μεταφέρονται στο ηλιακό διάγραμμα, στην οριζόντια ευθεία των αζιμουθίων και χαράζονται οι κάθετες ως προς τις οριζόντιες ευθείες, όπου πέρα από τις κάθετες ευθείες δημιουργείται σκιά και το υπόλοιπο τμήμα εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία (Κορρές-Χασιάκος 2003). Αυτός ο τρόπος σκίασης έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή των χαμηλών τροχιών του ήλιου κατά τη θερινή περίοδο στην ανατολική και τη δυτική όψη.

Όταν τα κατακόρυφα σκιάστρα δεν είναι κάθετα στο άνοιγμα, αλλά σε κεκλιμένη γωνία, ακολουθείται η ίδια πορεία για την εύρεση της μάσκας σκιασμού. Το πλεονέκτημα είναι ότι οι προεξοχές είναι μικρότερες από τις προεξοχές στο κάθετο επίπεδο του ανοίγματος. Γενικά κατά τον σχεδιασμό της ηλιοπροστασίας στην ανατολή και τη δύση, αφού προσδιοριστεί ο προσανατολισμός του ανοίγματος, χαράσσεται η κατεύθυνση των ακτινών του ήλιου και έπειτα σχεδιάζονται οι προεξοχές κατά τέτοιο τρόπο ώστε η αρχή της κάθε προεξοχής να αποτελεί το τέλος της προηγούμενης, ορίζοντας ευθείες παράλληλες στην κατεύθυνση των ακτινών, παρέχοντας ηλιοπροστασία στο άνοιγμα.

Αν ο προσανατολισμός του ανοίγματος είναι νοτιοανατολικός ή νοτιοδυτικός, ακολουθείται η διαδικασία που ακολουθήθηκε για τα οριζόντια και τα κάθετα ανοίγματα για την επίτευξη πλήρους σκιασμού, αλλά θα πρέπει πρώτα να διευκρινιστεί ο προσανατολισμός του ανοίγματος σε σχέση με το νότο, η οποία δείχνει την κατεύθυνση των ακτινών του ήλιου και την κλίση των σκιάστρων.

Τέλος, στις ανατολικές, δυτικές και ενδιάμεσες όψεις προτείνεται η χρήση κινητών σκιάστρων, ώστε να επιτρέπεται η διέλευση του ήλιου στους εσωτερικούς χώρους το χειμώνα, και την πλήρη προστασία του χώρου από τα επιπλέον ηλιακά κέρδη και την προστασία του κτιρίου από την υπερθέρμανση.

Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται τόσο από τους τοίχους όσο και από την οροφή, καθώς και την ποσότητα θερμότητας που αποβάλλεται τη νύχτα στην ατμόσφαιρα ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας και τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Οι χώροι που είναι βαμμένοι με σκούρα χρώματα, παρουσιάζουν αυξημένη επιφανειακή θερμοκρασία σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα, ενώ η αντίστοιχη αύξηση που υφίσταται σε ένα ασβεστωμένο χώρο φτάνει τον 10C 57. Αυτό αποδεικνύει πως είναι προτιμότερο να βάφονται οι επιφάνειες με ανοιχτά χρώματα ώστε να μην υπάρχει επιβάρυνση των χώρων της κατοικίας με αυξημένες θερμοκρασίες λόγω της εισερχόμενης θερμότητας μέσω αγωγής ή ακτινοβολίας από την οροφή.



*Εικόνα 8: Πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε κτίριο*

Στα θερμά κλίματα προτείνεται παράλληλα με το βάψιμο των επιφανειών με ανοιχτά χρώματα, η τοποθέτηση θερμομόνωσης ώστε να αποφευχθεί η υπερθέρμανση (TOTEE 20701-1/2017).

#### **4.8. Θερμική προστασία των εξωτερικών δομικών στοιχείων του κελύφους**

Ένα από τα πιο σημαντικά μέτρα περιορισμού των θερμικών απωλειών το χειμώνα και τη διατήρηση των ηλιακών κερδών για αρκετό χρονικό διάστημα στο εσωτερικό της κατοικίας, είναι η ισχυροποίηση της θερμικής προστασίας των δομικών στοιχείων του κελύφους. Το πάχος της μόνωσης των εξωτερικών τοίχων και του δώματος επιδρά θετικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Με τα πρώτα 5 cm μόνωσης έχει παρατηρηθεί ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται είναι πολλαπλάσια σε σχέση με τα επόμενα 5 cm. Αυτό που ισχύει ως σκέψη στην αρχιτεκτονική είναι ότι όσο πιο ελεύθερη είναι η αρχιτεκτονική μορφή του κτιρίου σε σχέση με τη σύνθεση των όγκων του, τόσο ισχυρότερες θα πρέπει να είναι οι μονώσεις του περιβλήματός του ώστε να μπορέσουν να μειωθούν οι θερμικές απώλειες και να δημιουργηθούν συνθήκες άνεσης στους εσωτερικούς χώρους με περιορισμένες καταναλώσεις.

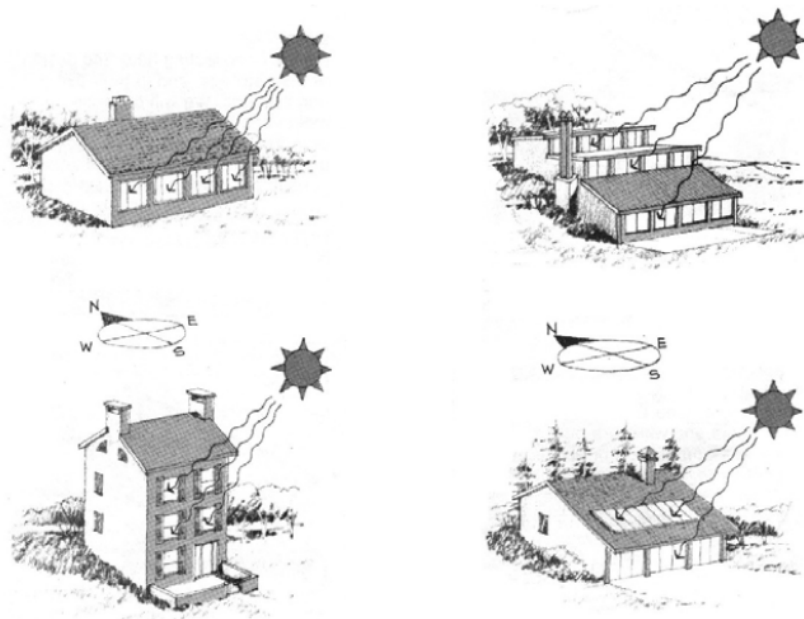
Η απώλεια θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου μπορεί να μειωθεί δημιουργώντας ένα κτίριο συμπαγούς μορφής. Ισχύει ότι όσο μικρότερη είναι η επιφάνεια των εξωτερικών τοίχων ανά θερμαινόμενο όγκο τόσο λιγότερη ενέργεια απαιτείται για τη λειτουργία του κτιρίου. Ένα κτίριο μικρού όγκου χρειάζεται λιγότερη ενέργεια για τη θέρμανση του καθαρού αέρα που παρέχεται παρά το γεγονός ότι παρέχεται ιδανική ποσότητα αέρα, ώστε να επικρατούν συνθήκες άνεσης και να αποφεύγονται τα προβλήματα υγείας.

