



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Βασικές αρχές και πλεονεκτήματα ενός  
βιοκλιματικού σπιτιού**



**ΟΝΟΜΑ : ΝΙΟΤΗΣ ΝΙΚΟΣ**

**A.M.: 4247**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΕΡΝΑΡΔΟΥ ΔΗΜΗΤΡΑ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2011**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>1</b>
<b>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ</b>	<b>8</b>
<b>ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>10</b>
<b>ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ</b>	<b>13</b>
<b>ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>36</b>
<b>ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΚΗΦΙΣΙΑ</b>	<b>46</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα κτίρια επηρεάζουν το περιβάλλον και αντίστροφα με πολλούς τρόπους κατά τη διάρκεια της κατασκευής, λειτουργίας και κατεδάφισης τους. Έτσι, για να μπορεί να γίνει σωστά ο σχεδιασμός των κτιρίων θα πρέπει να υπάρχει πλήρης γνώση της αλληλεπίδρασης αυτής. Για παράδειγμα, τα κτίρια των μεγάλων αστικών κέντρων της Ελλάδας επηρεάζουν το περιβάλλον προκαλώντας αρκετά προβλήματα όπως τη 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 και τα σκουπίδια. Αυτό το φαινόμενο είναι ιδιαίτερα έντονο στις περισσότερες ελληνικές πόλεις. Επιπλέον, η διατάραξη στους γεωβιολογικούς κύκλους του νερού, του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα έχει ως αποτέλεσμα τις ασταθείς κλιματικές αλλαγές σε ολόκληρες περιοχές.

Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόννος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0.7%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής

κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

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

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

Ένα ακόμα πρόβλημα είναι η άναρχη οικοδόμηση, η οποία έχει υποβαθμίσει τόσο το αστικό όσο και το αγροτικό περιβάλλον προκαλώντας πυρκαγιές, εξαφάνιση της τοπικής χλωρίδας και πανίδας.

Τέλος, η χρήση ραδιενεργών και μη οικολογικών δομικών υλικών έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόκληση προβλημάτων στην υγεία των ενοίκων και στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής, κάτι που οφείλεται στην εισπνοή τοξικών αερίων.

Όλα αυτά προβληματίσαν τους αρχιτέκτονες στην εύρεση ενός νέου τρόπου οικοδόμησης των κατοικιών που να είναι περισσότερο υγιής και φιλικός προς το περιβάλλον. Το



αποτέλεσμα ήταν η στροφή προς τη Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική με τη χρήση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας, το οποίο μπορεί να οδηγήσει στη σταδιακή μείωση της περιβαλλοντικής κρίσης

και στην αναβάθμιση του αστικού περιβάλλοντος.

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

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στοχεύει στην εκμετάλλευση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων ώστε να μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και να εξοικονομηθεί η συμβατική ενέργεια. Η εφαρμογή της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής μπορεί να οδηγήσει σε ενεργειακή ανεξαρτησία των μη Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας έως 60 %. Παράλληλα, συμβάλλει στην αυξανόμενη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> καθώς και άλλων αερίων, των οποίων η ύπαρξη επιδεινώνει την ορθολογική χρήση των υδάτων καθώς επίσης στην ευρεία χρήση των τοπικών υλικών υποδομής, τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον. Αυτά τα υλικά καθορίζουν ως ένα μεγάλο βαθμό τη θερμική και την οπτική συμπεριφορά των κτιρίων ενώ η διάρκεια ζωής τους έχει σημαντικές συνέπειες προς το περιβάλλον. Έχει παρατηρηθεί ότι τα παραδοσιακά οικολογικά υλικά της προβιομηχανικής περιόδου είναι αξιόπιστα, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, δεν είναι επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον και επίσης επιτρέπουν την εξοικονόμηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

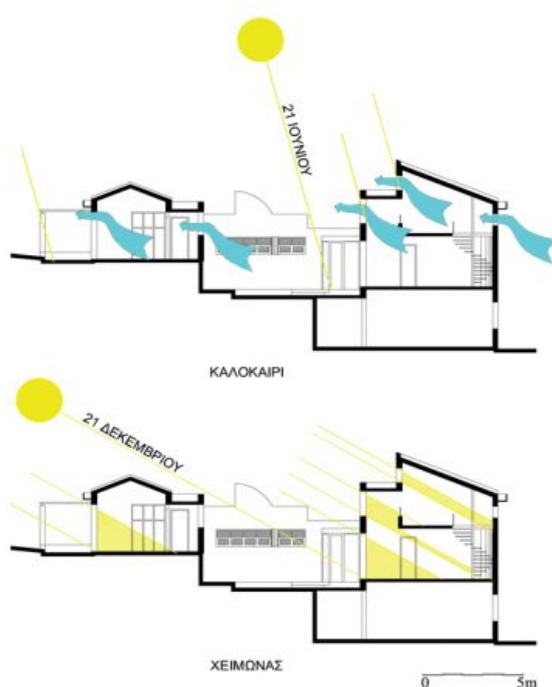
Συγκεκριμένα, η Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική είναι αποτέλεσμα κυρίως μιας ολοκληρωμένης και περίπλοκης σύνθεσης που συνδέεται με ένα ευρύ φάσμα παραμέτρων όπως ο προσανατολισμός, η κατάλληλη



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

Κατά την κατασκευή μιας παθητικής ηλιακής κατοικίας, όπως αλλιώς ονομάζεται, είναι σημαντικό να προηγηθεί μια μελέτη σχετικά με το κλίμα, τη μορφολογία του εδάφους, τη θέση του ήλιου, την κλίση του οικοπέδου, έτσι ώστε ο μελετητής να συλλέξει τα απαραίτητα στοιχεία και να προχωρήσει στο σχεδιασμό της. Γνωρίζοντας αυτά, θα μπορέσει να χωροθετήσει σωστά την κατοικία στο οικοπέδο και να της δώσει το κατάλληλο σχήμα και προσανατολισμό λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και τα στοιχεία του περιβάλλοντος, ώστε να τα εκμεταλλευτεί και να εξασφαλίσει κατά το δυνατό μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο ιδανικός προσανατολισμός, για τα δεδομένα της Ελλάδας θεωρείται ο νότιος, όμως στις περιπτώσεις που υπάρχει κόλλημα ή κάποιο άλλο στοιχείο (όπως για παράδειγμα θέα στην ανατολή) θα πρέπει ο μελετητής να προσανατολίσει την κατοικία κατά τέτοιο τρόπο που να την προστατεύει από τους δυνατούς ανέμους, να μπορεί να εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και να ελέγχει τα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτουν στο κτίριο κι έτσι να τοποθετήσει τα κατάλληλα



Διάγραμμα λειτουργίας Θέρμανσης-Δροσίσιμου

ανοίγματα στις κατάλληλες θέσεις καθώς επίσης και τα δωμάτια, ώστε οι χώροι που χρησιμοποιούνται συχνότερα και έχουν μεγαλύτερες ανάγκες σε θέρμανση και φως να τοποθετούνται στο νότο και στο βορρά να τοποθετούνται κυρίως οι αποθηκευτικοί χώροι και γενικότερα χώροι με περιορισμένες ανάγκες σε θέρμανση.

Ένα άλλο βασικό στοιχείο αφορά τα δομικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, τα οποία είναι σημαντικό να είναι φιλικά στο περιβάλλον, ανακυκλώσιμα και να μην προκαλούν προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία. Ο σκελετός του κτιρίου είναι σημαντικό να είναι γερός, να διαθέτει μεγάλη θερμική μάζα και καλή θερμομόνωση. Χαρακτηριστικό στοιχείο των βιοκλιματικών κατοικιών είναι η χρήση ενισχυμένης θερμικής μάζας και καλών μονώσεων με τη χρήση όσο το δυνατόν οικολογότερων θερμομονωτικών υλικών. Το αποτέλεσμα είναι η διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας σταθερή και της εσωτερικής υγρασίας σε αρκετά χαμηλά επίπεδα.

Ο στόχος των μελετητών είναι η επίτευξη συνθηκών άνεσης στην κατοικία και η ύπαρξη του ιδανικού μικροκλίματος. Γι' αυτό το λόγο, ο μελετητής κατασκευάζει την κατοικία χρησιμοποιώντας παθητικά ηλιακά συστήματα για την αποδοτικότερη θέρμανση, ψύξη και φωτισμό του κτιρίου, εκμεταλλεύομενος κατά το δυνατό την ηλιακή και αιολική ενέργεια καθώς επίσης και τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εφόσον αυτές είναι διαθέσιμες.

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

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης χωρίζονται σε άμεσου και σε έμμεσου κέρδους. Τα άμεσου κέρδους αφορούν τα στοιχεία που αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή

στην ικανότητα του κτιρίου να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης. Αν αυτό δεν είναι εφικτό επιστρατεύονται στοιχεία έμμεσου κέρδους που περιλαμβάνουν το θερμοκήπιο, τους ηλιακούς τοίχους, τους τοίχους Trombe και τους τοίχους νερού. Το θερμοκήπιο είναι ο ηλιακός χώρος, ο οποίος είναι προσαρτημένος συνήθως στη νότια πλευρά του κτιρίου και λειτουργεί συλλέγοντας την ηλιακή ακτινοβολία και μετατρέποντας αυτή σε θέρμανση. Ο ηλιακός τοίχος είναι από γυαλί, διαθέτει μεγάλη θερμοχωρητικότητα και συνήθως τοποθετείται στη νότια όψη του κτιρίου. Ο τοίχος Trombe διαθέτει μεγάλη θερμοχωρητικότητα, εξωτερικά είναι μαύρος ώστε να απορροφά μεγάλα ποσά θερμότητας και διαθέτει ανοίγματα στο πάνω και στο κάτω μέρος του ώστε να διευκολύνει την κυκλοφορία του αέρα.

Για να διατηρείται η θερμότητα στο εσωτερικό της κατοικίας και να μην υπάρχουν απώλειες, είναι σημαντική η ύπαρξη θερμομόνωσης στους εξωτερικούς τοίχους καθώς, στα ανοίγματα του κτιρίου, στο έδαφος και στην οροφή υπάρχει μεγάλη θερμική μάζα. Τα παθητικά συστήματα φυσικού φωτισμού περιλαμβάνουν τα παράθυρα, τα ανοίγματα οροφής, τους φωταγωγούς και το αίθριο. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν τους υαλοπίνακες, τα πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία, τους ανακλαστήρες, τις ανακλαστικές περσίδες και τα διαφανή μονωτικά υλικά.

