



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου σύγχρονης κατοικίας για τετραμελή οικογένεια στον Άγιο Νικόλαο Κρήτης.



Επιβλέπουσα καθηγήτρια  
Ασπασία Μπουρμπαχάκη

Σπουδαστές  
Κυριακή Ευαγγελινάκη  
Σοφία Προγόνη  
Ανδρέας Σύμπουρας



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίου σύγχρονης κατοικίας για τετραμελή οικογένεια στον Άγιο Νικόλαο Κρήτης.

Επιβλέπουσα καθηγήτρια  
Ασπασία Μπουρμπαχάκη

Σπουδαστές  
Κυριακή Ευαγγελινάκη  
Σοφία Προγόνη  
Ανδρέας Σύμπουρας

## **Εισαγωγή**

Η πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τον ενεργειακό-βιοκλιματικό σχεδιασμό κατοικίας μέσω ειδικών συστημάτων.

Το κίνητρο για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας είναι προϊόν αντίδρασης στην αρνητική και καχύποπτη αντιμετώπιση του βιοκλιματικού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού από μεγάλο ποσοστό της ελληνικής κοινωνίας. Μία κοινωνία που κατακλύζεται από παραπληροφόρηση η οποία εξυπηρετεί ιδιωτικά συμφέροντα που σχετίζονται με τον τομέα της κατασκευής.

Η πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει τη θεωρητική προσέγγιση όπου αναλύεται η βιοκλιματική φιλοσοφία στην κατασκευή μιας κατοικίας. Πέρα όμως από το θεωρητικό μέρος του θέματος κρίθηκε απαραίτητη η σύγκριση υπολογιστικά των ενεργειακών απαιτήσεων μιας συνήθους κατασκευής και μίας βιοκλιματικής κατασκευής, η οποία σχεδιάστηκε στον Άγιο Νικόλαο Κρήτης, για να διαπιστωθούν τα οφέλη.

Το ερώτημα που θέλουμε να απαντήσουμε μέσω αυτής της εργασίας είναι κατά πόσο επιβαρύνεται οικονομικά ένας ιδιώτης από την βιοκλιματική κατασκευή αλλά και πόσο βελτιώνεται η ποιότητα ζωής του.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## Α' ΜΕΡΟΣ - ΘΕΩΡΙΑ

- 1. Γενικά στοιχεία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής**
  - 1.1. Η βιοκλιματική φιλοσοφία ..... σελ.8
  - 1.2. Η βιοκλιματική παράμετρος ..... σελ.10
  - 1.3. Βιοκλιματικές παρεμβάσεις ..... σελ.13
  
- 2. Βιοκλιματικά κτίρια**
  - 2.1. Παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψη στην κατασκευή ενός βιοκλιματικού σπιτιού..... σελ.14
  - 2.2. Ορισμένες Βασικές Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού ..... σελ.20
  - 2.3. Βιοκλιματικές Παρεμβάσεις στα Κτίρια ..... σελ.21
  - 2.4. Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας..... σελ.22
  
- 3. Επιδράσεις κλίματος στη μελέτη βιοκλιματικών κτιρίων**
  - 3.1. Το Πρωτόκολλο του Κιότο ..... σελ.27
  - 3.2. Παραγωγή ενέργειας ..... σελ.28
    - 3.2.1. Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου ..... σελ.28
    - 3.2.2. Θέρμανση ..... σελ.30
    - 3.2.3. Ηλιοπροστασία ..... σελ.30
    - 3.2.4. Φύτευση..... σελ.31
    - 3.2.5. Δροσισμός..... σελ.31
    - 3.2.6. Θερμικοί Ηλιακοί Συλλέκτες..... σελ.32
    - 3.2.7. Ανλίες Θερμότητας..... σελ.33
  - 3.3. Βιόκλιμα..... σελ.43
    - 3.3.1. Εκτίμηση του Βιοκλίματος..... σελ.43
    - 3.3.2. Διαδικασία Εκπόνησης Ενεργειακών Μελετών Κτιρίων σελ.46
    - 3.3.3. Θερμικές Απώλειες από Αγωγιμότητα..... σελ.47
    - 3.3.4. Θερμικές Απώλειες χώρου από μη ελεγχόμενο αερισμό (Διείσδυση αέρα) ..... σελ.48
  - 3.4. Παθητικά Συστήματα..... σελ.50
    - 3.4.1.Συστήματα με άμεσα ή απευθείας ηλιακό κέρδος..... σελ.51
    - 3.4.2.Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος..... σελ.52

<b>4. Διάφορα στοιχεία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής</b>	
4.1. Θερμοκήπια.....	σελ.63
4.2. Το γυαλί στα κτίρια .....	σελ.69
4.3. «Υαλος»: τύποι και τεχνικές.....	σελ.69
4.3.1. Τύποι Τζαμιών .....	σελ.73
4.3.2. Προσόψεις από υαλοπετάσματα .....	σελ.73
4.3.3. Λόγος και αντίλογος για τα γυάλινα κτίρια.....	σελ.75
4.3.4. Βιοκλιματικά υαλοπετάσματα .....	σελ.77
4.3.5. Βιοκλιματικά συστήματα σκίασης υαλοπετασμάτων ....	σελ.78
4.4. Φωτοβολταικά.....	σελ.81
4.4.1. Φωτοβολταικά στοιχεία.....	σελ.82
4.4.2. Φωτοβολταικά συστήματα .....	σελ.82
§ Παράρτημα :Πίνακες και Εικόνες .....	σελ.6
§ Παράρτημα : Φυσικό Περιβάλλον Δήμου Αγίου Νικολάου.....	σελ.92