Τα ανοίγματα, είναι καλό για την αποφυγή υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, να περιορίζονται στις ανατολικές και δυτικές όψεις, ενώ για να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες το χειμώνα να περιορίζονται στις βορινές όψεις. Στα ανοίγματα που υπάρχουν σε αυτές τις όψεις προτιμάται να έχουν τέτοιες διαστάσεις που να καλύπτουν τις ανάγκες των δωματίων σε



αερισμό και φυσικό φωτισμό, γι' αυτό και δεν είναι ιδιαίτερος μεγάλος 58. Τα βορινά ανοίγματα, επειδή δέχονται έμμεσα διάχυτο φως, βοηθούν σε μια καλή ποιότητα φωτισμού γι' αυτό και συνιστώνται σε χώρους που χρησιμοποιούνται κυρίως τις θερινές περιόδους. Αυξάνοντας τις διαστάσεις τους σε μεγάλο βαθμό, έχουμε ως αποτέλεσμα την αύξηση του θερμικού φορτίου, για χώρους που χρησιμοποιούνται το χειμώνα.

Η καταλληλότερη όψη για την ύπαρξη ανοιγμάτων είναι η νότια. Σε αυτή συνίσταται η κάλυψη του 60% της επιφάνειάς της με ανοίγματα, ώστε να θερμαίνονται οι χώροι φυσικά μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας. Σε όλες όμως τις περιπτώσεις συστήνεται η τοποθέτηση θερμομονωτικών υαλοπινάκων προηγμένης τεχνολογίας ή υαλοπινάκων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, για την αποφυγή θερμικών απωλειών. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας και ο συντελεστής μετάδοσης της θερμικής ηλιακής ενέργειας αποτελούν τα βασικά κριτήρια επιλογής του κατάλληλου από πλευράς ποιότητας ανοίγματος 59. Είναι πολύ σημαντικό ο συντελεστής θερμοπερατότητας να είναι ο μικρότερος δυνατός, ενώ αντίθετα ο συντελεστής διείσδυσης της συνολικής θερμικής ενέργειας ο μεγαλύτερος δυνατός, ώστε το άνοιγμα να είναι αποτελεσματικότερο για νότιο προσανατολισμό κυρίως. Όσον αφορά στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα προτιμώνται οι μικρές τιμές και στους δύο συντελεστές. Επιπλέον θα πρέπει να γίνει η καταλληλότερη επιλογή σχετικά με τον υαλοπίνακα που θα τοποθετηθεί στον κάθε προσανατολισμό και τις απαιτήσεις των χώρων διότι σε αντίθετη περίπτωση θα προκληθούν αρνητικά αποτελέσματα όπως αύξηση των θερμικών απωλειών, μείωση του φυσικού φωτισμού, της οπτικής άνεσης κ.α.



*Εικόνα 9: Νότια ανοίγματα για άμεσο ηλιακό κέρδος*

Κάθε όψη της κατοικίας πρέπει να σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο, που να αξιοποιούνται τα οφέλη της, ώστε να διατηρούνται οι συνθήκες άνεσης στο εσωτερικό του κτιρίου (Dascalaki et al 2013).

#### **4.9. Αερισμός κτιρίων**



Είναι εξαιρετικά σημαντική η δημιουργία ενός αεροστεγούς περιβλήματος και να υπάρχει δυνατότητα ελέγχου και περιορισμού του αερισμού των εσωτερικών χώρων, ώστε να μην προκαλούνται θερμικές απώλειες από τον εκτεταμένο αερισμό αλλά και από τις διαφυγές αέρος από τους αρμούς των ανοιγμάτων, και ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου, χωρίς να υπερβαίνονται τα όρια της ωριαίας εναλλαγής του αέρα τα οποία είναι προκαθορισμένα από διεθνείς κανονισμούς, διότι ο ανεξέλεγκτος και εκτεταμένος αερισμός χωρίς συγκεκριμένο λόγο επιδρά αρνητικά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου και να αυξηθούν οι ενεργειακές ανάγκες του σε μεγάλο βαθμό. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, αποδεικνύουν πως υπάρχει πιθανότητα το φαινόμενο να επιδεινωθεί αν συνδυαστεί με υψηλές εσωτερικές θερμοκρασίες αλλά και με χαμηλό βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης θέρμανσης λόγω ελλιπούς συντήρησης.

Η συνεχής ανανέωση του εσωτερικού αέρα είναι πολύ σημαντική για την υγεία των χρηστών, αλλά και για την απομάκρυνση της υγρασίας, των οσμών και των ρύπων. Όταν χρησιμοποιούνται συσκευές με ανοιχτές σωληνώσεις, η είσοδος του εξωτερικού αέρα απαιτείται για καύση. Ο εξαερισμός αποτελεί ένα φυσικό μηχανισμό για τον αερισμό των εσωτερικών χώρων όταν η θερμοκρασία τους είναι αρκετά υψηλή.

Η αναλογία του εξαερισμού που απαιτείται, για την παροχή καθαρού αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων, εξαρτάται από τους χρήστες, τις δραστηριότητές τους αλλά και το βαθμό συγκέντρωσης ρύπων.

Η ανταλλαγή μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού αέρα, συμβαίνει φυσικά λόγω της διαφορετικής πίεσης που υπάρχει λόγω του εισερχόμενου αέρα. Ο εξωτερικός αέρας, εισέρχεται από τις χαραμάδες και τα πλαϊνά ανοίγματα του κτιρίου, τα οποία είναι υπό θετική πίεση, και ο εσωτερικός αέρας εξέρχεται με αρνητική πίεση. Αυτή η συνεχής διαδικασία ανταλλαγής αέρα με διείσδυση και εξαγωγή είναι μια λειτουργία της ταχύτητας του ανέμου, των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων και της ικανότητας διείσδυσης του αέρα στο κτίριο (Turner D.P., 1969).