Εκτός από τα παθητικά ηλιακά συστήματα, χρησιμοποιούνται και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία περιλαμβάνουν τους ηλιακούς θερμοσίφωνες και τα φωτοβολταϊκά στοιχεία όπου μεταβάλλουν την ηλιακή ενέργεια σε άλλες μορφές ενέργειας.

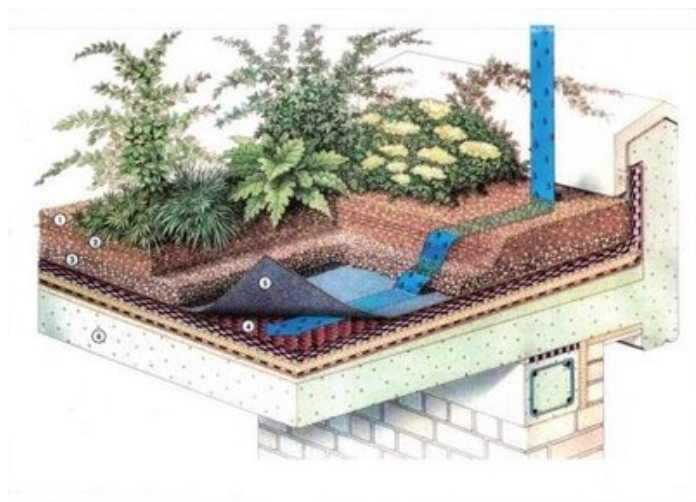
Στο βιοκλιματικό σχεδιασμό χρησιμοποιούνται κυρίως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας με τη μορφή της ηλιακής και της αιολικής ενέργειας, της γεωθερμικής ενέργειας με τη μορφή βιομάζας καθώς και με τη χρήση βιοαερίου. Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό είναι τα φωτοβολταϊκά πάνελ (τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική), τα συστήματα τηλεθέρμανσης (τα οποία χρησιμοποιούν τη βιομάζα και παράγουν / παρέχουν ζεστό νερό χρήσης αλλά και θέρμανσης, το οποίο μεταφέρεται μέσω αγωγών στις κατοικίες), την κομποστοποίηση των στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαερίου και τέλος τα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης και ψύξης.

Όσον αφορά στα συστήματα δροσισμού, είναι σημαντική η χρήση εξωτερικών στοιχείων όπως η βλάστηση και τα υδάτινα στοιχεία. Εξίσου σημαντική είναι η ύπαρξη



ηλιοπροστασίας με τη χρήση σταθερών και κινητών σκιάστρων, τα οποία μειώνουν τη διείσδυση της ηλιακής θερμότητας στο εσωτερικό του κτιρίου, όπου κρίνεται απαραίτητο. Άλλο παθητικό σύστημα δροσισμού είναι ο φυσικός εξαερισμός, ο οποίος πραγματοποιείται με το άνοιγμα των κατάλληλων παραθύρων με σκοπό τη δημιουργία ρευμάτων αέρος, τα οποία θα συμβάλλουν στη μείωση της θερμοκρασίας την αποφυγή της υπερθέρμανσης αλλά και στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

Η βλάστηση αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, καθώς



συμβάλλει στις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν κατά μήκος των ανοιχτών χώρων. Στόχος από τη χρήση της βλάστησης είναι η αποφυγή της υπερθέρμανσης με την εξασφάλιση φυσικής ροής του αέρα και η συμβολή της στη σκίαση και στην ψύξη. Η ύπαρξη βλάστησης, εφόσον έχει

τοποθετηθεί στα σωστά σημεία επιτυγχάνει την διακράτηση των αιωρούμενων σωματιδίων, προστατεύοντας από τους επικίνδυνους ρύπους. Επίσης επιτυγχάνεται καλύτερη απορροή και προστασία του εδάφους από τη διάβρωση λόγω της ικανότητάς των φυτών να κατακρατούν το βρόχινο νερό. Η ύπαρξη βλάστησης συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της ικανότητας ελέγχου της θερμοκρασίας, παρέχοντας ηλιοπροστασία το καλοκαίρι και ανεμοπροστασία το χειμώνα.

Η βλάστηση συχνά χρησιμοποιείται στην κάλυψη των στεγών δημιουργώντας χώρους αναψυχής ή μικρούς βιότοπους. Τα οφέλη από την ύπαρξη φυτεμένου δώματος είναι η αύξηση της παραγωγής οξυγόνου, η ύπαρξη ευνοϊκού μικροκλίματος, η αισθητική αναβάθμιση των κτιρίων, η μείωση του φαινομένου αστικής νησίδας, η παροχή ηχομόνωσης, θερμομόνωσης και υγρασιμόνωσης καθώς και η μείωση των αναγκών σε βοηθητική ψύξη και θέρμανση.

Όσον αφορά στα μειονεκτήματα του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, αυτά υπάρχουν μόνο στην περίπτωση που δεν έχει πραγματοποιηθεί προσεκτική μελέτη και εφαρμογή των αρχών της

Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Έτσι, για να επιτευχθεί επιτυχής απόδοση της βιοκλιματικής δόμησης, θα πρέπει να υπάρχει σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών, ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή, σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων του αλλά και επαρκής συντήρηση της κατοικίας.

## ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΣΤΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

Οι ενεργειακές θεωρήσεις κατείχαν σημαντική θέση στο σχεδιασμό κατοικιών καθ' όλη τη διάρκεια της πορείας του ανθρώπου. 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 λειτουργική αλλά και αισθητική.

Από την αρχαιότητα παρατηρούμε μέσα από τα συγγράμματα των αρχαίων φιλοσόφων τη σημασία και τη χρήση των ιδιοτήτων της γης, του αέρα, του ήλιου και του νερού στην κατασκευή της κατοικίας. Τέτοιες κατοικίες παρατηρούνται στην Πριήνη της Ιωνίας, στη Δήλο, στην Όλυνθο της Χαλκιδικής. Συγκεκριμένα στην Πριήνη της Ιωνίας τα οικοδομικά συμπλέγματα ήταν σκιερά το καλοκαίρι και ευήλια το χειμώνα. Ενώ, 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 (ακτινοβολούν) 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.

Σπουδαία παραδείγματα αντλούμε από τη Λαϊκή Αρχιτεκτονική όπου συχνά τα σπίτια χωρίζονται σε ορόφους και ανάλογα την εποχή, τότε κατοικούσαν στον πρώτο ή στο δεύτερο όροφο τους θερινούς μήνες τον οποίο αποκαλούσαν 'θερινό' και στο '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 βοήθούσε 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.

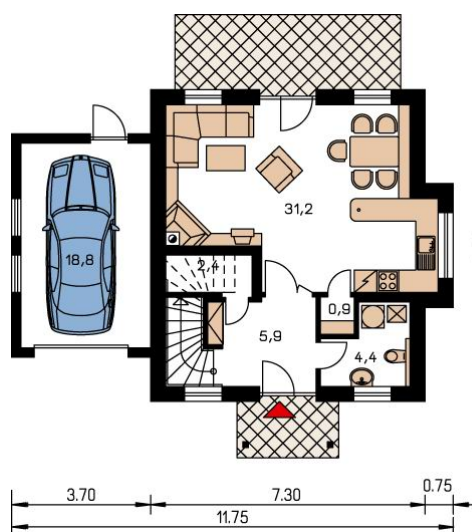
Ο άνθρωπος αναγνώρισε από νωρίς τη χρησιμότητα του παραθύρου και του πατζουριού ώστε να ελέγχει το μικροκλίμα, την ικανότητα του εδάφους και του νερού να αποθηκεύουν θερμότητα, την συμβολή των φυτών στη θερμομόνωση καθώς και τη σημασία του μεσημβρινού προσανατολισμού. Όσον αφορά στη σπουδαιότητα του 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.

## ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Ξεκινώντας τη διαδικασία κατασκευής μιας βιοκλιματικής κατοικίας πρέπει να γίνει σωστή επιλογή οικοπέδου, όπου καλό θα είναι να έχει θέα προς το νότο, και κύριο άξονα κατά τη φορά ανατολής-δύσης. Αυτό είναι επιθυμητό ώστε να καλύπτεται το κτίριο από τους βορινούς ανέμους με ταυτόχρονη εκμετάλλευση της θερμικής

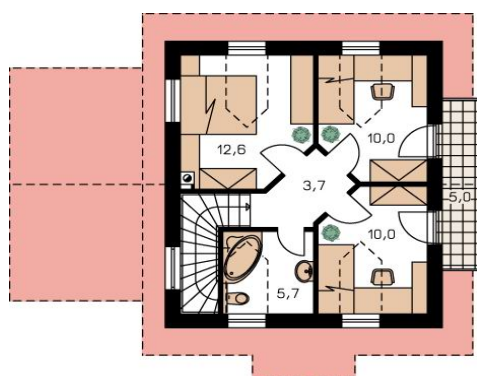


ηλιακής ενέργειας. Επίσης είναι σημαντικό να αποφεύγεται ο σκιασμός στη νότια όψη του οικοπέδου. Ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει να προσεχθεί και να αποφευχθεί είναι τα οικόπεδα να μην βρίσκονται κοντά σε καλώδια υπερύψηλης τάσης, σε υποσταθμούς της ΔΕΗ, σε κεραίες ραδιοτηλεοπτικές και κινητής τηλεφωνίας. Αντίθετα προτιμάται το οικόπεδο να βρίσκεται κοντά σε χώρους πράσινου, να υπάρχει δυνατότητα εδαφολογικής μελέτης καθώς και μελέτες ραδιοσυχνότητων και πλέγματος υπεδάφους.



Όσον αφορά στην επιλογή μελετητή, είναι εξίσου σημαντικό να απευθυνθούμε στον κατάλληλο επιστήμονα, ο οποίος μπορεί να μας καθοδηγήσει σωστά στην κατασκευή μιας λειτουργικής βιοκλιματικής κατοικίας. Θα πρέπει να απευθυνόμαστε σε αρχιτέκτονες ειδικευμένους στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική καθώς έχουν περισσότερες γνώσεις και κατάρτιση σε σχέση με τους άλλους μελετητές καθώς τα τελευταία

χρόνια έχουν αρχίσει αρκετοί μελετητές να συμπεριλαμβάνουν τον ενεργειακό σχεδιασμό.