## Β' ΜΕΡΟΣ - ΕΦΑΡΜΟΓΗ

<b>Βιοκλιματικός Σχεδιασμός κατοικίας.....</b>	<b>σελ.105</b>
a. Συνήθης κατασκευής (Πρότυπο 1)	
b. Βιοκλιματική κατασκευή (Πρότυπο 2)	

## Γ' ΜΕΡΟΣ – ΣΧΕΔΙΑ

1. Αξονομετρικό Κατοικίας
2. Αξονομετρικό Αεραγωγών
3. Κάτοψη Αεραγωγών
4. Κάτοψη Τοίχου Trombe-Michel
5. Κάτοψη Θερμοκηπίου
6. Κάτοψη Φωτοβολταικών
7. Κάτοψη Συλλεκτών
8. Όψη Συλλεκτών
9. Όψη Θερμοκηπίου
10. Όψη Τοίχου Trombe-Michel
11. Όψη Φωτοβολταικών

## § **ΒΙΒΛΙΟΦΡΑΦΙΑ**

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΙΝΑΚΩΝ – ΕΙΚΟΝΩΝ

Πίνακας 1.....	σελ.34
Πίνακας 2.....	σελ.36
Πίνακας 3.....	σελ.45
Πίνακας 4.....	σελ.52
Πίνακας 5.....	σελ.60
Πίνακας 6.....	σελ.61
Πίνακας 7.....	σελ.72
Εικόνα 1.....	σελ.13
Εικόνα 2.....	σελ.16
Εικόνα 3.....	σελ.18
Εικόνα 4.....	σελ.19
Εικόνα 5.....	σελ.62
Εικόνα 6.....	σελ.80
Εικόνα 7.....	σελ.88
Εικόνα 8.....	σελ.89
Εικόνα 9.....	σελ.90
Εικόνα 10.....	σελ.91
Εικόνα 11 .....	σελ.91

**Α' ΜΕΡΟΣ**

**ΘΕΩΡΙΑ**

## 1. Γενικά στοιχεία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

### 1.1 Η βιοκλιματική φιλοσοφία

Λέγοντας «βίο-αρχιτεκτονική σύλληψη» εννοούμε την ενσωμάτωση στο κτίριο όλων εκείνων των ευαίσθητων και κρίσιμων παραμέτρων που μας οδηγούν όχι μόνο στην κάλυψη των κριτηρίων: «necessities, commodities et volutes», αλλά και του κριτηρίου «ecological», της «λογικής του οίκου», της οικολογικής λογικής, στη θέρμανση, στο δροσισμό και στο φωτισμό ενός κτιρίου, της εξοικονόμησης ενέργειας, δηλαδή, και της χρησιμοποίησης οικολογικών υλικών φιλικών προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Ο Αλμπέρτι (Alberti) ορίζει την αρχιτεκτονική ως εκείνη τη νοητική σύλληψη που οδηγεί τη ζωή και την εξέλιξη των ανθρώπινων κοινωνιών στο να εναρμονιστούν όσο το δυνατόν καλύτερα και πληρέστερα με τα κριτήρια: «necessitas, commoditas et voluptas»:

- Η «αναγκαιότητα» («necessitas») ορίζεται ως η εναρμόνιση της κατασκευής με τους νόμους της φυσικής και της μηχανικής.
- Η «άνεση» («commoditas») εκφράζεται από την κάλυψη μιας μέσης κοινωνικής ανάγκης.
- Η «θελκτικότητα» («voluptas») ορίζεται ως η ικανότητα της αρχιτεκτονικής να εκφράζει, με τα δικά της μέσα, μια ποιητική του δομημένου χώρου που προέρχεται από την εσωτερική ευχαρίστηση της έκφρασης του συναισθήματος της ομορφιάς.

Εννοείται ότι υπάρχουν πολλοί, και πολλές φορές διαφορετικοί μεταξύ τους, τρόποι προσέγγισης της αρχιτεκτονικής σύλληψης.

- Υπάρχει, φερ' ειπείν, η «μεθοδολογική προσέγγιση», σύμφωνα με την οποία η δυσκολία επίλυσης ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος, άρα και της σύλληψης ενός αρχιτεκτονικού έργου, βρίσκεται κυρίως στην έλλειψη ικανότητας έκφρασης του ίδιου του προβλήματος.



- Ο Πόπερ (Popper), της Σχολής της Βιέννης, παρατηρούσε χαρακτηριστικά, ότι "ένα ανθρώπινο πνεύμα που έχει εκ των προτέρων τη γνώση, κατασκευάζει από μόνο του εκείνες τις παρατηρήσεις, που όταν συγκριθούν με τις συνιστάμενες ενός δεδομένου προβλήματος, θα οδηγήσουν, κάποια στιγμή, στην επίλυσή του".
- Στη συνέχεια, ο Τζέισελ (Zeisel) πρότεινε, με βάση τις παρατηρήσεις του Πόπερ, το «μοντέλο της μάθησης», ως τη βάση που οδηγεί στην αρχιτεκτονική σύλληψη. Όσο περισσότερα έχει δει, διαβάσει, ακούσει, διαισθανθεί ο αρχιτέκτονας, τόσο το καλύτερο για την παραγωγή του έργου του.
- Υπάρχει, όμως, και το «μοντέλο της αντιστοίχισης», κατά την οποία η αρχιτεκτονική σύλληψη, αντιστοιχεί στην ίδια διαδικασία σύμφωνα με την οποία παράγεται ένα αρχιτεκτονικό έργο.