Ο διπλός σχεδιαστικός στόχος είναι η μείωση της μη ελεγχόμενης ανταλλαγής αέρα ενώ θα εξασφαλίζεται επαρκής ποσότητα φρέσκου αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Όσον αφορά στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα κατά τέτοιο τρόπο που να βασίζονται στον φυσικό εξαερισμό, ο βαθμός διείσδυσης δια μέσου των χαραμάδων κατά τη διάρκεια κατασκευής μπορεί να διατηρηθεί σε χαμηλότερα επίπεδα - 0,5 ac/h (εναλλασσόμενο ρεύμα) - με απλά μέτρα αεροστεγανότητας. Τα ελεγχόμενα μέσα εξαερισμού μπορούν τότε να παράσχουν επιπρόσθετα ποσά καθαρού αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου. Για κατοικίες που διαθέτουν μηχανικό εξαερισμό, υπάρχει περιθώριο για τη λήψη περισσότερων μέτρων αεροστεγανότητας.

Στο φυσικό εξαερισμό, κατά τη χειμερινή περίοδο όπου χρησιμοποιούνται τα συστήματα θέρμανσης, ο στόχος είναι η ικανοποίηση των αναγκών σε εξαερισμό χωρίς να χρειάζεται να ανοιχθούν τα παράθυρα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση εξαεριστών μικρής ροής στο σκελετό των παραθύρων καθώς και σε άλλα ελεγχόμενα μέσα. Η καλή χρήση αυτού του συστήματος μπορεί να γίνει με την εγκατάσταση αγωγών που θα συμβάλλουν στην εξάτμιση της υγρασίας από την κουζίνα και το μπάνιο. Οι αγωγοί θα πρέπει να είναι κάθετοι και να εκτείνονται το ελάχιστο στο ύψος της κορφής της στέγης. Οι χώροι τους οποίους διαπερνά ο

αγωγός και δεν είναι θερμαινόμενοι πρέπει να μονώνονται. Επίσης πρέπει να δίνονται οδηγίες σχετικά με το αν οι αγωγοί μπορούν να αντικατασταθούν με αποσπώμενους ανεμιστήρες, οι οποίοι απαιτούνται από τους κτιριακούς κανονισμούς.

Στα κτίρια που διαθέτουν προσκολλημένο ή ενσωματωμένο θερμοκήπιο, μέρος ή ολόκληρη η διαδικασία εξαερισμού των γειτονικών δωματίων γίνεται μέσω του θερμοκηπίου.

Καθώς ο αέρας έχει την τάση να έχει υψηλότερη θερμοκρασία στο εσωτερικό από ότι στο εξωτερικό περιβάλλον, παρέχει τη δυνατότητα μείωσης της ενέργειας για εξαερισμό των θερμαινόμενων χώρων.

Στο μηχανικό εξαερισμό, επιτρέπεται ακόμη μεγαλύτερος έλεγχος στην παροχή καθαρού αέρα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την καλύτερη ποιότητα εσωτερικού αέρα και την εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι σημαντικό το κτίριο να διαθέτει αεροστεγή κατασκευή. Τα περισσότερα συστήματα μηχανικού εξαερισμού, ενσωματώνουν εναλλάκτες θερμότητας για να ανακτηθεί η χαμένη ενέργεια. Μέχρι και 75% της θερμότητας που αποσπάστηκε από τον αέρα, μπορεί να ανακτηθεί με αυτό τον τρόπο.

Η πρόβλεψη της πιθανής διαρροής αέρα και της διείσδυσης αυτού, κατά το στάδιο σχεδιασμού μπορεί να αποτελέσει πρόβλημα. Οι πηγές διαρροής αέρα που μπορούν να αποφευχθούν από την λεπτομερειακή εργασία και έλεγχο είναι: τα χαλαρά τοποθετημένα παράθυρα και πόρτες, τα ξύλινα πατώματα, τα κενά γύρω από τα σημεία εισόδου των σωληνώσεων, των διακοπών φωτισμού, τις πρίζες, τις χαραμάδες των ενώσεων των τοίχων, της οροφής και του δαπέδου, τα σκισμένα ατελή ή κακώς ενωμένα φράγματα ατμού.

Γενικά σε ένα κτίριο είναι επιθυμητό ως ελάχιστο το 0,5 ac/h ελεγχόμενου εξαερισμού, την ύπαρξη διεξόδων αέρα στους τοίχους και τα παράθυρα για ελεγχόμενη χειμερινή θερμομόνωση, το προσεκτικό σφράγισμα των ενώσεων ώστε να εξασφαλίσουμε αεροστεγανότητα στην κατασκευή, το μηχανικό εξαερισμό με θερμική επαναφορά η οποία μπορεί να επιτύχει εξοικονόμηση ενέργειας μέσω του ανακυκλώσιμου εσωτερικού αέρα. Επίσης οι χώροι της οροφής και οι αεριζόμενες κοιλότητες πρέπει να εξαερίζονται επαρκώς (Giannikopoulos C. 2008).

#### **4.10. Υλικά δόμησης**

Στις μέρες μας γίνεται ολοένα και συχνότερα εμφανής η επίδραση της ενόχλησης στους ενοίκους των κατοικιών τα σύγχρονα υλικά και προϊόντα όπως είναι οι ρητίνες, τα βερνίκια, οι κόλλες αλλά και ορισμένα μονωτικά υλικά τα οποία αναφέρονται παραπάνω, και τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα κατά την κατασκευή παντός είδους κτιρίου, με σκοπό τη μείωση του κόστους, του χρόνου κατασκευής και της τοποθέτησης. Όλα αυτά 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 σε εργαζομένους. Αυτό θα έπρεπε να αφυπνίσει τους υπεύθυνους και να ασχοληθούν με την κατασκευαστική τεχνολογία που ενδιαφέρεται για το κέρδος κι όχι στην ανθρώπινη άνεση, όπως θα έπρεπε.

Για να επιστρέψουμε στην επίτευξη της ανθρώπινης άνεσης έχει αρχίσει να ακολουθείται η βίο-οικολογική προσέγγιση που σκοπό έχει την στροφή προς την βιώσιμη ανάπτυξη. Σε μελέτες που εκπονήθηκαν πάνω στα συνήθη οικοδομικά υλικά, αλλά και σε όλη την διαδικασία κατασκευής, βρέθηκε ότι αυτά είναι υπεύθυνα για την πρόκληση πονοκεφάλων, αλλεργιών, εκνευρισμών κ.α., στους ενοίκους των κτιρίων. Οι μελέτες αυτές στηρίχτηκαν θέτοντας ως πρωταρχικό στόχο τον έλεγχο της φυσικότητας της κατασκευής.