Ο μελλοντικός χρήστης μιας βιοκλιματικής κατοικίας πρέπει να προσέξει τα δομικά υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, τα οποία θα πρέπει να είναι αυξημένης θερμοχωρητικότητας συνδυασμένα με καλή εξωτερική μόνωση του κτιρίου. Το γυαλί αποτελεί την ευκολότερη και τη

φθηνότερη μέθοδο απορρόφησης ενέργειας ενός κτιρίου. Ωστόσο για να αποφευχθούν οι θερμικές απώλειες σε μεγάλο βαθμό είναι καλό να χρησιμοποιούνται διπλά τζάμια, και τόσο οι αρμοί όσο και τα κουφώματα να είναι καλά στεγανοποιημένα. Τα περισσότερα ανοίγματα του κτιρίου είναι καλό να βρίσκονται προς τη νότια όψη του κτιρίου και στη βορινή πλευρά αν δεν υπάρχει κάποιο κτίριο να προστατεύονται από ψηλά δέντρα, κλειστούς χώρους στάθμευσης ή αποθήκευσης προς αποφυγή της άμεσης επαφής με τους ψυχρούς βορινούς ανέμους.

Τα μονωτικά υλικά θα χρησιμοποιηθούν τόσο στους εξωτερικούς τοίχους όσο και στην πλάκα του δώματος αλλά και στην κεραμοσκεπή. Η μόνωση είναι πολύ σημαντική ώστε να εξασφαλιστούν οι μειωμένες θερμικές απώλειες το χειμώνα και τα μειωμένα ηλιακά



κέρδη το καλοκαίρι. Επίσης ο χρήστης θα πρέπει να φροντίσει ώστε να υπάρχει κατάλληλος σκιασμός με πέργκολες, σκίαστρα και με τη χρήση φυλλοβόλων δέντρων σε κατάλληλη θέση, προς αποφυγή της υπερθέρμανσης του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο. Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και κινητά συστήματα ηλιοπροστασίας όποτε

χρειάζεται. Ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει να προσέξει ο χρήστης είναι ότι το κτίριο θα πρέπει να διαθέτει σύστημα εναλλαγής αέρα κατά τη διάρκεια της νύχτας τους θερινούς μήνες για να μπορεί η θερμοκρασία να μειώνεται στο εσωτερικό του σπιτιού και να διατηρείται σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.

Τα χρώματα που θα χρησιμοποιηθούν έχουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία της



βιοκλιματικής δόμησης, διότι τα σκούρα χρώματα στο εξωτερικό απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία την οποία μεταδίδουν στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ τα ανοιχτά χρώματα αντανακλούν μεγάλο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας και τη στέλνουν στο

περιβάλλον, με αυτό τον τρόπο αποφεύγεται το φαινόμενο της υπερθέρμανσης. Τέλος είναι δεδομένο ότι ένα βιοκλιματικό κτίριο στοχεύει στην εξοικονόμηση ενέργειας και υπάρχουν πολλά βιολογικά, δομικά υλικά, φιλικά προς το περιβάλλον που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του κτιρίου, καθώς και συσκευές που

χρησιμοποιούνται και λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια, παρέχοντας ανακυκλώσιμο νερό στις τουαλέτες, τα καζανάκια διπλής ροής νερού καθώς και βρύσες χρονικά ελεγχόμενες. Γενικά μια βιοκλιματική κατοικία δεν χρειάζεται πολύπλοκα συστήματα αλλά περιβαλλοντικά ευαισθητοποιημένους ιδιοκτήτες.

### **Διαδικασία εκπόνησης βιοκλιματικής μελέτης**

Η διαδικασία της βιοκλιματικής μελέτης χωρίζεται σε πέντε φάσεις. Η **πρώτη φάση**, περιλαμβάνει σωστό τοπογραφικό διάγραμμα με ισοϋψείς καμπύλες και αποτυπωμένη τη σωστή θέση του βορρά, επίσης περιλαμβάνει τη μελέτη του ραδονίου του εδάφους με τη χρήση ειδικού οργάνου, τη μελέτη επιπέδου του θορύβου με τη χρήση ηχόμετρου, την αποτύπωση των γεωμαγνητικών γραμμών Hartmann με τη χρήση ράβδων και γεωμαγνητομέτρου. Επίσης, περιλαμβάνει τη μελέτη του υπεδάφους χρησιμοποιώντας γεωλογικό χάρτη, τη μελέτη του επιπέδου της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, η οποία εκπέμπεται από τις κεραίες κινητής τηλεφωνίας, τους πυλώνες και τα ηλεκτρικά καλώδια κ.α., τη μελέτη της υπάρχουσας φυτοκάλυψης και του ανάγλυφου του εδάφους της γύρω περιοχής. Τέλος, μελετάται η θέση του ήλιου με Solar Pathfinder. Η **δεύτερη φάση** περιλαμβάνει τη μελέτη του κλίματος, της θερμικής άνεσης και της ηλιακής γεωμετρίας. Η  **τρίτη φάση** περιλαμβάνει το κτιριολογικό πρόγραμμα και την εφαρμογή του Γ.Ο.Κ.. Η  **τέταρτη φάση** περιλαμβάνει τη μελέτη των παθητικών ηλιακών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση, τη μελέτη των παθητικών ηλιακών συστημάτων για την εξοικονόμηση ενέργειας για δροσισμό αλλά και τη μελέτη ηλιασμού, σκιασμού και φυσικού φωτισμού. Την πιθανή μελέτη σε σχέση με την ενεργειακή αυτοδυναμία του κτιρίου με τη χρήση φωτοβολταϊκών ή και ανεμογεννήτριων. Τη μελέτη σχετικά με τη χρήση οικολογικών δομικών υλικών ή την αδρανοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στην υγεία από άλλα υλικά, όπως το σπλισμένο σκυρόδεμα και τέλος περιλαμβάνεται και την ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου. Τέλος στην πέμπτη φάση γίνεται η μελέτη εφαρμογής.

## ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική ορίζουμε τη διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων κατά την οποία ο μελετητής λαμβάνει υπόψη μια σειρά παραμέτρων, που ως στόχο έχουν την ορθολογική χρήση της ενέργειας με σκοπό την εξοικονόμησή της. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη είναι το τοπικό κλίμα ώστε να εξασφαλιστεί η οπτική και η θερμική άνεση χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια, τα διάφορα φυσικά φαινόμενα του κλίματος καθώς και άλλες περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η ηλιοφάνεια, η βλάστηση, ο άνεμος, η σχετική υγρασία, η θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα αλλά και η σκίαση από άλλα κτίρια. Τα κύρια στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια και στοχεύουν στην αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών ώστε να εξασφαλίσουν ψύξη, θέρμανση και φυσικό φωτισμό για κτίρια.

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

Επιπλέον, επιτυγχάνεται η μερική διατήρηση της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό στα ιδανικά επίπεδα, ανάλογα την εποχή, υψηλά το χειμώνα και χαμηλά το καλοκαίρι έτσι δεν υπάρχει ανάγκη για προσάρτηση επιπλέον συστημάτων που θα βοηθήσουν στη διατήρηση των ιδανικών επιπέδων. Τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής χωρίζονται σε: ενεργειακά (μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας και της εξασφάλισης θερμικής και οπτικής άνεσης), οικονομικά (καθώς μειώνονται οι ανάγκες αλλά και το κόστος από την εγκατάσταση Η/Μ), περιβαλλοντικά (καθώς μειώνονται οι ρύποι, οι εκπομπές CO<sub>2</sub>) αλλά και κοινωνικά καθώς βελτιώνεται η ποιότητα της ζωής. Όλα αυτά επιτυγχάνονται με τεχνικές πάνω στην κατασκευή του κτιρίου, το σχεδιασμό, τον προσανατολισμό και τη διαρρύθμιση της κατοικίας συμβάλλοντας στον περιορισμό των αναγκών της κατοικίας σε μηχανολογικό εξοπλισμό για τη θέρμανση ή την ψύξη της.



Για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάποια κριτήρια, όπως η χρήση τεχνικοοικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών, η χρήση ήδη εφαρμοσμένων συστημάτων, η αποφυγή της χρήσης περίπλοκων τεχνικών και παθητικών συστημάτων αλλά και η μικρή συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων αυτών. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων μέσω της αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας για θέρμανση, συμβάλλει αποτελεσματικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Παράλληλα όμως θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα σκίασης και ηλιοπροστασίας ώστε να μειώνονται τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι και να ικανοποιούνται οι ανάγκες του κτιρίου για φυσικό δροσισμό.

Η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει από συγκρίσεις μεταξύ βιοκλιματικών και συμβατικών κατοικιών ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80 %. Γενικότερα αυτά τα θερμικά οφέλη προκύπτουν από τη χρήση συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους: Όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση από πλευράς παθητικών συστημάτων ή συστημάτων έμμεσου ηλιακού κέρδους έχουμε το παράδειγμα του θερμοκηπίου, του οποίου η απόδοση εξαρτάται από τον τρόπο χρήσης αλλά και από το μέγεθός του. Η αποδοτικότερη λειτουργία του είναι αυτή κατά την οποία το θερμοκήπιο προσδίδει τα ηλιακά κέρδη του άμεσα τη μέρα ενώ τη νύχτα είναι απομονωμένα διατηρώντας κλειστά τα ενδιάμεσα ανοίγματα. Είναι σημαντικό επίσης σε αυτούς τους χώρους να υπάρχουν κατάλληλα συστήματα ΚΑΠΕ, επαρκή σκίαση και υαλοστάσια με ανοίγματα ώστε να συμβάλλουν στον αερισμό κατά το καλοκαίρι κάτι που οδηγεί στην μικρή επιβάρυνση του κτιρίου. Οι ηλιακοί τοίχοι κι αυτοί, την αποδοτικότητά τους την οφείλουν στη χρήση του κτιρίου αλλά και στο μέγεθός τους. Ένα όμως πρόβλημα που εμφανίζουν είναι ότι η λειτουργία τους μπορεί να επιβαρύνει το κτίριο κατά το καλοκαίρι εφόσον σε αυτό δεν υπάρχουν συστήματα σκίασης και φυσικού δροσισμού. Παρόλα αυτά η εξοικονόμηση ενέργειας που προκύπτει είναι περίπου έως 40 % .