Ο Ντ. Γκίμπερτ (D. Guibert) πρότεινε, στο πλαίσιο αυτής της λογικής, την αναγνώριση ενός αρχιτεκτονικού προβλήματος μέσα από την αντιστοίχιση του με το ίδιο το corpus (σώμα) των προβλημάτων που απασχολούν την κοινωνία ή (και) την εποχή στην οποία απευθύνεται.

Σε αυτή την περίπτωση, ο αρχιτέκτονας μεταφράζει περισσότερο ιδέες και συναισθήματα που απαιτούν μια αποκωδικοποίηση, στο πλαίσιο, παραδείγματος χάριν, μιας οικογένειας, μιας περιοχής ή μιας κοινωνίας ολόκληρης.

- Υπάρχει, τέλος, και η μεθοδολογία που αποτελεί συγκερασμό του «μοντέλου της μάθησης» και του «μοντέλου της αντιστοίχισης» και την οποία και έχουμε ακολουθήσει πιστά στη διάρκεια των μέχρι στιγμής 25 χρόνων της ταπεινής επαγγελματικής μας ζωής.

## 1.2 Η βιοκλιματική παράμετρος

Ως «βιοκλιματική παράμετρος» νοείται η μελέτη του κλίματος μιας δεδομένης περιοχής, στην οποία πρόκειται να παραχθεί ένα αρχιτεκτονικό έργο (από μια απλή μονοκατοικία, έως ένα πολύπλοκο και ογκώδες κτιριακό συγκρότημα). Τα κλιματικά δεδομένα που κυρίως μας ενδιαφέρουν στη φάση της βιο-αρχιτεκτονικής σύλληψης είναι οι μέσες θερμοκρασίες ανά μήνα, οι μέσες μέγιστες, οι μέσες ελάχιστες, αλλά και η σχετική υγρασία.

Τα δεδομένα αυτά μας επιτρέπουν να αντιληφθούμε τις εξωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης ενός μελλοντικού κτιρίου. Όσο, λοιπόν, αυτές οι παράμετροι είναι άνετες κατά τρόπο συνεχή και κατανοητό, τόσο πιο εύκολο είναι να συλλάβουμε μια αρχιτεκτονική μορφή που να ανταποκριθεί στις προσδοκίες μας.

Η μελέτη, επίσης, αυτών των παραμέτρων μπορεί να μας οδηγήσει στην αποφυγή λαθών: για ποιο λόγο, λόγου χάριν, να επιχειρήσουμε να αυξήσουμε την εσωτερική θερμοκρασία, μέσω, παραδείγματος χάριν, ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, όταν αυτό δεν είναι αναγκαίο, σύμφωνα με τη μελέτη του τοπικού κλίματος;

Αν, λόγου χάριν, σε μια ιδανική περίπτωση, όλες τις ημέρες του χρόνου και σχεδόν είκοσι τέσσερις ώρες το εικοσιτετράωρο η σχέση υγρασίας/εξωτερικής θερμοκρασίας (P/T), μένει στο πλαίσιο θερμικής άνεσης, αρκεί να σχεδιάσουμε ένα αρχιτεκτονικό κέλυφος τέτοιο, ούτως ώστε η εσωτερική θερμοκρασία ( $T_i$ ) να είναι σχεδόν ίδια με την εξωτερική ( $T_e$ ). Δηλαδή:  $T_i = T_e$ , εξασφαλίζοντας ουσιαστικά μόνον ίσκιο για τους χρήστες του κελύφους.

Κάτι ξέρουν οι ιθαγενείς των τροπικών δασών, που κατασκευάζουν ξυλοκαλύβες ανοικτές από παντού, οι οποίες όμως εξασφαλίζουν βαθιά σκιά στους χρήστες τους.

(Δυστυχώς, δεν ήταν λίγες οι φορές που μηχανικοί οι οποίοι δούλεψαν για λογαριασμό, παραδείγματος χάριν, της Παγκόσμιας Τράπεζας σε αυτές τις περιοχές και στο πλαίσιο των υποτιθέμενων προγραμμάτων για τον Τρίτο Κόσμο, Κατασκεύασαν καλύβες με στέγες από μπετόν ή από σίδηρο, υλικά, δηλαδή, που δεν μπορούν να ανακλάσουν την ηλιακή ακτινοβολία...)

Φυσικά, δεν είναι όλες οι κλιματικές συνθήκες ευνοϊκές στον πλανήτη αυτόν που ζούμε και γι' αυτό ορίζουμε τις εξής δύο θερμοκρασίες:

$T_{conb}$  = θερμοκρασία χαμηλής άνεσης· και:

$T_{conh}$  = θερμοκρασία υψηλής άνεσης.

Όταν η μέση εξωτερική θερμοκρασία ( $T_{em}$ ) είναι μικρότερη από την  $T_{conb}$  ( $T_{em} < T_{conb}$ ), μιλάμε για μια κρίσιμη περίοδο ψύχους μέσης άνεσης (εξωτερικής της σκιάς) και όταν  $T_{em} > T_{conh}$ , για μια κρίσιμη περίοδο ζέστης μέσης άνεσης.