Κάποια υγιεινά και οικολογικά υλικά στην αγορά είναι ο ωστενιτικός χάλυβας, η ωμή άργιλος, ο ασβέστης, η κόλλα από καουτσούκ και ο κετσές (γιούτα) από καρύδα (Τσίππρας Θ., 2005). Ο ωστενιτικός χάλυβας, σε αντίθεση με τον κανονικό δομικό χάλυβα, ο οποίος είναι μαγνητικός και προκαλεί μεταβολή του γήινου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου καθώς προκαλεί πρόωρη γήρανση στις κτιριακές κατασκευές, είναι αμαγνητικός και ανοξειδωτός, και περιορίζει τα προβλήματα γήρανσης των κατασκευών και της οξείδωσης των εκτεθειμένων ράβδων σιδηροπλισμού. Το μόνο μειονέκτημα του ωστενιτικού χάλυβα είναι το υψηλό του κόστος.

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

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

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

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

## 5. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΕ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΑΠΕ

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι ένα σημαντικό στοιχείο στον Βιοκλιματικό σχεδιασμό κατασκευής ενός κτιρίου. Οι περισσότερες ΑΠΕ στοχεύουν στην παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και συμβάλουν στον περιορισμό του ενεργειακού ίχνους του κτιρίου.

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

- Τα φωτοβολταϊκά
- Οι ανεμογεννήτριες
- Η Γεωθερμία

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

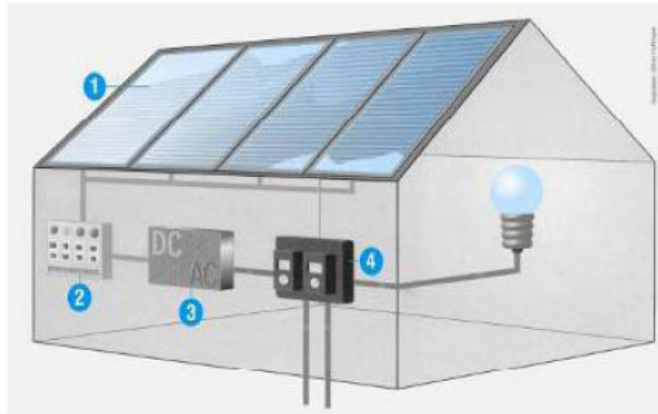
### 5.1 Φωτοβολταϊκά στοιχεία

Ο τομέας των οικιακών φωτοβολταϊκών στοιχείων έχει γνωρίσει μεγάλη άνθηση τα τελευταία χρόνια. Οι μονάδες των οικιακών φωτοβολταϊκών συνδέονται στο δίκτυο χαμηλής τάσης των αστικών περιοχών και παράγουν ρεύμα. Η ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος των κτιρίων είναι μια τεχνική που αναπτύσσεται συνεχώς λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, της μείωσης του κόστους, του ελληνικού κλίματος αλλά και της ενεργειακής κρίσης. Έχουν αναπτυχθεί επίσης φωτοβολταϊκά στοιχεία που τοποθετούνται στις προσόψεις και τις στέγες. (Χεγκάζι, 2009)

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

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

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



Φ/Β σύστημα: 1.Φ/Β πλαίσια-2.Πίνακας ελέγχου-3.Αντιστροφέας(inverter)-4.Μετρητής  
*Εικόνα 10:δομή Φ/Β συστήματος*

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

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

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

- Αθόρυβη λειτουργία
- Μηδενική ρύπανση
- Αξιοπιστία και διάρκεια ζωής μέχρι 30 χρόνια
- Ελάχιστη συντήρηση
- Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καυσίμων

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

διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.( Αντωνωπούλου,2009)

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



*Εικόνα 11:εγκατάσταση Φ/Β στην οροφή κτιρίου*

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

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος χώρος χωρίς εμπόδια
- Να έχουν οι κατοικίες νότιο προσανατολισμό καθώς στον νότιο προσανατολισμό τα φωτοβολταϊκά έχουν την μέγιστη απόδοση.
- Να έχουν σωστή κλίση. Στην Ελλάδα η βέλτιστη κλίση είναι 30°. ([www.seners.gr](http://www.seners.gr))

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



## 5.2 Γεωθερμία

Η Γεωθερμική ενέργεια είναι κάτι σχετικά καινούριο στην Ελλάδα και όχι πολύ διαδεδομένο. Πρακτικά η γεωθερμική ενέργεια είναι απεριόριστη καθώς προέρχεται από το εσωτερικό της γης και από την διάσπαση των φυσικών ισότοπων της. Αποτελεί γηγενή, ανανεώσιμη, σχετικά φθηνή και επιπλέον «πράσινη» μορφή ενέργειας σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, με χαμηλές και υπό προϋποθέσεις μηδενικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, ενώ παράλληλα είναι ικανή να εφοδιάζει τους σταθμούς ενέργειας σε συνεχή βάση δίχως να απαιτείται αποθήκευση ή εφεδρικοί σταθμοί.

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

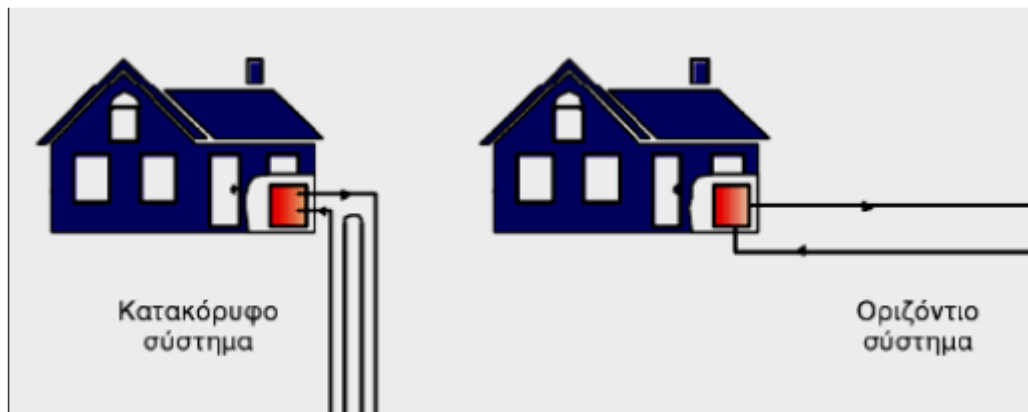
Η εκμετάλλευση της γεωθερμίας είναι τεχνικοοικονομικά εφικτή εκεί όπου σε σχετικά μικρό βάθος υπάρχουν υδροπερατοί σχηματισμοί υψηλής θερμοκρασίας που περιέχουν νερό ή ατμό. Πρόκειται για τα γνωστά γεωθερμικά πεδία είτε υψηλής ενθαλπίας (πάνω από 150ο C), τα οποία είναι κατάλληλα για ηλεκτροπαραγωγή,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