Όσον αφορά στις βιοκλιματικές κατοικίες που δε διαθέτουν συστήματα έμμεσου κέρδους, θερμοκήπια, ηλιακούς τοίχους, χρησιμοποιούν συστήματα άμεσου κέρδους τα οποία αποτελούνται από τα ανοίγματα που βρίσκονται στο νότιο μέρος της κατοικίας, τα οποία είναι κατάλληλα για το κλίμα της Ελλάδας και εφαρμόζοντάς τα, επιτυγχάνεται η μειωμένη ανάγκη σε θέρμανση το χειμώνα. Ωστόσο, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες ανάγκες σε ψύξη το καλοκαίρι κάτι που μπορεί να μειωθεί μέσω του σωστού φυσικού αερισμού που προκύπτει από τα ανοίγματα (παράθυρα, φεγγίτες, ανοίγματα οροφής). Βέβαια το

ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας λόγω των συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους εξαρτάται από το μέγεθος των ανοιγμάτων, τη θερμομόνωση, το κλίμα της περιοχής κ.α. Για παράδειγμα, πολύ μεγάλα ανοίγματα μπορεί να οδηγήσουν σε υψηλές ανάγκες σε θέρμανση το χειμώνα καθώς χάνονται μεγάλα ποσά θερμότητας κατά τη διάρκεια της νύχτας από τις αυξημένες γυάλινες επιφάνειες, ενώ παράλληλα να αυξηθούν οι ανάγκες της κατοικίας σε ψύξη κατά τη διάρκεια του θέρους λόγω των μεγάλων γυάλινων επιφανειών που αυξάνουν το ποσό ηλιακής ακτινοβολίας και θερμότητας που εισέρχεται στο σπίτι κατά τη διάρκεια της μέρας το καλοκαίρι. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι παρά το γεγονός ότι τα μονά τζάμια είναι βολικά κυρίως το χειμώνα σε μικρό βαθμό βέβαια, προτιμώνται τα διπλά τζάμια στα νότια ανοίγματα, ώστε να εξοικονομείται περισσότερη ενέργεια για θέρμανση αλλά και ψύξη.

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

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

πετρέλαιο και ηλεκτρικό ρεύμα. Αν αναλογιστούμε και την συνεχόμενη αύξηση της τιμής του πετρελαίου, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι μια οικονομικά συμφέρουσα λύση.

Η προστασία του περιβάλλοντος που προκύπτει μέσω του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι σημαντική καθώς κατά την κατασκευή μιας οικολογικής κατοικίας αξιοποιούνται άμεσα οι θετικές παράμετροι του κλίματος όπως η ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και οι άνεμοι για τον φυσικό δροσισμό, όπως έχει ήδη αναφερθεί παραπάνω κι από τη χρήση αυτών προκύπτει μειωμένη εκπομπή ρύπων και συνάμα μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος. Στην βιοκλιματική αρχιτεκτονική είναι σημαντικό κατά το σχεδιασμό της κατοικίας να προσαρμόζεται το κτίριο στο κλίμα της περιοχής, το φυσικό περιβάλλον, να στοχεύει στην χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και τη διατήρηση της θερμικής άνεσης. Βασική προϋπόθεση για να συμβούν αυτά είναι η χρήση της εγχώριας ενέργειας η οποία πρέπει να είναι ανανεώσιμη.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού που πρέπει να ακολουθούνται κατά την κατασκευή μιας παθητικής κατοικίας έχουν ως εξής: το κτίριο να λειτουργεί ως αποθήκη θερμότητας, ως παγίδα θερμότητας, ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης κατά τη διάρκεια του χειμώνα και να αποθηκεύει κατά το καλοκαίρι φυσική ψύξη.

Για να μπορεί να λειτουργεί το κτίριο ως φυσικός ηλιακός συλλέκτης θα πρέπει να βασίζεται σε κάποιες προϋποθέσεις οι οποίες σχετίζονται με το κατάλληλο σχήμα του κτιρίου, με τον κατάλληλο προσανατολισμό και τη χωροθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, τη λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων και το μέγεθος των ανοιγμάτων σε σχέση με τον προσανατολισμό.

Το σχήμα του κτιρίου επηρεάζει τις ανάγκες του σε ψύξη, θέρμανση και φωτισμό. Το σχήμα επηρεάζεται από τα κλιματικά δεδομένα. Ένα επίμηκες κτίριο κατά τον άξονα ανατολής-δύσης προσφέρει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ενέργειας το χειμώνα. Όσον αφορά στη σκίαση που είναι απαραίτητη το καλοκαίρι, αυτή επιτυγχάνεται εύκολα στη νότια πλευρά. Οι προσανατολισμοί προς ανατολή και δύση έχουν μικρή επιβάρυνση από τον ήλιο το καλοκαίρι. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με το καταλληλότερο σχήμα του κτιρίου ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τις κλιματικές συνθήκες προκύπτουν τα εξής: όλα τα σχήματα του κτιρίου που έχουν επίμηκες σχήμα κατά άξονα βορρά-νότου, δεν είναι τόσο

αποτελεσματικά σε σχέση με το κτίριο κύβος με αρνητικά αποτελέσματα τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Έτσι, η καλύτερη μορφή κτιρίου για οποιοδήποτε κλίμα είναι η επιμήκης στον άξονα ανατολή-δύση με διαφορετικές αναλογίες.

Ο προσανατολισμός του κτιρίου αποτελεί ένα σύνθετο ζήτημα καθώς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως το φυσικό τοπίο, οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, η τοπογραφία της περιοχής και το ανάγλυφο του εδάφους αλλά και ο κυκλοφοριακός θόρυβος. Για τα κλιματικά δεδομένα που αφορούν την Ελλάδα, ως καταλληλότερος προσανατολισμός θεωρείται ο νότιος καθώς η διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία είναι τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή που δέχεται ο δυτικός και ο ανατολικός προσανατολισμός. Έτσι επιλέγοντας νότιο προσανατολισμό εξασφαλίζεται μεγαλύτερη ποσότητα ηλιασμού το χειμώνα και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι καθώς μειώνονται οι πιθανότητες υπερθέρμανσης. Για γεωγραφικά πλάτη μικρότερα από 40°, οι νότιες όψεις έχουν μεγαλύτερα ηλιακά οφέλη το χειμώνα ενώ οι ανατολικές και οι δυτικές όψεις είναι ιδιαίτερος επιβαρημένες το καλοκαίρι.

### ***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 χωροθετηθούν στη νότια πλευρά του κτιρίου με σκοπό να εξασφαλισθούν οι επιθυμητές εσωτερικές θερμοκρασίες που συνήθως οφείλουν να είναι υψηλές. Σε αντίθεση με τους χώρους περιορισμένης χρήσης οι οποίες δεν έχουν υψηλές θερμοκρασιακές απαιτήσεις και θα πρέπει να χωροθετηθούν στην ενδιάμεση θερμική ζώνη. Οι υπόλοιποι χώροι, συνήθως οι βοηθητικοί όπου υφίστανται 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.

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.

Όσον αφορά τις 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.

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 χρηστικότητα 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 όπου 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.

Όσον αφορά την κουζίνα είναι καλό να αποφεύγεται ο δυτικός προσανατολισμός διότι τα ηλιακά κέρδη θα είναι μεγάλα και ειδικά τα θερινά απογεύματα, όπου η θερμοκρασία θα είναι στα υψηλότερα επίπεδα 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 δωμάτιο 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, χωροθετώντας τους νότια τους μετατρέπουμε ταυτόχρονα σε ηλιακούς συλλέκτες. 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 χωροθετήσει 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. 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 διεύθυνση 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.

### **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" μορφής κτιρίου, δηλαδή επιθετική ή αμυντική. Ανοικτό είναι το κτίριο με μεγάλα ανοίγματα ενώ το 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 υπάρχον 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.

Ένα πολύ απλό παράδειγμα αφορά την σύνθεση διαμερισμάτων των 108μ<sup>2</sup>, σε μονώροφες και τριώροφες διατάξεις, όπου διαπιστώνει κανείς ότι ενώ η κατανάλωση ενέργειας σε ένα μονώροφο διαμέρισμα με πυλωτή σκαρφαλώνει στις 486 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως, το αντίστοιχο ποσό σε τρεις τριώροφες πολυκατοικίες στη σειρά μειώνεται δραστικά στις 238 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως (θερμαντική περίοδος). Σημειώνεται ότι σε όλες τις περιπτώσεις των τύπων κτιρίων, θεωρήθηκε ότι το κέλυφος είναι χωρίς μονώσεις, και βέβαια ότι επιτυγχάνεται μία θερμοκρασία άνεσης στους εσωτερικούς χώρους της τάξης των 21°C. Με την εφαρμογή θερμικών μονώσεων σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του ισχύοντα "Κανονισμού" για κάθε τύπο κτιρίου, θα μπορούσε κανείς να περιορίσει τις καταναλώσεις στις 126 και 80 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως αντίστοιχα. Αν επιπλέον των παραπάνω έπαιρνε κανείς την απόφαση να εφαρμόσει ισχυρότερη θερμική προστασία και γενικά τις αρχές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και ειδικότερα τεχνικές παθητικής θέρμανσης, τότε και η θερμική συμπεριφορά των κτιρίων θα παρουσίαζε βελτίωση και οι καταναλώσεις θα συρρικνώνονταν ακόμη περισσότερο. 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> ετ. αντίστοιχα.

### ***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 ± 30° 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.

### **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. 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.

**Πίνακας 3.13.** Ανηγγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m<sup>2</sup> δαπέδου.

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m <sup>2</sup> .K))
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Οι βασικές διαφορές μεταξύ μιας βαριάς και μιας ελαφριάς κατασκευής συναντώνται στα επίπεδα θέρμανσης και ψύξης αλλά και στις αντίστοιχες μέγιστες και ελάχιστες τιμές των εσωτερικών θερμοκρασιών. 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 ψυχρανθεί 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.