1 Στην πραγματικότητα, όμως, γνωρίζουμε όταν, παραδείγματος χάριν, στη διάρκεια του καλοκαιριού ανανεωθεί ο εσωτερικός αέρας μιας κατασκευής, λόγω της διαφοράς  $(T_i - T_e) = \Delta T_m$ , οι αυξομειώσεις των κατώτερων και ανώτερων εσωτερικών θερμοκρασιών  $A_{iinf}$  και  $A_{isup}$ , που μπορούμε να παρατηρήσουμε με ένα ενιαίο σύμβολο  $A_i$ , δεν είναι αμελητέες, παρά μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις κλιμάτων. Σε ένα κτίριο, δηλαδή, η θερμική άνεση, μπορεί να επιτευχθεί με φυσικό τρόπο, μόνο όταν:

$T_{em} + \Delta T_m - A_i > T_{conb}$ , από την πλευρά της κρίσιμης περιόδου ψύχους· ή όταν:

$T_{em} + \Delta T_m + A_i < T_{conh}$ , από την πλευρά της κρίσιμης περιόδου ζέστης.

Ήδη, φαντάζομαστε, ότι μπορούμε να αντιληφθούμε ότι η θερμική άνεση μιας κατασκευής δεν εξαρτάται μόνον από το εξωτερικό τοποκλίμα, αλλά και από την ίδια την αρχιτεκτονική της, αφού οι παράμετροι  $\Delta T_m$  και  $A_i$  εξαρτώνται καθαρά από τις διαστάσεις και τον προσανατολισμό, μεταξύ των άλλων, κάποιων ανοιγμάτων!

Τα ίδια κλίματα του πλανήτη μας μπορούν να ταξινομηθούν, με την ίδια λογική, ως εξής:

α) Κρύα κλίματα:

*Χειμώνας*: με  $T_{em} \ll T_{conb}$  ή  $T_{em} < T_{conb}$ , κατά τη διάρκεια της λιγότερο ευνοημένης, από πλευράς εξωτερικής θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας, περιόδου.

*Καλοκαίρι*: με  $T_{em} < T_{conh}$  (με ή χωρίς σημαντικές ταχύτητες του ανέμου).

β) Ζεστά κλίματα:

*Χειμώνας*: με  $T_{em} \geq T_{conb} - \epsilon$ , όπου το  $\epsilon$  αντιστοιχεί σε μερικούς βαθμούς Κελσίου κατά τη διάρκεια της λιγότερο ευνοημένης περιόδου·

*Καλοκαίρι*: με  $T_{em} \geq T_{conh}$  i, που αντιστοιχεί σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου.

γ) Κλίματα με μέση εξωτερική άνεση (σε συνεχή σκιά): με  $T_{conb} - \varepsilon < T_{em} < T_{conh}$ .

δ) «Ενδιάμεσα» κλίματα: με συνθήκες χειμώνα αντίστοιχες με εκείνες των ψυχρών κλιμάτων και συνθήκες θέρους αντίστοιχες με εκείνες των ζεστών κλιμάτων.

Σε αυτούς τους (από βιοκλιματικής πλευράς) τύπους κλιμάτων, μπορούμε, ουσιαστικά, να εφαρμόσουμε την εξής λογική:

α) Σε κλίμα μέσης εξωτερικής άνεσης, σε συνεχή σκιά, δεν θα πρέπει να ανεχόμαστε ούτε να επιβάλλουμε κανενός είδους θέρμανση ή κλιματισμό και η αρχιτεκτονική θα πρέπει από μόνη της να επιτρέπει στο κτίριο να επιτυγχάνει τη βέλτιστη θερμική άνεση όλο το χρόνο.

Όταν  $\Delta T_m - A_i = \varepsilon$  κατά τη διάρκεια του χειμώνα και  $\Delta T_m + A_i =$  αρκετά χαμηλό, στη διάρκεια του καλοκαιριού, αρκούν μέτρα ηλιοπροστασίας και φυσικού αερισμού.

β) Σε ψυχρά κλίματα, προφανώς μας ενδιαφέρει, πάνω απ' όλα, η εξασφάλιση συνθηκών άνεσης, κατά τη διάρκεια των λιγότερο ευνοημένων (από τον ήλιο!) μηνών.

γ) Σε ζεστά κλίματα η πολιτική μας θα εξαρτηθεί από τις τιμές του  $T_{conh}$ . Όμως, άλλοτε ισχύει  $T_{conh1}$ , χωρίς (σημαντική) ταχύτητα του ανέμου, και  $T_{conh2}$ , με σημαντική ταχύτητα του ανέμου.

Οι δύο παραπάνω υποκατηγορίες μπορούν να διαφοροποιήσουν τις επεμβάσεις μας και να οδηγούμαστε σε μεγαλύτερο ποσοστό ηλιοπροστασίας και μικρότερο ποσοστό οργάνωσης του εσωτερικού φυσικού αερισμού ή το αντίθετο.

δ) Σε «ενδιάμεσα» κλίματα (που είναι και τα πλέον δύσκολα!) πρέπει, προφανώς, να εφαρμόζουμε σύγχρονες μεθόδους βιοθέρμανσης, αλλά και βιο-δροσισμού.

### 1.3 Βιοκλιματικές παρεμβάσεις σε κτίρια

Το κτίριο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός συνόλου, επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτό, αποτελεί «προϊόν» συγκεκριμένων επιλογών, αναπαράγει και καθορίζει μοντέλα, διαμορφώνει ένα σύνολο, αυτό που ονομάζουμε «δομημένο περιβάλλον» και εντάσσεται στον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο.

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου 30% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά λόγω του ιλιγγιώδους ρυθμού εγκατάστασης κλιματιστικών μηχανημάτων.