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

Οι εγκαταστάσεις κλειστού τύπου υλοποιούνται με την ταφή γεωσυλλεκτών ,δηλαδή σωλήνων στο εσωτερικό των οποίων ανακυκλοφορεί υδάτινο διάλυμα, οι οποίοι απάγουν την θερμοκρασία του εδάφους και την μεταφέρουν στην γεωθερμική αντλία θερμότητας. Η ταφή των γεωσυλλεκτών μπορεί να πραγματοποιηθεί σε οριζόντια, κωνική ή κάθετη διάταξη. Σε περίπτωση νεοαναγειρόμενης οικοδομής μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την εκσκαφή των θεμελίων και να τους τοποθετήσουμε κάτω από το μπετό καθαριότητας.

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

τους είναι μεγαλύτερη από εκείνη των συμβατικών συστημάτων, ενώ απαιτείται ελάχιστη συντήρηση. (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεύχος 2516, 15/12/08)



Εικόνα 12: Κατακόρυφο και οριζόντιο γεωθερμικό σύστημα

### 5.3 Μικρές Ανεμογεννήτριες

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

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

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

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

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

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

1) Αυτόνομες (μη συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού). Απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

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

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών παρατίθενται παρακάτω.

Πλεονεκτήματα:

- Έχουν αξιόπιστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- Αποφυγή χρήσης ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού
- Είναι φιλικές προς το περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν
- Μπορούν πολύ εύκολα να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές και να λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής
- Μειονεκτήματα :
- Έχουν κόστος συντήρησης γιατί έχουν κινούμενα μέρη.
- Σχετικά θορυβώδη λειτουργία.
- Αμφιλεγόμενες απόψεις για την αισθητική τους όψη (Σκαραμαγκάς,2011).

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

- Επιφάνεια σάρωσης (προκύπτει από την διάμετρο του ρότορα . Μεγαλύτερη επιφάνεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ανακτώμενη ενέργεια
- Αιολικό δυναμικό της περιοχής (Ταχύτητα ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας • Πυκνότητα του αέρα
- Απόδοση και συντήρηση της ανεμογεννήτριας. Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από μηχανικά κινούμενα μέρη και επομένως η σωστή συντήρηση και λίπανση της εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση, (Σκαραμαγκάς, 2011)

#### **5.4 Ενεργειακά Τζάκια**

Ένας έξυπνος τρόπος θέρμανσης με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η προσθήκη ενεργειακού τζακιού. Τα ενεργειακά τζάκια διαθέτουν κλειστό θάλαμο καύσης και εναλλαγής θερμότητας για την ελεγχόμενη μεταφορά θερμότητας στον περιβάλλοντα χώρο. Τα τζάκια αυτά παρέχουν θερμότητα στο σπίτι απορροφώντας ψυχρό αέρα από σχισμές που βρίσκονται χαμηλά, κάτω από το θάλαμο καύσης. Ο αέρας αυτός θερμαίνεται από το

θάλαμο καύσης, γίνεται ελαφρύτερος και εξέρχεται με φυσική ροή από αντίστοιχες σχισμές που βρίσκονται πάνω από το θάλαμο καύσης. Γειτονικά δωμάτια είναι δυνατό να θερμανθούν με τη χρήση βεβιασμένης κυκλοφορίας αέρα (βεντιλατέρ). Μερικά από τα ενεργειακά τζάκια διαθέτουν μηχανισμό επανάκαυσης των καπναερίων με δευτερογενή φλόγα αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους και μειώνοντας την πιθανότητα εκδήλωσης πυρκαγιάς στην καμινάδα.

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

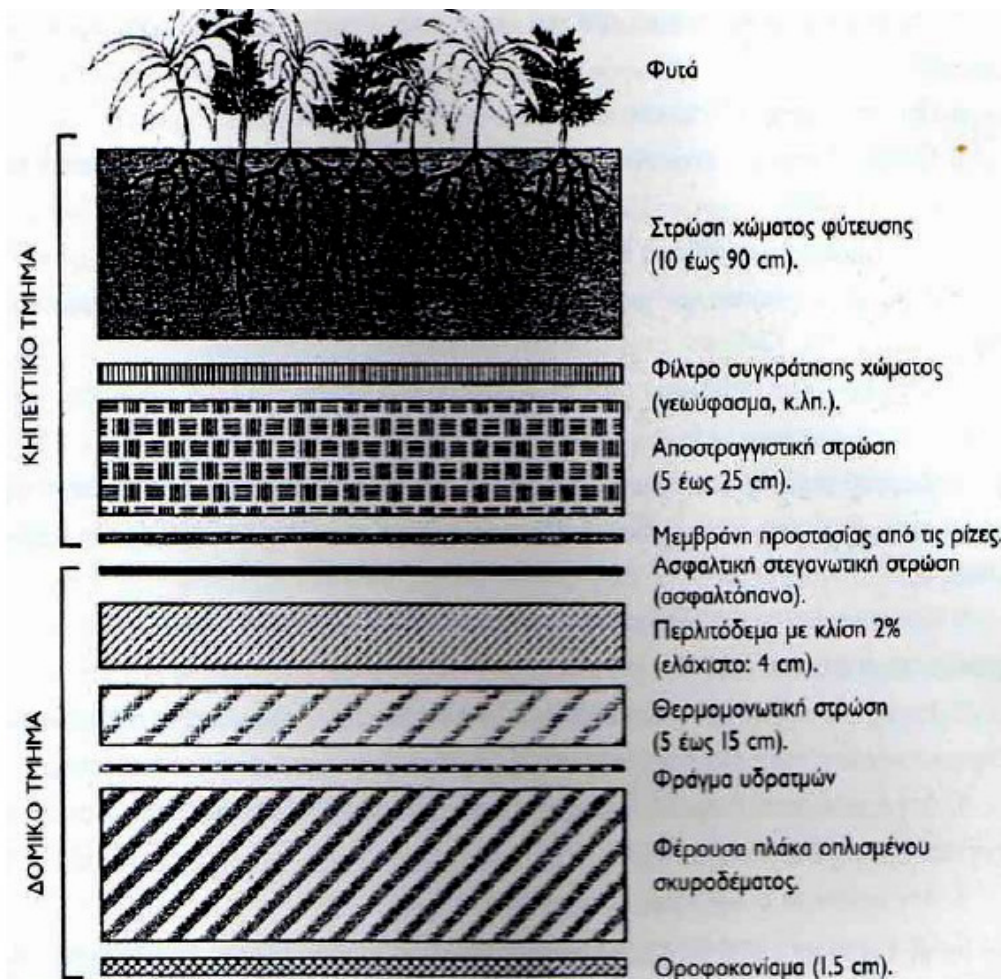
Το τζάκι μεγάλης θερμικής μάζας βασίζεται σε διαφορετική αρχή λειτουργίας από τα ενεργειακά τζάκια κλειστού θαλάμου καύσης. Αξιοποιεί την παρουσία μεγάλης ποσότητας (θερμικής) μάζας τριγύρω από την εστία καύσης, συνήθως με τη μορφή πυρότουβλων. Η λειτουργία του τζακιού απαιτείται 1-2 φορές τη μέρα για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