Σε κάθε κτίριο, η εσωτερική επένδυση των κτιριακών του στοιχείων συμπεριλαμβανομένου 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 εμποδίζουν την αποθήκευση της θερμότητας. 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.

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, τα οποία 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 θέρους, και σχετίζεται με τις θερμοκρασίες και την ακτινοβολία.

Η θερμική αδράνεια της κατασκευής είναι εξίσου 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.

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 και προσφέροντας 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.

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.

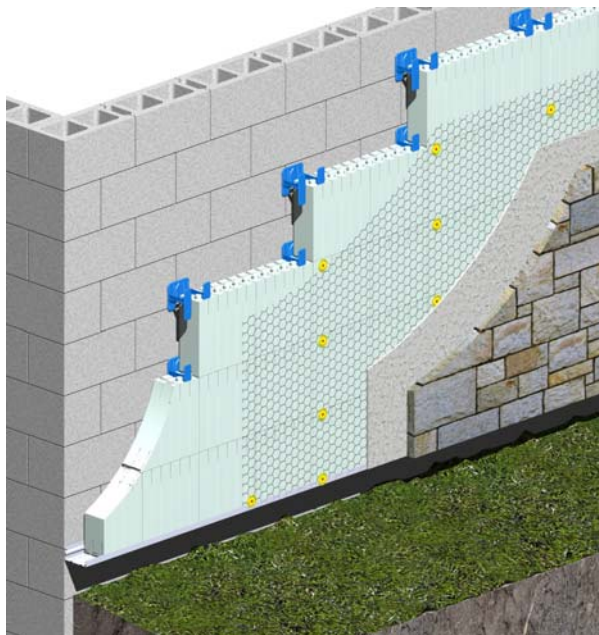
Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών είναι η κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών στοιχείων του κελύφους, μειώνοντας έτσι το συντελεστή θερμοπερατότητας. Η τοποθέτηση διπλών τζαμιών σε ανοίγματα που βρίσκονται στο βορρά, στη δύση και στην ανατολή. Τέλος η ύπαρξη κινητής 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 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, ενώ μεγάλη θερμική μάζα απαιτείται στη δυτική πλευρά, η οποία επιβαρύνεται με μεγάλα ποσά θερμότητας τη θερινή περίοδο.

## Θερμομόνωση

Ένα από τα βασικά στοιχεία που πρέπει να έχει ένα παθητικό ηλιακό σπίτι για να λειτουργεί σωστά, είναι η κατάλληλη θερμομόνωση. 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 με τη θέση που βρίσκεται, εξετάζονται σε εγκαταστάσεις δοκιμών σύμφωνα με τις εθνικές και τις διεθνείς προδιαγραφές.

Στα καινούργια 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 πατζούρια, 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 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 ρολό 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 πανέλα καλής ποιότητας, δεν χρειάζονται συντήρηση, και διαρκούν μια ζωή. Αυτά τα πανέλα 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.

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. Πρέπει η τιμή του παράγοντα R να είναι μέση, να έχουν ένα εσωτερικό «νεφελώδες εμπόδιο» και καλή περιμετρική στεγανότητα. Τα υλικά πρέπει 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, η πυκνότητά του, και η U-value που προκύπτει, 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.

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.

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.

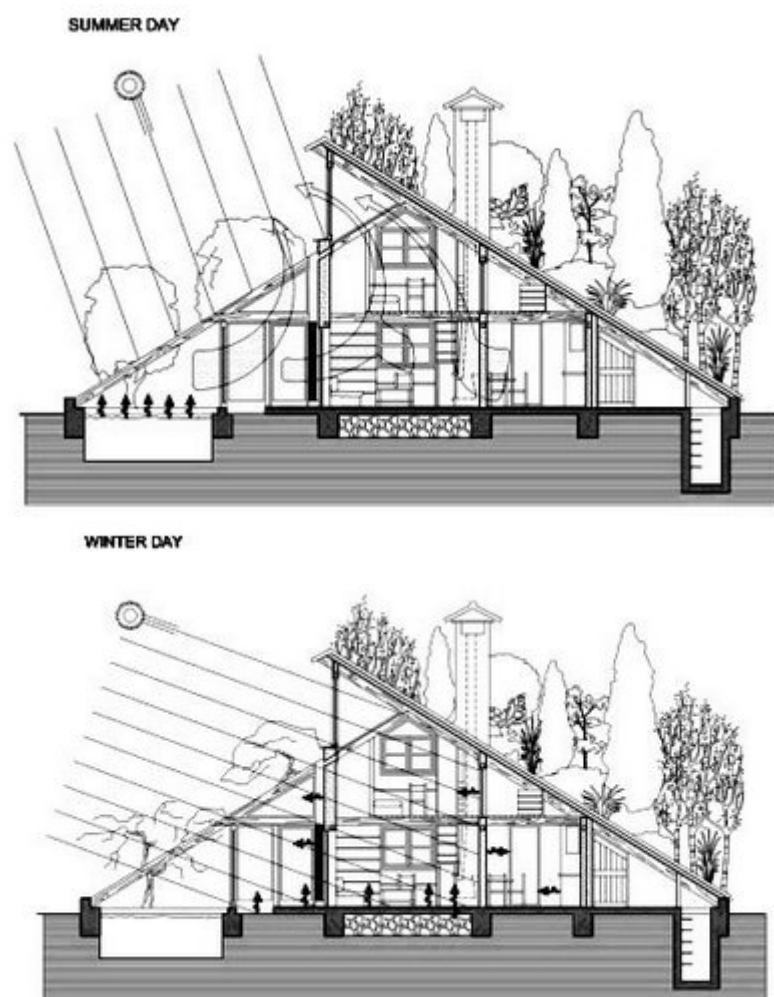
Συμβάλλει ακόμα στην εξοικονόμηση χρημάτων από τα έξοδα συντήρησης, αυξάνοντας το προσδόκιμο ζωής της κατοικίας και προστατεύοντάς την από τις φθορές και τις βλάβες. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με τη θερμομόνωση των κατοικιών και κατά πόσο είναι σωστά εφαρμοσμένες σε αυτό, αν αυξηθεί το αρχικό κόστος κατασκευής του

κτιρίου για επιπλέον θερμομόνωση κατά 2% με 5% τότε η εξοικονόμηση ενέργειας που θα προκύψει θα μειώνει το κόστος ενέργειας για θέρμανση κατά 50%.

Οι ιδιότητες των μονωτικών υλικών είναι, ο συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών, η μηχανική τους αντοχή, η σταθερότητα στις διαστάσεις, η αντίσταση στη φωτιά και το ειδικό βάρος.

### 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 μορφή των ανοιγμάτων αν είναι συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τους τοίχους, η χρήση του χώρου ανάλογα με το αν είναι κατοικία, εργασιακός χώρος κλπ. καθώς κι ο παράγων οικονομία της κατασκευής ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας.

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.

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. Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος ηλιοπροστασίας βασίζεται σε αισθητικά κριτήρια, αλλά και σε ζητήματα συνθετικής οργάνωσης όπως η σχέση του

εσωτερικού με τον εξωτερικό χώρο, η διαφάνεια του κελύφους κλπ. η διαφοροποιημένη μορφή της ηλιοπροστασίας συναρτήσσει 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 του κόστος.

Η μορφή που θα έχουν τα σκίαστρα που θα χρησιμοποιηθούν, βασίζεται στους ηλιακούς χάρτες και στους μετρητές σκιασμού. Τα βήματα που περιλαμβάνει η διαδικασία σχεδιασμού των συστημάτων ηλιοπροστασίας είναι: η επιλογή του ηλιακού χάρτη που 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  $10^{\circ}$  έως  $80^{\circ}$ .

## Αερισμός κτιρίων



Είναι εξαιρετικά σημαντική η δημιουργία ενός αεροστεγανού 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.

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 από 0,5ac/h 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.

Στις κατοικίες 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 αποσπάζεται από τον αέρα, μπορεί να ανακτηθεί με αυτό τον τρόπο.

Η πρόβλεψη της πιθανής διαρροής αέρα και της διείσδυσης αυτού, του κτιρίου 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.

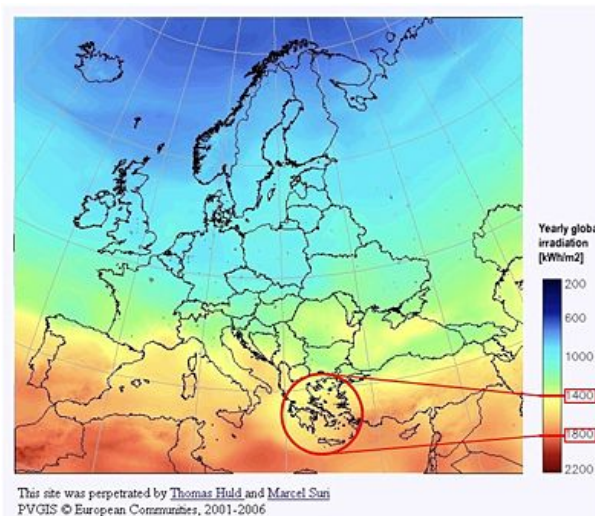
Γενικά σε μια κατοικία επιθυμείται ως ελάχιστο το 0,5 ac/h ελεγχόμενου εξαερισμού, την ύπαρξη διεξόδων αέρα στους τοίχους και τα παράθυρα για ελεγχόμενη χειμερινή θερμομόνωση, το προσεκτικό σφράγισμα των ενώσεων ώστε να εξασφαλίσουμε αεροστεγανότητα στην κατασκευή, το μηχανικό εξαερισμό με θερμική επαναφορά 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.

## ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Αξιοποιώντας τις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, μπορούν να επιφέρουν σημαντικά οφέλη όπως περιβαλλοντικά και οικονομικά. Επιπλέον χρησιμοποιώντας συστήματα ηλιακής και αιολικής ενέργειας παράγεται ηλεκτρική ενέργεια, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση παράγωγης ρύπων καθώς και την μειωμένη δαπάνη του ηλεκτρικού ρεύματος.