Εντούτοις, οι ήπιες κλιματικές συνθήκες και η υψηλή ηλιοφάνεια που επικρατούν στη χώρα μας, δεν δικαιολογούν τέτοιο υψηλό ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης. Το υψηλό αυτό ποσοστό, με τις γνωστές συνέπειες στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι δυνατόν να μειωθεί κατά πολύ με την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού, αξιοποίησης την οποία εντάσσεται το κτιριακό κέλυφος ή αποτελείται από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Εικόνα 1



## 2. Βιοκλιματικά κτίρια

### 2.1 Παράγοντες που λαμβάνονται υπ' όψη στην κατασκευή ενός βιοκλιματικού σπιτιού:

- Σωστός προσανατολισμός του κτιρίου, με τα μεγάλα του ανοίγματα προς το νότο και τα μικρά προς το βορρά.
- Λόφοι ή βουνά που πρέπει να βρίσκονται πάντοτε πίσω και όχι μπροστά από το κτίριο.
- Κάθε ποσότητα νερού (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα) πρέπει να βρίσκονται μπροστά από το κτίριο.
- Να μην υπάρχουν πυλώνες της ΔΕΗ, κεραίες κινητής τηλεφωνίας ή καμινάδες κοντά στο κτίριο.
- Προηγείται πάντοτε μέτρηση για την ραδιενέργεια του χώρου!!!

Για τον καθένα από μας το σπίτι ου είναι το Βασίλειό του. Εκεί μπορεί να εκφραστεί ελεύθερα να αναπληρώσει τις δυνάμεις του, να βιώσει αγάπη, στοργή, φροντίδα. (Τίποτα όμως απ' όλα αυτά δεν μπορούμε να κάνουμε αν ζούμε σε ένα σπίτι που μας σαμποτάρει.) Γι' αυτό το λόγω όταν φτιάχνουμε ένα σπίτι καλό θα ήταν να μελετήσουμε πολύ προσεκτικά την τοποθεσία του αλλά και τον τρόπο που θα το κατασκευάσουμε ώστε να μην ζούμε σε ένα σπίτι που δεν μπορούμε να εκφράσουμε τις βαθύτερες ανάγκες μας μέσα σε αυτό.

Σήμερα ακόμα και ο πιο ανυποψίαστος σχετικά με την τέχνη της χωροταξίας είναι σε θέση να νιώσει την ενέργεια, θετική ή αρνητική, που εκπέμπει μια συγκεκριμένη τοποθεσία, ένας εξωτερικός ή εσωτερικός χώρος. Η φράση «έχει καλή ενέργεια αυτό το σπίτι» μπορεί να βγει αυθόρμητα από τα χείλη μας, όπως κοινή είναι σε πολλούς από εμάς η εμπειρία ενός χώρου που προσκαλεί αίσθημα δυσάρεστο, παρά την ευρυχωρία και τον ωραίο διάκοσμο του.

Οι βασικές αρχές της χωροταξίας είναι κοινές σε όλες τις παραδόσεις και όλες έχουν άμεση σχέση και αναφορά με τη λειτουργία της φύσης και του ανθρώπινου σώματος και ψυχισμού.

- Ο ζωοδότης ήλιος, το οξυγόνο, το πράσινο: πηγές ζωής, πηγές ενέργειας, πηγές υγείας και ευεξίας του ανθρώπου.

- Το νερό, το μέταλλο, το ξύλο, η γη, η φωτιά: στοιχεία της φύσης που χωρίς αυτά δεν μπορεί να υπάρξει ζωή και διαβίωση.

- Η ευρυχωρία διευκολύνει την κάθε κίνηση και μετακίνηση, επιτρέπει στο φως να εισχωρήσει χωρίς να σκοντάψει σε εμπόδια και να φωτίσει κάθε γωνιά, αφήνοντας παράλληλα και τον αέρα να μπει και να γεμίσει το χώρο.

- Τα τετράγωνα και τα ορθογώνια σχήματα που με την συμμετρικότητά τους οριοθετούν αρμονικά τον χώρο, προσφέρουν αίσθημα τάξης και ασφάλειας.

- Τα βουνά, τα δάση, η θάλασσα, οι λίμνες, τα ποτάμια, το φυσικό περιβάλλον του ανθρώπου, δεν του προσφέρει απλώς την ομορφιά του, αλλά και τον τροφοδοτεί με ζωή.

Δεν χρειάζεται να κάνουμε σεμινάριο χωροταξίας για να εκτιμήσουμε την αξία του φωτός, του αέρα, της ελευθερίας κινήσεων ή της ησυχίας.

Όλοι ξέρουμε πόσο δυσάρεστο και ανθυγιεινό είναι να ζούμε σ' ένα μικρό ανήλιαγο σπίτι, είτε γιατί ο προσανατολισμός του είναι τέτοιος είτε γιατί γύρω του υπάρχουν ψηλότερα κτίρια που εμποδίζουν τις ηλιαχτίδες να φτάσουν σε αυτό. Όπως ξέρουμε και τις ολέθριες συνέπειες του πνιγηρού μολυσμένου αέρα και της ηχορύπανσης στην υγεία – σωματική και ψυχική- του ανθρώπου που ζει στις μεγαλουπόλεις.

Σήμερα ευτυχώς, ακόμα και αν ζούμε ή εργαζόμαστε σε χώρους που δεν πληρούν τους βασικούς χωροταξικούς κανόνες, έχουμε τη δυνατότητα να επέμβουμε σ' αυτούς με πολλούς και απλούς τρόπους, ώστε να τους διορθώσουμε και να τους διαμορφώσουμε έτσι ώστε να λειτουργούν βελτιώνοντας την ποιότητα και ενισχύοντας όλους τους τομείς της ζωής μας.