Το τζάκι είναι ένα σύστημα αναρρόφησης μεγάλων ποσοτήτων αέρος του εσωτερικού περιβάλλοντος του σπιτιού, δημιουργώντας την ανάγκη αναπλήρωσης τους. Η χρήση αεροστεγών κουφωμάτων στις σύγχρονες κατοικίες προκαλεί υπό πίεση στο χώρο με αποτέλεσμα το γνωστό "κάπνισμα" του τζακιού.

Οι μεγάλοι ευρωπαϊκοί οίκοι τζακιών συνιστούν την τοποθέτηση τζακιού «αερόθερμης λειτουργίας» που εξασφαλίζει μια συνεχόμενη ροή εξωτερικού αέρα μέσα στο χώρο του τζακιού που πλέον ζεστός καταλήγει στο χώρο του δωματίου με τη βοήθεια περσίδων με φυσική ροή ή με χρήση βεντιλατέρ.

## **5.5 Πράσινες Ταράτσες**

Η φύτευση ταρατσών με φυτά είναι ένας ακόμα τρόπος εφαρμογής της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και έχει εφαρμογή κυρίως στο αστικό πεδίο όπου οι διαθέσιμοι χώροι είναι περιορισμένοι. Στην Γερμανία το 10% των κτιρίων φιλοξενεί ταρατσες με κήπους. Άλλωστε από την Γερμανία ξεκίνησε η εφαρμογή αυτής της πρακτικής.



Εικόνα 13: Δομή φυτεμένης οροφής (Χεγκάζι 2009)

Στην Ελλάδα δεν είναι τόσο διαδεδομένη ακόμα η φύτευση των ταρατσών με εξαίρεση κάποια κρατικά κτίρια όπως το Υπουργείο Οικονομικών. Η φύτευση ταρατσών επιφέρει :

- Ενεργειακά –οικονομικά οφέλη: Οι πράσινες στέγες προσφέρουν εξαιρετική θερμομόνωση, υγραμόνωση και ηχομόνωση. Κατά τους καλοκαιρινούς μήνες μειώνεται σε σημαντικό βαθμό η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας από τη στέγη, με αποτέλεσμα τη μείωση της διείσδυσης της θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον. Σε ένα καλά μονωμένο κτίριο η χρήση του κλιματιστικού και του καλοριφέρ μειώνεται αισθητά. Σύμφωνα με έρευνες, η κατανάλωση μειώνεται κατά 10~20%.
- Περιβαλλοντικά οφέλη: Οι πράσινες στέγες σε μεγάλη κλίμακα βελτιώνουν την ποιότητα της ατμόσφαιρας (καθώς παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη), ενώ αντιμετωπίζουν το φαινόμενο της επίδρασης της αστικής νησίδας(αφορά στη διαφορά της θερμοκρασίας του κέντρου της πόλης με εκείνη των προαστίων). Παράλληλα μειώνουν τον θόρυβο, κατά περίπου 3 Db.
- Αισθητικά οφέλη: Αχρησιμοποίητοι και αντιαισθητικοί χώροι μετατρέπονται σε χώρους χρήσιμους, λειτουργικούς και όμορφους.
- Επενδυτικά οφέλη: Το χαμηλότερο ενεργειακό κόστος, τα χαμηλότερα επίπεδα θορύβου και η αισθητική αναβάθμιση αποτελούν ισχυρά πλεονεκτήματα που ανεβάζουν την αξία των ακινήτων και ολόκληρων συνοικιών. (Περιοδικό ΤΕΕ, Τεύχος, 2517, 2008)



## 6. ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, συμβάλλει στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης εξασφαλίζοντας θερμική άνεση, οπτική άνεση, καλή ποιότητα αέρα, ιδανικό μικροκλίμα. Για να επιτευχθούν όμως αυτά και να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή απόδοση πρέπει να γίνει προσεκτική μελέτη και προσεκτική εφαρμογή των αρχών της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής καθ' όλη τη διάρκεια κατασκευής του κτιρίου αλλά και του τρόπου χρήσης των ενεργειακών εφαρμογών. Όσον αφορά στην απόδοση ενός παθητικού συστήματος, αυτή εξαρτάται από τη συνολική κατασκευή του κτιρίου αλλά και την συμβολή των λοιπών δομικών στοιχείων καθώς και τις απαιτήσεις άνεσης που τίθενται από τους χρήστες του κτιρίου, παρά το γεγονός ότι σχετίζεται με το κλίμα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτίριο. Παρατηρούμε λοιπόν, ότι αν δεν υπολογιστεί προσεκτικά και αναλυθεί ολόκληρο το κέλυφος, παρά το γεγονός ότι έχει επιλεγθεί το κατάλληλο σύστημα ανάλογα την περιοχή να μην έχουμε τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα.

Ένα άλλο πρόβλημα που εμφανίζεται είναι η λανθασμένη χρήση των συστημάτων από τους ενοίκους, αλλά και αποκλίσεις από την κατασκευή του, μπορεί να έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένα ενεργειακά οφέλη αλλά και αρνητική λειτουργία. Αυτό δεν αποτελεί στόχο της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής η οποία επιδιώκει να εξοικονομεί ενέργεια και χρήματα.

Το κόστος κατασκευής ενός βιοκλιματικού κτιρίου ή αγροτικής μονάδας ενδέχεται να είναι ελαφρά αυξημένο, ανάλογα πάντα με τα τοπικά χαρακτηριστικά, αλλά αυτό δεν μπορεί να θεωρηθεί πραγματικό μειονέκτημα, αφενός γιατί η αύξηση του κόστους δεν είναι σημαντική, και αφετέρου επειδή η όποια αρχική παραπάνω επένδυση θα αποσβεσθεί σύντομα από τα ενεργειακά οφέλη κατά τη λειτουργία του χώρου.