### Ηλιακή ενέργεια

Είναι η ενέργεια που προέρχεται από τον ήλιο και αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών (φωτοβολταϊκών) που εκμεταλλεύονται τη θερμική και ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου με τη χρήση μηχανικών μέσων για τη συλλογή, αποθήκευση και διανομή της. Η Ελλάδα, χώρα με μεγάλη ηλιοφάνεια, προσφέρεται για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.



Η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τόσο σε απομακρυσμένες όσο και σε κατοικημένες περιοχές, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, κάνει ελκυστική τη χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα. Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τη δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα αποτελείται από:

- το Φ/Β πλαίσιο (είδος ηλιακού συλλέκτη)
- το σύστημα αποθήκευσης της ενέργειας (μπαταρίες)
- τα ηλεκτρονικά συστήματα που ελέγχουν την ηλεκτρική ενέργεια που παράγει η Φ/Β συστοιχία και ταυτόχρονα μετατρέποντας το σε συμβατική τάση των 220 V – 380 V.





Όταν τα Φ/Β πλαίσια εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία τότε αυτά μετατρέπουν ένα 13 – 19 % περίπου της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Είναι συνήθως τετράγωνα, με πλευρά 120 – 160 mm.

Δυο τύποι πυριτίου χρησιμοποιούνται για την δημιουργία φωτοβολταϊκών

στοιχείων: το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο, ενώ το κρυσταλλικό πυρίτιο διακρίνεται σε *μονοκρυσταλλικό* ή *πολυκρυσταλλικό*. Το άμορφο και το κρυσταλλικό πυρίτιο παρουσιάζουν τόσο πλεονεκτήματα, όσο και μειονεκτήματα, και κατά τη μελέτη του φωτοβολταϊκού συστήματος γίνεται η αξιολόγηση των ειδικών συνθηκών της εφαρμογής (κατεύθυνση και διάρκεια της ηλιοφάνειας, τυχόν σκιάσεις κλπ.) ώστε να επιλεγεί η κατάλληλη τεχνολογία.

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από μια Φ/Β συστοιχία είναι συνεχούς ρεύματος (DC), και για το λόγο αυτό οι πρώτες χρήσεις των φωτοβολταϊκών αφορούσαν εφαρμογές DC τάσης: κλασικά παραδείγματα είναι ο υπολογιστής τσέπης («κομπιουτεράκι») και οι δορυφόροι. Με την προοδευτική αύξηση όμως του βαθμού απόδοσης, δημιουργήθηκαν ειδικές συσκευές – οι μετατροπείς (inverters) - που σκοπό έχουν να μετατρέψουν την έξοδο συνεχούς τάσης της Φ/Β συστοιχίας σε εναλλασσόμενη τάση. Με τον τρόπο αυτό, το Φ/Β σύστημα είναι σε θέση να τροφοδοτήσει μια σύγχρονη εγκατάσταση (κατοικία, θερμοκήπιο, μονάδα παραγωγής κλπ.) που χρησιμοποιεί κατά κανόνα συσκευές εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). Επιπλέον, η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική γίνεται αθόρυβα, αξιόπιστα και δίχως καμιά επιβάρυνση για το περιβάλλον.

Επιπλέον, η απόδοση των Φ/Β σε ενέργεια μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη κατεύθυνση τους προς τον ήλιο και μάλιστα παρατηρείται μεγαλύτερη βελτίωση όσο μεγαλύτερο είναι το εύρος της ευθείας ακτινοβολίας στο σύνολο της ακτινοβολίας. Τεχνικά η συνεχής στροφή προς τον ήλιο απαιτεί μια σταθερή κατασκευή με κίνηση και ρύθμιση της κατεύθυνσης. Αυτό βέβαια συνδέεται πάντα με μεγαλύτερο κόστος σε σχέση με το σταθερό μοντάρισμα, αλλά και με την κατανάλωση πρόσθετου ρεύματος. Η διεξαγωγή με δύο άξονες λειτουργεί με δύο προωσθήρες, ώστε να προσαρμοστεί και η κατεύθυνση

(δηλ. η περιστροφή γύρω από κάθετο άξονα) και η κλίση (ροπή γύρω από οριζόντιο άξονα) των Φ/Β στη θέση του ήλιου και να φέρει την καλύτερη δυνατή απόδοση. Αντίθετα, στην μονοαξονική διεξαγωγή χρησιμοποιείται ένας κυρτός, πολικός (δηλ. κατευθυνόμενος προς το βορρά) άξονας με έναν μόνο προωστήρα. Αυτού του είδους η διεξαγωγή έχει μικρότερη απόδοση σε ενέργεια, σε σχέση με τη διεξαγωγή των δύο αξόνων.

Η ηλιακή ακτινοβολία πάνω στην ηλιακή γεννήτρια ενισχύεται, κατά κύριο λόγο και με έναν καθρέφτη, δηλαδή μέσω της συγκέντρωσης του ηλιακού φωτός. Βέβαια η χρήση ανακλαστών έχει νόημα μόνο στην κινούμενη εγκατάσταση. Η μορφή αυτή δεν μπόρεσε να επικρατήσει στην χώρα μας γιατί:

- Η συγκέντρωση του ηλιακού φωτός αξίζει μόνο υπό συνθήκες κινούμενου μονταρίσματος και υψηλού μέρους ευθείας ακτινοβολίας.
- Οι φωτοκυψέλες θερμαίνονται έντονα μέσω της συγκέντρωσης της ακτινοβολίας, έτσι ώστε όταν ο βαθμός συγκέντρωσης είναι μεγαλύτερος του 2, χωρίς ενεργή ψύξη σε κυψέλες από Silicon, προξενούνται ζημιές στις κυψέλες.
- Η παραγωγή καθρεφτών είναι φθηνότερη από ότι η παραγωγή Φ/Β, αλλά δε φέρνουν τόσο μεγάλη πρόσθετη απόδοση. Επίσης, εκτός αυτού, απαιτούν πολύ χώρο στο μοντάρισμα όταν είναι σε κινούμενη εγκατάσταση.

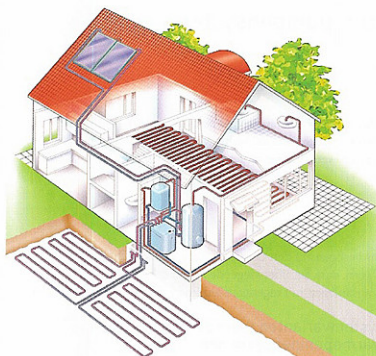
Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στα κτίρια μπορεί να έχει πολλαπλά οφέλη. Εκτός από την παραγωγή ηλεκτρισμού, τα Φ/Β πλαίσια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως δομικά στοιχεία για την κάλυψη της οροφής, για την επένδυση της πρόσοψης ή και ως σκίαστρα. Το νέο αυτό στοιχείο στην αρχιτεκτονική, θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρωτότυπες λύσεις για την εμφάνιση των κτιρίων.

Για την κατάλληλη τοποθέτηση ενός ηλιακού συστήματος, υπολογίζεται πρώτα το μέγεθος της γεννήτριας ρεύματος, ανάλογα με την υφιστάμενη ανάγκη για ενέργεια σε κάθε περίπτωση. Το ηλιακό σύστημα θα πρέπει να προμηθεύει ενέργεια σε επαρκή ποσότητα, ώστε να καλύπτει το ρεύμα που καταναλώνουν στη διάρκεια της ημέρας λάμπες, συσκευές, καθώς επίσης και την ενέργεια που καταναλώνει η ίδια η εγκατάσταση.

### Παθητικά ηλιακά συστήματα

Με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων μπορούμε να πετύχουμε παραγωγή ζεστού νερού:

- Σε βιομηχανίες που απαιτούν ζεστό νερό κατά τη διάρκεια της παραγωγικής τους διαδικασίας, όπως σαπωνοποιεία, βυρσοδεψεία, παραγωγή γαλακτοκομικών προϊόντων, βαφεία, ζυθοποιεία κ.λ.π.
- Σε θερμοκήπια για θέρμανση χώρου και εδάφους.
- Σε μεγάλα κτίρια ιδιωτικά και δημόσια, όπως νοσοκομεία, πολυκατοικίες, κ.λ.π.
- Σε οικιστικά σύνολα αλλά και βιοκλιματικές κατοικίες.



Ενώ το δυναμικό των παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης είναι πολύ μεγάλο, οι εφαρμογές στην Ελλάδα είναι πολύ λίγες. Μέχρι σήμερα αριθμούν λίγο παραπάνω από 250. Το μεγαλύτερο ποσοστό αποτελείται από ιδιωτικά κτίρια του οικιακού τομέα ενώ σε δεύτερη βαθμίδα μεγέθους ακολουθούν τα εκπαιδευτικά κτίρια. Οι υπόλοιπες εφαρμογές καλύπτουν άλλες χρήσεις. Τα περισσότερα κτίρια έχουν κτισθεί στη Ζώνη Α (όπως ορίζεται από τον ισχύοντα Κανονισμό Θερμομόνωσης) και το μεγαλύτερο ποσοστό τους στην Κρήτη. Τα υπόλοιπα εντοπίζονται στη Μακεδονία και κυριότερα στη Θεσσαλονίκη και τα περίχωρά της αλλά και στην Αττική. Τα συστήματα που έχουν χρησιμοποιηθεί είναι στο μεγαλύτερο ποσοστό τους πολύ απλά. Οι βασικοί παράγοντες αναχαίτισης της εφαρμογής των παθητικών ηλιακών συστημάτων είναι οι ακόλουθοι:

- Έλλειψη γνώσεων μεταξύ των αρχιτεκτόνων και των μηχανικών γενικότερα.
- Έλλειψη ενημέρωσης του κοινού.
- Έλλειψη βιομηχανοποιημένων προϊόντων απαραίτητων για την κατασκευή και ορθή λειτουργία των παθητικών συστημάτων καθώς και τυποποίησης των δομικών στοιχείων.
- Γενική τάση των ιδιωτών αλλά και του Δημοσίου στην τοποθέτηση όσο το δυνατόν μικρότερου αρχικού κεφαλαίου με συνέπεια το αυξημένο κόστος λειτουργίας των κτιρίων.