Αρκεί να ενδιαφερθούμε και να αναζητήσουμε τις κατάλληλες λύσεις.

Για το σωστό ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων είναι απαραίτητη η γνώση του μικροκλίματος της περιοχής και πιο συγκεκριμένα η γνώση και η συγκέντρωση των κατάλληλων μετεωρολογικών και άλλων στοιχείων για την περιοχή που πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο.

**Τα στοιχεία αυτά είναι τα ακόλουθα:**

1. Η ηλιοφάνεια.
2. Η ηλιακή ακτινοβολία σε κάθετο, οριζόντιο και κεκλιμένο επίπεδο.
3. Η θερμοκρασία του αέρα.
4. Η σχετική υγρασία του αέρα.
5. Οι βαθμοημέρες θέρμανσης κα κλιματισμού.
6. Η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου.

Εικόνα 2 - Βιοκλιματικό κτίριο





**Τι χρησιμοποιεί ένα...**

**Οικολογικό σπίτι**

- Ø Μπετόν χωρίς ραδιενεργό τεφρά
- Ø Ωστενικό χάλυβα
- Ø Μembrάνες φράγματος ραδονίου
- Ø Οικολογική μόνωση (ερακλείτης ή φελλός)
- Ø Οικολογικούς σοβάδες με κεραμιδάλευρα (προσφέρουν 8 φορές μεγαλύτερη αντοχή)
- Ø Οικολογικά χρώματα (ήπιας χημείας ή φυτικά)
- Ø Πλίνθους, οικολογικά τούβλα ή πέτρα
- Ø Ξύλα
- Ø Γυαλί

**Συμβατικό σπίτι**

- Ø Μπετόν με τεφρά
- Ø Χάλυβα από ανακύκλωση παλαιοσιδήρου
- Ø Στεγνωτικές μεμβράνες
- Ø Θερμομονωτικά υλικά (σε πολλές περιπτώσεις έχουν αποδειχθεί τοξικά και καρκινογόνα)
- Ø Συμβατικούς σοβάδες
- Ø Τοξικά χρώματα
- Ø Οικολογικά υλικά που συνήθως περιέχουν αμίαντο, τούβλα
- Ø Ξύλο στο οποίο έχει προηγηθεί τοξική επεξεργασία
- Ø Γυαλί