Για να έχουμε λοιπόν τα επιθυμητά αποτελέσματα όσον αφορά την απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να ληφθούν υπόψη κάποιες παράμετροι οι οποίες είναι οι εξής: ο σωστός σχεδιασμός και η ορθολογική επιλογή τεχνικών, η επαρκής συντήρηση, η σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων αλλά και η ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ενεργειακή απόδοση βρίσκεται στο επίκεντρο της στρατηγικής της Ε.Ε. με σκοπό μια ανάπτυξη βιώσιμη, έξυπνη και δίχως αποκλεισμούς, που θα έχει ως αποτέλεσμα την οικονομία μέσω της εξοικονόμησης πόρων. Η ενεργειακή απόδοση είναι ένας από τους αποδοτικότερους οικονομικά τρόπους ενίσχυσης τόσο της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού, δηλαδή της επάρκειας σε ενέργεια και στην εξοικονόμηση αυτής, όσο και της μείωσης των εκπομπών θερμοκηπιακών αερίων και άλλων ρύπων (Ανδρεαδάκη,2006).

Για αυτό το λόγο, η Ε.Ε. καθόρισε ως στόχο της για το έτος 2020 να εξοικονομήσει 20% της κατανάλωσης της πρωτογενούς ενέργειας, με αυτό το στόχο να αποτελεί βήμα πρωταρχικής σημασίας προς την επίτευξη μακροπρόθεσμων ενεργειακών και κλιματικών στόχων. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011).

Προς την υλοποίηση αυτού του στόχου, έχουν πραγματοποιηθεί ουσιαστικά βήματα τα οποία αφορούν ως επί των πλείστων τις αγορές για συσκευές και την κατασκευή των κτιρίων. Παρόλο που, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, ο στόχος του 20% έχει επιτευχθεί μόνο κατά το ήμισυ. Για το λόγο αυτό, η Ε.Ε. αποφάσισε να αναλάβει πιο αποφασιστική δράση ώστε να αξιοποιηθεί το σημαντικό δυναμικό κτιρίων και κατοικιών το οποίο προσφέρει η αύξηση της εξοικονόμησης της ενέργειας σε κτίρια, προϊόντα, μεταφορές αλλά και διεργασίες. Εκπόνησε, λοιπόν, για το λόγο αυτό ένα νέο συνοπτικό σχέδιο για την ενεργειακή απόδοση. (Καρανικόλα & Φουράκης,2008)Το σχέδιο οφείλεται να ακολουθηθεί με συνέπεια στο πλαίσιο της ευρωπαϊκής πολιτικής. Περιλαμβάνει το χάρτη πορείας ως το 2050 με στόχο μια οικονομία με χαμηλές εκπομπές άνθρακα ή αερίων του θερμοκηπίου, μεγαλύτερη απόδοση πόρων, αποδοτικότερη χρήση όλων των φυσικών πόρων και διασφαλίζει και προωθεί την προστασία του περιβάλλοντος. (Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, 2011). Στην χώρα μας, με την ενεργειακή κατανάλωση του γεωργικού τομέα να είναι διπλάσια από τον Μ.Ο. της ΕΕ, φαίνεται ότι η εφαρμογή των βιοκλιματικών αρχών στην σχεδίαση και την κατασκευή των αγροτικών κτιρίων και μονάδων είναι ακόμα στα σπάργανα.



Πηγή: Greece 2011, European Commission, DG Energy, A1 – June 2011, Πηγές δεδομένων: EC (ESTAT, ECFIN), EEA (11)

Εικόνα 14: Ενεργειακή κατανάλωση ανά τομέα

Παρά την απουσία συγκεκριμένων μελετών για την εφαρμογή βιοκλιματικού σχεδιασμού στον αγροτικό τομέα, η μελέτη των αρχών και των μεθόδων του βιοκλιματικού σχεδιασμού που παρουσιάστηκαν σε αυτή την εργασία, μπορεί να μας οδηγήσει σε μερικά ασφαλή συμπεράσματα:

- Η χρήση βιοκλιματικών κτιρίων έχει πολλαπλά περιβαλλοντικά και οικονομικά οφέλη
- Τα οφέλη είναι μεγαλύτερα όσο πιο ενεργοβόρο είναι ένα κτίριο
- Οι αγροτικές μονάδες προσφέρονται για βιοκλιματική σχεδίαση ακόμα περισσότερο από τον οικιστικό ιστό, καθώς στην ύπαιθρο υπάρχει περισσότερη άνεση χώρου για την σωστή χωροθέτησή τους και την εφαρμογή των απαραίτητων τεχνολογιών που την συνοδεύουν.

Με βάση τα παραπάνω, θεωρούμε ότι υπάρχει ευρύ πεδίο εφαρμογής στον αγροτικό τομέα, και μάλιστα σε μονάδες που οι ενεργειακές ανάγκες τους αποτελούν μεγάλο ποσοστό του συνολικού κόστους λειτουργίας, όπως θερμοκήπια, σταβλικές εγκαταστάσεις, μονάδες τυποποίησης, αποθήκες κ.α.

Στην κατεύθυνση αυτή είναι ανάγκη να υπάρξει μεγαλύτερη ενημέρωση στον αγροτικό πληθυσμό αλλά και να διερευνηθεί η σκοπιμότητα παροχής κινήτρων για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στις αγροτικές μονάδες, στα πρότυπα αντίστοιχων προγραμμάτων που αφορούν στις κατοικίες.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

Ανδρεαδάκη Ελένη, «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός-Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», Εκδόσεις Επιστημονικών Βιβλίων και περιοδικών, Θεσσαλονίκη 2006

Αντωνοπούλου Σ, *Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και βιώσιμη ανάπτυξη-Μέθοδοι και Παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα, 2009

Αξαρλή Κ., (2009), Ενεργειακός Σχεδιασμός και Ενεργειακή απόδοση κτιρίων – Γενικές αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, Σημειώσεις για το μικρής διάρκειας σεμινάριο του Τμήματος Κεντρικής Μακεδονίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας με γενικό τίτλο «Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων».