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας στην θέρμανση των εσωτερικών χώρων, με τη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων τα οποία ενσωματώνονται στο κτιριακό κέλυφος συμφέρουν οικονομικά. Βέβαια για να έχουμε τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα, θα πρέπει

να προηγηθεί σωστή μελέτη και σχεδιασμός του κτιρίου με βάση τις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής για να επιτευχθεί ο καλύτερος προσανατολισμός, να εξοικονομηθεί ενέργεια και να μειωθεί η ρύπανση του περιβάλλοντος.

#### Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα.
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής.
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη.
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας.
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών.
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογιστεί κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό. Μια γενική ενδεικτική τιμή είναι 4000 ευρώ ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25 χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

## **Αιολική ενέργεια**

Η αιολική ενέργεια είναι μια από τις παλαιότερες μορφές φυσικής ενέργειας. Αξιοποιήθηκε από πολύ νωρίς για την παραγωγή μηχανικού έργου και έπαιξε αποφασιστικό ρόλο στην εξέλιξη της ανθρωπότητας.

Ο άνθρωπος ξεκίνησε να χρησιμοποιεί την αιολική ενέργεια στα ιστιοφόρα πλοία, γεγονός που συνέβαλε αποφασιστικά στην ανάπτυξη της ναυτιλίας. Επίσης, μια άλλη εφαρμογή της αιολικής ενέργειας είναι οι ανεμόμυλοι όπου μαζί με τους νερόμυλους συγκαταλέγονται στους αρχικούς κινητήρες που αντικατέστησαν τους μυς των ζώων ως πηγές ενέργειας.

Διαδόθηκαν στην Ευρώπη επί 650 χρόνια, από τον 12<sup>ο</sup> μέχρι τις αρχές του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οπότε άρχισε σταδιακά να περιορίζεται η χρήση τους, λόγω κυρίως της ατμομηχανής. Η οριστική τους εκτόπιση άρχισε μετά τον Α΄ Παγκόσμιο πόλεμο, παράλληλα με την ανάπτυξη του κινητήρα εσωτερικής καύσεως και την διάδοση του ηλεκτρισμού. Κατά τη δεκαετία του 1970, το ενδιαφέρον για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες και ανεμόμυλους ανανεώθηκε λόγω της ενεργειακής κρίσης και των προβλημάτων που δημιουργεί η ρύπανση του περιβάλλοντος.

Τα συγκροτήματα που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου (αιολική ενέργεια) σε ηλεκτρική ενέργεια λέγονται ανεμογεννήτριες ή ανεμοηλεκτρικές γεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες προηγμένης τεχνολογίας που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον είναι κυρίως δύο τύπων: ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα με πτερύγια και ανεμογεννήτριες Νταριέ με κατακόρυφο άξονα (από τον Γάλλο G.J.M.Darrieus που τις εφεύρε το 1925). Οι ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα, που είναι πιο εξελιγμένες και διαδεδομένες, έχουν συνήθως δύο ή τρία πτερύγια και η ισχύς τους κυμαίνεται από λίγα κιλοβάτ έως μερικά μεγαβάτ. Οι ανεμογεννήτριες Νταριέ είναι απλούστερες και μικρότερης ισχύος.

Οι ανεμογεννήτριες λειτουργούν ως εξής: Η ισχύς που αποδίδει, κατ' επέκταση και η ενέργεια που παράγει, μια ανεμογεννήτρια είναι συνάρτηση του κύβου της ταχύτητας του ανέμου, της πυκνότητας του ανέμου και των τεχνικών χαρακτηριστικών του συγκροτήματος. Η ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος και γι' αυτό οι ανεμογεννήτριες τοποθετούνται πάντα στην κορυφή υψηλών πύργων στήριξης. Παρ' όλα αυτά οι θεωρητικοί υπολογισμοί δείχνουν ότι για την παραγωγή ωφέλιμου έργου μπορεί

να αξιοποιηθεί μόνο το 53,9 % της συνολικής ενέργειας του ανέμου. Η ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα με πτερύγια ανταποκρίνεται στις μεταβολές ταχύτητας του ανέμου με αυτόματη αλλαγή της κλίσης των πτερυγίων. Ο άξονας της παραλληλίζεται αυτόματα προς τη διεύθυνση του ανέμου έτσι ώστε ο άνεμος να προσβάλλει κάθετα την επιφάνεια που διαγράφουν τα πτερύγια. Μ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται τελικά η βέλτιστη παραγωγή ενέργειας από το άνεμο με συντελεστή μέχρι 46 έως 48 % και εξασφαλίζονται ικανοποιητικά όρια στα χαρακτηριστικά της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τον σχεδιασμό ενός αυτόνομου αιολικού ηλεκτρικού συστήματος θα πρέπει να προβλεφθεί αποθήκευση. Ο συνηθέστερος τρόπος είναι η εγκατάσταση συσσωρευτών, αλλά στο μέλλον ίσως χρησιμοποιηθούν και άλλοι μέθοδοι, όπως υδροδυναμική εκμετάλλευση, πεπιεσμένου αέρα, παραγωγή υδρογόνου, κλπ.

### **Γεωθερμική ενέργεια**

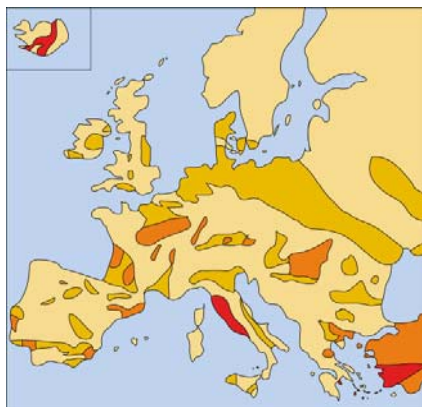
Ως γεωθερμία ορίζεται η εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης από όπου με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή ψύξης, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές.



Η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας είναι μια μηχανή που μπορεί να μεταφέρει τη θερμότητα από τον ψυχρό χώρο στον θερμό, ή στη γλώσσα των μηχανικών, από τη «θερμή δεξαμενή» στην «ψυχρή δεξαμενή». Ακριβώς την ίδια δουλειά εκτελεί το οικιακό ψυγείο και το κλιματιστικό μηχανήματα που απαντάται στα σπίτια και στα γραφεία. Μια διαφορά που έχει το ψυγείο με το κλιματιστικό είναι το ότι στο δεύτερο μπορεί να οριστεί από το χρήστη η θερμή και ψυχρή δεξαμενή. Το καλοκαίρι ορίζουμε θερμή δεξαμενή το περιβάλλον και ψυχρή τον εσωτερικό χώρο (επιλέγοντας λειτουργία ψύξης).

Η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (Geothermal Heat Pump ή για συντομία GHP) αντί να χρησιμοποιεί τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος για να αποβάλλει (καλοκαίρι) ή να αντλήσει (χειμώνας) θερμότητα, χρησιμοποιεί τη θερμότητα που περικλείουν τα υπόγεια

νερά, τα νερά των λιμνών και της θάλασσας, και τη θερμότητα που περικλείει το χώμα! Έχει επαληθευτεί το γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους η θερμοκρασία είναι σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Η Αντλία Θερμότητας χρησιμοποιώντας ένα δίκτυο σωληνώσεων, όπου κυκλοφορεί νερό, κατάλληλα τοποθετημένων ανταλλάζει θερμότητα με το έδαφος ή με τη θάλασσα αναλόγως την εγκατάσταση.



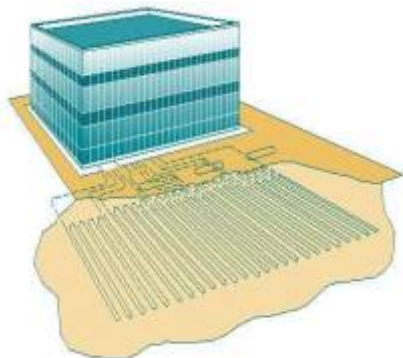
Μπορεί να κάνει κάποιος τη σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού με αερόψυκτες εξωτερικές μονάδες όπως πχ τα πολύ γνωστά σε όλους μας κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου, οι εξωτερικές μονάδες των οποίων είναι εμφανείς στα μπαλκόνια των διαμερισμάτων ή στα δώματα των κτιρίων. Όλοι όσοι τα έχουν χρησιμοποιήσει το καλοκαίρι κατά τη διάρκεια μιας πολύ ζεστής μέρας

(35°C ή και 40°C), γνωρίζουν τη δραματική πτώση της απόδοσής τους και την αδυναμία τους να δροσίσουν ικανοποιητικά το χώρο. Αυτό συμβαίνει γιατί η συσκευή καλείται να αποβάλει θερμότητα σε ένα περιβάλλον ήδη κορεσμένο από θερμικό φορτίο και να καταβάλει μια μάταιη προσπάθεια καταναλώνοντας υπερβολικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Αν όμως η κλιματιστική συσκευή απέβαλε τη θερμότητα σε ένα ψυχρότερο περιβάλλον, όπως αυτό του εσωτερικού του εδάφους, όπου ακόμη και στις θερμότερες μέρες του καλοκαιριού η θερμοκρασία δεν ξεπερνάει τους 20 °C, τότε η απόδοσή της θα ήταν πάρα πολύ μεγάλη και η οικονομία σε ηλεκτρική ενέργεια τεράστια.

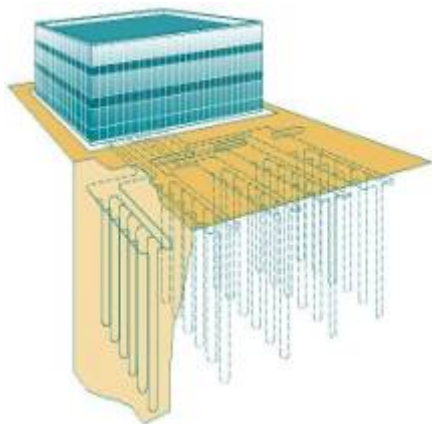
Σε αυτή την αρχή της θερμοδυναμικής βασίζεται η χρήση των γεωθερμικών εναλλακτών, που κατά μια έννοια «μεταφέρουν», με τη βοήθεια της αντλίας θερμότητας, τους 20°C του εδάφους μέσα στο κτίριο, καταναλώνοντας έτσι την ελάχιστη δυνατή ηλεκτρική ενέργεια. Κατ' ανάλογο τρόπο, το χειμώνα, το γεωθερμικό σύστημα καλείται να ανυψώσει τους 15-17 °C του εδάφους μέχρι τους 20 – 22 °C για να ζεστάνει το εσωτερικό του κτιρίου. Η οικονομία και εδώ είναι τεράστια σε σχέση με μία συμβατική αντλία θερμότητας αέρα. Να σημειωθεί ότι τα συμβατικά κλιματιστικά μηχανήματα αδυνατούν σχεδόν να ζεστάνουν το χώρο σε θερμοκρασίες κάτω των 0 °C.