### Διαφορές τιμών

Ø Μπετόν οικολογικό: +2%

Ø Μembrάνες φράγματος ραδονίου: +3%

Ø Εφακλείτης, φελλός: -10%, +10%

Ø Οικολογικοί σοβάδες: +5%

Ø Οικολογικά χρώματα: ίδια τιμή

Ø Πλίθοι: -10%, -15%

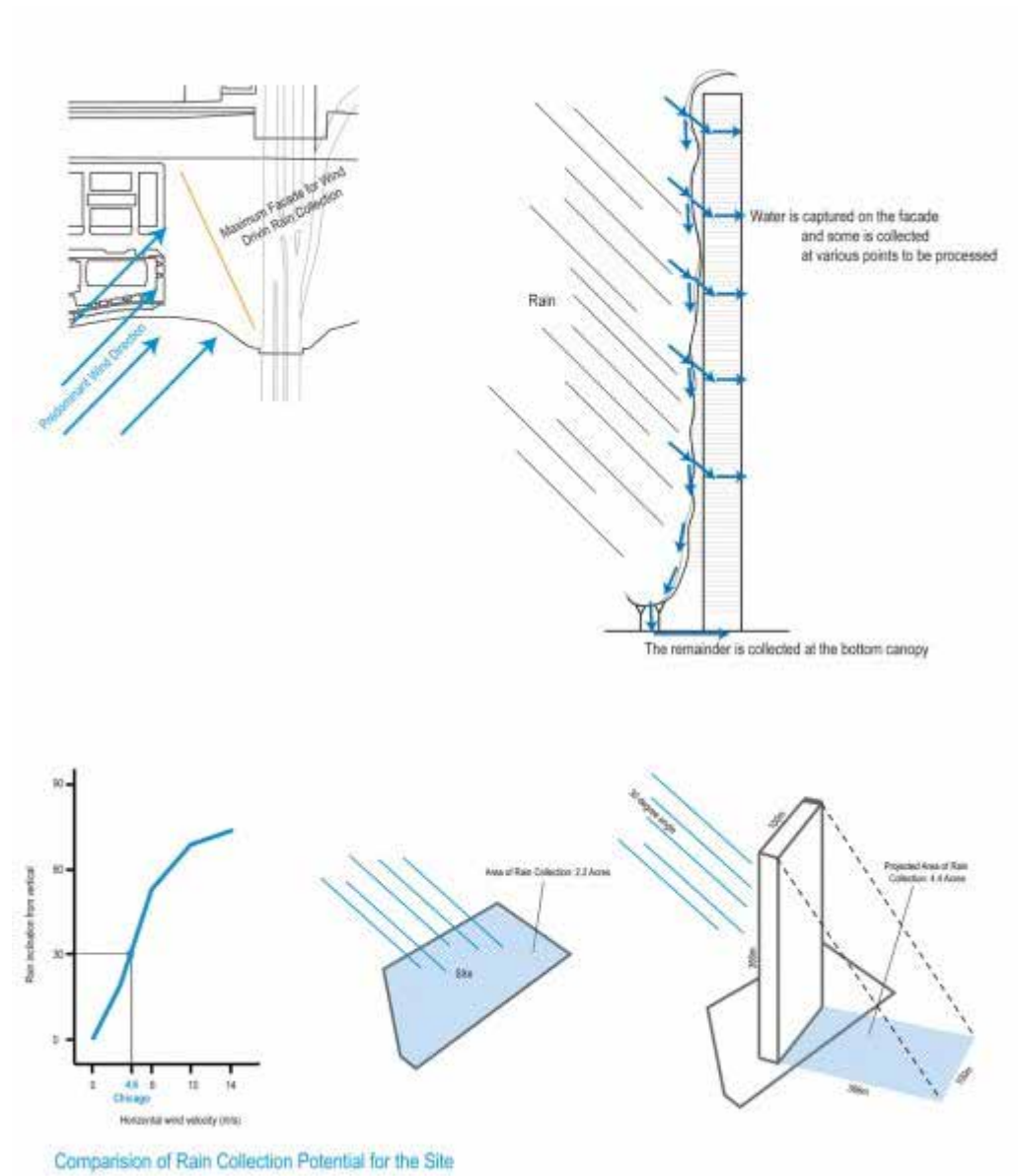
Ø Ξύλα: ίδια τιμή

Ø Γυαλί: ίδια τιμή

Εικόνα 3 - Βιοκλιματικό σπίτι



## Εικόνα 4 – Αέρας και Νερό



## 2.2 Ορισμένες Βασικές Αρχές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρεί και αντιμετωπίζει το κτίριο ή τα οικιστικά σύνολα, τον αστικό χώρο και το κλίμα του τόπου ως μια ενότητα αλληλεξαρτώμενη, με αμοιβαίες επιδράσεις και θέτει ως πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης (θερμικής, οπτικής και ούτω καθεξής) για τον άνθρωπο.

Η συλλογιστική αυτή του σχεδιασμού, η βιοκλιματική, θεωρεί αναγκαία την αξιοποίηση των θετικών παραμέτρων του κλίματος, όπως τη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των κτιρίων, τους δροσερούς ανέμους για την φυσική τους ψύξη, τη βλάστηση για τη σκίαση των κτιρίων ή του περιβάλλοντος χώρου, το φυσικό φως για το φωτισμό του κτιρίου. Εξασφαλίζονται, έτσι, περιβάλλον, με την ελάχιστη κατανάλωση συμβατικής ενέργειας.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και αποφεύγει τη χρήση κλιματιστικών για την ψύξη του κτιρίου. Συνεπώς, η βιοκλιματική λογική, μέσα από τη διαδικασία του σχεδιασμού του δομημένου χώρου, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτιρίων στο περιβάλλον τους, συμβάλλοντας έτσι τα μέγιστα στην απορρύπανση της ατμόσφαιρας και στη συνεπαγόμενη ισορροπία των οικοσυστημάτων του πλανήτη.

Για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι, πρέπει να εφαρμόζονται κάποιες αρχές όπως:

- Εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα.  
Η 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου θεωρείται η μέρα του χειμώνα με τη μικρότερη διάρκεια ως προς την εμφάνιση ηλιακού φωτός, συνεπώς, εάν αυτή την ημέρα εξασφαλίζεται ο ηλιασμός του κτιρίου, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και τον υπόλοιπο χειμώνα, και μάλιστα αυξημένος σε διάρκεια και ένταση.
- Εξασφάλιση προστασίας από τον ήλιο το καλοκαίρι.  
Η ηλιοπροστασία των κτιρίων μειώνει την επιβάρυνση τους από πρόσθετη θερμότητα που οφείλεται στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Η προστασία του κτιρίου μπορεί να επιτευχθεί με βλάστηση και δένδρα φυλλοβόλα. Στην περίπτωση που επιτρέπεται μεγάλο ύψος κτιρίων, τότε δεν είναι εύκολη η προστασία τους με βλάστηση.

Απαιτείται, όμως, σκίαση των ανοιγμάτων των προσανατολισμένων στον Νότο, στην Ανατολή και στη Δύση ή σε ενδιάμεσους προσανατολισμούς. Η σκίαση επιτυγχάνεται με προεξοχές του ίδιου κτιρίου, οριζόντιες, κατακόρυφες ή υπό μορφή εσχάρας.

- Προστασία από τον άνεμο το χειμώνα και εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων το καλοκαίρι.

Η προφύλαξη από τους ψυχρούς ανέμους είναι ευεργετική, τόσο για την άνεση όσο και για την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια.

Οι ρυθμίσεις που στοχεύουν στην προστασία του περιβάλλοντος από τους ψυχρούς ανέμους συμβάλλουν στον περιορισμό της διείσδυσης του αέρα μέσα στα κτίρια και συνεπώς, στη μείωση των θερμικών απωλειών.

### **2.3 Βιοκλιματικές Παρεμβάσεις στα Κτίρια**

Το κτίριο αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι ενός συνόλου, επηρεάζει και επηρεάζεται από αυτό, αποτελεί «προϊόν» συγκεκριμένων επιλογών, αναπαράγει και καθορίζει μοντέλα, διαμορφώνει ένα σύνολο, αυτό που ονομάζουμε «δομημένο περιβάλλον» και που εντάσσεται στον ευρύτερο περιβάλλοντα χώρο.