Ανασύρθηκε 28 Απρίλιου 2021, από

[http://library.tee.gr/digital/kma/kma\\_m1429/kma\\_m1429\\_axarli\\_basic.pdf](http://library.tee.gr/digital/kma/kma_m1429/kma_m1429_axarli_basic.pdf)

Ευρωπαϊκό Συμβούλιο, «Σχέδιο για την Ενεργειακή Απόδοση, 2011», Βρυξέλλες, 2011

Κορρές, Γ. Χασιάκος Α. Οικονομοτεχνικά τεχνικών έργων, Τόμος Α, Οικονομική Τεχνικών Έργων, Ελληνικό Πανεπιστήμιο, Πάτρα 2003

Κοντορούπης Μ. Γ., Ενεργειακός-Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών, Αθήνα 2002,.

Κούβελος Α,-Νίκας Δ., (2014) *Κατασκευή συγκροτήματος τεσσάρων μεμονωμένων κατοικιών μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, στην Κηφισιά Αττικής με χρήση βιοκλιματικού σχεδιασμού και Α.Π.Ε*, ΑΤΕΙ Πειραιά, Πειραιάς

Χριστίνα Κωνσταντινίδου, «Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική και Ενεργειακός Σχεδιασμός», Εκδόσεις Τεκδοτική, Θεσσαλονίκη 2008

Λάζαρη Ευγενία, Τζανακάκη Ευτέρπη, Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, ΚΑΠΕ, Πικέρμι Σεπτέμβριος 2002

Μπαλαράς Κ., Γαγλία Α. (2009). Εξοικονόμηση Ενέργειας – Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτηρίων, Εφαρμογή Ευρωπαϊκών Μεθοδολογιών & Λογισμικών Βελτίωσης της Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτηρίων. Αθήνα, Σύνταξη εκπαιδευτικού υλικού στα πλαίσια του επιχειρησιακού προγράμματος «Εκπαίδευση Μηχανικών σε Τεχνολογίες Πληροφορικής & Επικοινωνιών - Κοινωνία της Πληροφορίας», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.

Πατσιάς Χ.,(2012) *Μελέτη και εφαρμογή τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσιους χώρους και σε χώρους παραγωγής*, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

Περδίδος Δ. Σταμάτης, «Οικονομική Αξιολόγηση Επεμβάσεων για Εξοικονόμηση Ενέργειας», ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, Αθήνα 2005

Σκαρामαγκάς Χ, Έρευνα και Ανάπτυξη Συνδυαστικών Μοντέλων ΑΠΕ με Εφαρμογή στις Σύγχρονες Κτηριακές Εγκαταστάσεις (Βιοκλιματική Κατοικία), Τμήμα Ηλεκτρολογίας, ΑΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο, 2011

TOTEE 20701-1/2017 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» Α' Έκδοση, Σεπτέμβριος 2017

TOTEE 20701-2/2017 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Α' Έκδοση, Σεπτέμβριος 2017

TOTEE 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα ελληνικών Περιοχών», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Γ' Έκδοση, Νοέμβριος 2014

Τσίγκας Π. Ερωτόκριτος (Μετάφραση και έλεγχος κειμένου από το πρωτότυπο με τίτλο «Energy Conscious Design»), «Ενεργειακός Σχεδιασμός», ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ – ΠΑΙΔΕΙΑ Α.Ε., Θεσσαλονίκη, 1994

Τσίπηρας Κώστας & Θέμης Σ., Οικολογική Αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κέδρος 2005, σελ. 38

Τσιώρα – Παπαϊωάννου Δήμητρα (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Θερμομόνωσης & Στεγανοποίησης σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ.», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2011

Τσιώρα – Παπαϊωάννου Δήμητρα (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Ενεργειακού Σχεδιασμού», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2011

Τσιώρα – Παπαϊωάννου Δήμητρα (Διευθ. Σύνταξης), «Οδηγός Σχεδιασμού Εγκαταστάσεων Εξοικονόμηση ενέργειας σε: Θέρμανση – Ψύξη – Εξαερισμό σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ.», Α' έκδοση, ΚΤΙΡΙΟ ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Π.Ε., Θεσσαλονίκη 2012

Υ.Π.Ε.Κ.Α. και Ομάδα Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας, «ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΕ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές Παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης», Β' έκδοση, Αθήνα, Απρίλιος 2012

Χεγκάζι Κ., (2009), *Βιοκλιματική δόμηση και Βιώσιμη ανάπτυξη-Μέθοδοι και παραδείγματα σε συγκεκριμένα κτίρια*, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Αθήνα

## **Ξενογλώσση**

Yannas Simos, Solar Energy And Housing Design Volume 1, Architectural Association, 1994, σελ. 55

Cañas I. (a), Núñez P. (b), Martín-Ocaña S. (a) Mazarrón F. R. (a) García-Grinda J.L. (a) *Bioclimatic passive designs rural buildings*, Proceedings of the IMProVe 2011

International conference on Innovative Methods in Product Design, June 15th – 17th, 2011, Venice, Italy

Dascalaki E.G., Balaras C.A., Gaglia A.G., Droutsas K.G., Kontoyiannidis S, *Energy Performance of Buildings- EPBD in Greece*, Energy Policy, 01/2012

Dascalaki E.G., Kontoyiannidis S, Balaras Constantinos, Droutsas K.G., *Energy certification of Hellenic buildings: First findings*, Energy and Buildings, 10/ 2013

Giannikopoulos C. (2008). Delivering a sustainable future for offices in Greece in the context of climate change: the case-study of a public office building. London, ProQuest LLC

Karava Panagiota, Fiorito Francesco *Nearly Zero Energy in existing buildings*, Energy and Buildings, 2020 (article)

Magnus B. (2016). Green Buildings Exploring performance and thresholds. Stockholm, KTH Royal Institute of Technology Building and Real Estate Economics Department of Real Estate and Construction Management SE-100 44

Pacheco-Torgal Fernando, Granqvist Claes, Jelle Bjorn, Vanoli Giuseppe, Bianco Nicola, Kurnitski Jarek, *Cost – Effective Energy Efficient Building Retrofitting* 1st Edition, Woodhead Publishing, 01/ 2017

Turner D.P., *Window and Environment*, McCorquodale 1969

Vitiello U. (2017). *A Sustainable Framework for the Optimization of Retrofit Strategies of Existing Buildings*. Naples, UNIVERSITY OF NAPLES FEDERICO II - School of Polytechnic and Basic Sciences - Department of Structures for Engineering and Architecture

#### **Διαδίκτυο**

<http://web.tee.gr/>

<http://www.ypeka.gr/?tabid=525>

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak)

<http://www.cres.gr/kape/index.htm>

<http://www.cea.org.cy/TOPICS/Buildings/Near%20Zero%20Energy%20Houses.pdf>

<http://www.art-cad.gr/AutoKenak.htm>

<http://www.ti-soft.com/el>