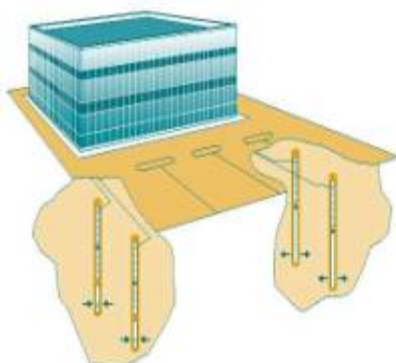
Υπάρχουν τρεις βασικές μέθοδοι εγκατάστασης του γεωθερμικού εναλλάκτη, οι οποίες παρουσιάζουμε παρακάτω:



1. Εγκατάσταση κλειστού βρόχου (ανακυκλοφορία του ψυκτικού) με οριζόντιες σπείρες σωληνώσεων. Ανοίγονται ορύγματα βάθους περίπου 2 m ή γίνεται εξολοκλήρου εκσκαφή του χώρου και τοποθετείται ο γεωθερμικός εναλλάκτης. Χρησιμοποιείται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα όταν επαρκεί ο χώρος του οικοπέδου επειδή είναι η πιο οικονομική λύση.



2. Εγκατάσταση κλειστού βρόχου (ανακυκλοφορία του ψυκτικού) με κατακόρυφες σπείρες σωληνώσεων. Γίνονται γεωτρήσεις σε μικρά σχετικά βάθη και εισάγονται σωλήνες που αποτελούν το γεωθερμικό εναλλάκτη. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις όπου η επιφάνεια του οικοπέδου είναι μικρή και δεν μπορεί να εφαρμοσθεί η 1η μέθοδος.



3. Εγκατάσταση με γεωτρήσεις άντλησης και επαναφοράς υπογείων υδάτων. Το νερό αντλείται από τον υδροφόρο ορίζοντα διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στη γη. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται σε περιοχές με ρηχό βάθος υδροφόρου ορίζοντα. Βασικό του πλεονέκτημα είναι οι ελάχιστες απαιτήσεις σε χώρο στο οικόπεδο.



### **Πλεονεκτήματα από τη χρήση**

- Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο θέρμανσης.
- Οικονομική λειτουργία με ετήσιο κόστος μικρότερο από το μισό αντίστοιχο κόστος πετρελαίου.
- Δροσισμός χωρίς κόστος το καλοκαίρι.
- Μηδενικό κόστος συντήρησης.
- Χωρίς λεβητοστάσιο, καμινάδες, δεξαμενή πετρελαίου, ρύπους και έξοδα συντήρησης.

## ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗΝ ΚΗΦΙΣΙΑ

Η κατοικία βρίσκεται στην Κηφισιά Αττικής, το κτίριο έχει έκταση 208,1 τ.μ. διαθέτει δύο ορόφους και ένα υπόγειο. Η κατοικία παρουσιάζει χαμηλό φορτίο θέρμανσης λόγω του τρόπου που έχει σχεδιαστεί καθώς διαθέτει



μεγάλα ανοίγματα άμεσου κέρδους και συμπαγή όγκο. Τα ηλιακά κέρδη που δέχεται ανέρχονται στο 53 % του θερμικού ισοζυγίου την περίοδο θέρμανσης ενώ από τη βοηθητική θέρμανση καλύπτεται το 38 %. Το τελικό αποτέλεσμα της κατασκευής διαφοροποιείται από το αρχικό σχέδιο καθώς σε αυτό είχαν σχεδιαστεί τοίχοι Trombe, οι οποίοι δεν κατασκευάστηκαν, όπως και η κατασκευή θερμοκηπίου προσαρτημένου στο κτίριο, το οποίο τελικά κατασκευάστηκε ενσωματωμένο στην κατοικία και λειτουργεί ως λιακωτό. Το λιακωτό διαθέτει ανοιγόμενα υαλοστάσια με 75 % κλίση, πλαϊνές πόρτες, σταθερή οριζόντια σκίαση με δυνατότητα πλήρους σκίασης με τέντα ενώ παράλληλα μπορεί να αερίζεται καθώς βρίσκεται σε απόσταση από τους υαλοπίνακες.

Όπως αναφέρθηκε το τελικό αποτέλεσμα από το αρχικό σχέδιο διαφέρει κι αυτό έχει επιπτώσεις στην ενεργειακή κατανάλωση. Η κατοικία, σε σχέση με ένα συμβατικό σπίτι που δεν διαθέτει παθητικά ηλιακά συστήματα παρουσιάζει επιβαρύνσεις καθώς έχει αυξημένα φορτία θέρμανσης κατά 0,6 %, ενώ η αρχική εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση που είχε αρχικά προβλεφθεί ήταν 12,5 %. Το θερμοκήπιο, επιβαρύνει κι αυτό το κτίριο θερμικά διότι παρά το γεγονός ότι αυξάνει τη θερμοκρασία του χώρου παρουσιάζει μεγάλες θερμικές απώλειες κατά τη διάρκεια της νύχτας το χειμώνα ενώ το καλοκαίρι συμπεριφέρεται ελάχιστα καλύτερα από την αρχική μελέτη. Σύμφωνα με την αρχική μελέτη το θερμοκήπιο θα εξοικονομούσε ενέργεια της τάξης του 4,5 % και οι τοίχοι Trombe 3 %, οι οποίοι θα συντελούσαν στην αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 °C το χειμώνα με την παράλληλη βελτίωση της θερμικής άνεσης λόγω της υψηλής επιφανειακής θερμοκρασίας ενώ το καλοκαίρι ήταν απαραίτητος ο σκιασμός.

Τα παθητικά συστήματα δροσισμού που υπάρχουν στο κτίριο είναι αυτά που είχαν αρχικά προβλεφθεί και περιλαμβάνουν τη σκίαση και τον αερισμό του θερμοκηπίου αλλά και το διαμπερή και κατακόρυφο νυχτερινό αερισμό. Ο σκιασμός των ανοιγμάτων πραγματοποιείται με τη χρήση εξωτερικών συρόμενων πατζουριών και με προβόλους. Στην οροφή του κλιμακοστασίου υπάρχει άνοιγμα νοτίου προσανατολισμού που λειτουργεί ως αιολική καμινάδα, διευκολύνεται ο αερισμός του κτιρίου με το φαινόμενο φυσικού ελκυσμού και συμβάλλει στην αποφόρτιση του κτιρίου από τη θερμότητα και τη μεγαλύτερη θερμική άνεση. Η θερμική άνεση του κτιρίου προκύπτει καθώς οι θερμοκρασίες των χώρων είναι κάτω από 27,5 °C όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι 31 °C.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Χρυσομαλλίδου Ν.Ν., Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα  
Λάζαρη Ε. Α., Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα
- Τσίπηρας Κ. Σ., Το Οικολογικό Σπίτι
- Κοντορούπης Μ. Γ., Ενεργειακός-Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων και οικισμών
- Κοντορούπης Γεώργιος Μ., Φυτοτεχνικές Παρεμβάσεις και Διαμόρφωση Περιβάλλοντος Χώρου και Χώρων Πρασίνου από τη Σκοπιά του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού
- Κωτσιάνας Φρ., Θερμική Άνεση και Εξοικονόμηση Ενέργειας-Ηλιακά Σπίτια-Ηλιακή Θέρμανση
- Ανδρεαδάκη-Χρονάκη Ε., Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική, Εφαρμογές στην Ελλάδα
- Φραγκουδάκης Α., Θερμοπροστασία, Υγροπροστασία, Ανεμοπροστασία Κτιρίων  
<http://www.tee.gr/online/afieromata/2002/2196/vioclimate.shtml>  
[http://www.renewable.gr/gr/s\\_solar\\_gr.html](http://www.renewable.gr/gr/s_solar_gr.html)  
[http://www.renewable.gr/gr/s\\_aeolian\\_gr.html](http://www.renewable.gr/gr/s_aeolian_gr.html)  
[http://www.renewable.gr/gr/s\\_energy\\_gr.html](http://www.renewable.gr/gr/s_energy_gr.html)  
[http://www.ktirio.gr/gr/\\_dynoP/articles/arthra\\_det.asp?KATEGORY\\_CODE=23&ART\\_HRO\\_NAME=136-31.TXT](http://www.ktirio.gr/gr/_dynoP/articles/arthra_det.asp?KATEGORY_CODE=23&ART_HRO_NAME=136-31.TXT)  
[http://www.ktirio.gr/gr/\\_dynoP/articles/arthra\\_det.asp?KATEGORY\\_CODE=23&ART\\_HRO\\_NAME=146-45.TXT](http://www.ktirio.gr/gr/_dynoP/articles/arthra_det.asp?KATEGORY_CODE=23&ART_HRO_NAME=146-45.TXT)  
[www.enet.gr/online/online\\_text/c=112,dt=16.12.2006,id=96200724](http://www.enet.gr/online/online_text/c=112,dt=16.12.2006,id=96200724)  
[http://www.arch.tuc.gr/lessons/dom\\_physics/ThermalProt2.pdf](http://www.arch.tuc.gr/lessons/dom_physics/ThermalProt2.pdf)  
<http://www.ethnos.gr/article.asp?catid=13122&subid=2&tag=8967&pubid=149142>  
[www.dimokratiki.org/?p=3776](http://www.dimokratiki.org/?p=3776)  
[www.cres.gr/kape/education/design\\_guidelines\\_el.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/design_guidelines_el.pdf) -  
[el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία](http://el.wikipedia.org/wiki/Γεωθερμία)  
[www.geoexchange.gr/geothermia.ph](http://www.geoexchange.gr/geothermia.ph)