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα καταναλώνει περίπου 30% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας. Το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά λόγω του ιλιγγιώδους ρυθμού εγκατάστασης κλιματιστικών μηχανημάτων.

Εντούτοις, οι ήπιες κλιματικές συνθήκες και η υψηλή ηλιοφάνεια που επικρατούν στη χώρα μας δεν δικαιολογούν τέτοιο υψηλό ποσοστό ενεργειακής κατανάλωσης. Το υψηλό ποσοστό, με τις γνωστές συνέπειες στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι το υψηλό ποσοστό, με τις γνωστές συνέπειες στη ρύπανση της ατμόσφαιρας, είναι δυνατόν να μειωθεί κατά πολύ με την εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και τη χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, και κυρίως της ηλιακής, τα συστήματα αξιοποίησης της οποίας εντάσσονται στο κτιριακό κέλυφος ή αποτελούνται από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

Ωστόσο, δεν είναι δυνατόν να επιδιώκουμε βελτίωση μέσω τεχνικών επεμβάσεων ή μέτρων που θα αφορούν μόνο στο ίδιο το μεμονωμένο κτίριο, χωρίς να παρέμβουμε στο ευρύτερο σύνολο, τις παραμέτρους που καθορίζουν τις σχέσεις δομημένου-ελεύθερου χώρου, τις επιπτώσεις από τη λειτουργία της πόλης, τις δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτή, δηλαδή από την ίδια τη δομή του χώρου και τη χρήση που γίνεται από της χρήστες. Απαιτείται να δούμε το κτίριο σε σχέση με το πολεοδομικό σύνολο, διερευνώντας τις συνέπειες των αλληλεξαρτήσεων και επιδράσεων, τις ευνοϊκές ή δυσμενείς επιδράσεις του περιβάλλοντος χώρου, των χρήσεων και των λειτουργιών, ώστε να διατυπωθούν αρχές και προτάσεις που μπορούν να συνεισφέρουν στην επίτευξη των βασικών στόχων:

- Στη βελτίωση του περιβάλλοντος.
- Στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- Στην ορθολογική χρήση και διαχείριση των φυσικών πόρων, εξασφαλίζοντας ανεκτές συνθήκες διαβίωσης, τόσο στο ίδιο το κτίριο όσο και στο αστικό περιβάλλον, ενισχύοντας τις παραμέτρους που συμβάλλουν σε μια θετική αλληλεξάρτηση του κτιρίου με το οικιστικό σύνολο, τον αστικό χώρο, το κλίμα, το φυσικό περιβάλλον.

## **2.4 Δυνατότητες Εξοικονόμησης Ενέργειας**

### **α) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στο κέλυφος και στο εσωτερικό του κτιρίου:**

1. Προσθήκη μόνωσης σε τοίχους, οροφές, δάπεδα, και ούτω καθεξής.
2. Τοποθέτηση θερμομονωτικών –αεροστεγών κουφωμάτων.
3. Σωστός προσδιορισμός πάχους τοίχων για την εξασφάλιση της κατάλληλης «θερμικής μάζας».
4. Μελέτη σκιασμού-ηλιασμού του κτιρίου.
5. Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης-δροσισμού στη νότια, στη νοτιοανατολική πλευρά του κτιρίου.
6. Μείωση της διείσδυσης του αέρα με τη χρήση κατακόρυφων φρεατίων και κλιμακοστασίων.
7. Μείωση της διείσδυσης του αέρα με την τοποθέτηση διπλών ή περιστρεφόμενων θυρών και ανεμοθραυστών στις κύριες εισόδους.

8. Διαφοροποίηση της εσωτερικής διαρρύθμισης των χώρων και πρόβλεψη κατάλληλων ανοιγμάτων για να επιτυγχάνεται ο διαμεπής αερισμός που είναι απαραίτητος το καλοκαίρι.
9. Προσθήκη ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων/σκιάστρων στα παράθυρα, για την αποφυγή της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι, ιδιαίτερα στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου.
10. Χρήση «έξυπνων» συστημάτων αυτοματισμού (παραδείγματος χάριν, κινουμένων πετασμάτων, και ούτω καθεξής) σε επιλεγμένους χώρους του κτιρίου.
11. Βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων με κατάλληλες διατάξεις στα παράθυρα και τα αίθρια (εάν υπάρχουν τέτοια).
12. Κάλυψη αιθρίων (εάν υπάρχουν), με στόχο την αξιοποίησή τους στη θέρμανση, στο δροσισμό και στη βελτίωση του φυσικού φωτισμού των χώρων του κτιρίου.
13. Τοποθέτηση συστημάτων ηχοπροστασίας σε εκτεθειμένες στο θόρυβο πλευρές του κτιρίου.

**β) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από επεμβάσεις στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου:**

1. Κατάλληλη φύτευση ως εμπόδιο στους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους.
2. Κατάλληλη φύτευση φυλλοβόλων δένδρων στη νότια, στη νοτιοανατολική και στη νοτιοδυτική πλευρά του κτιρίου.
3. Χρήση στοιχείων νερού (σιντριβάνια, κ.ά.) σε συνδυασμό με την επικράτουςα κατεύθυνση των καλοκαιρινών αερίων ρευμάτων, με στόχο τη βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο.
4. Χρήση υπαίθριων σκιάστρων.
5. Μεγιστοποίηση της επιφάνειας του πράσινου στον περιβάλλοντα χώρο.
6. Χρήση ειδικού υλικού επίστρωσης του περιβάλλοντος χώρου μεγάλης απορροφητικότητας και χαμηλής εκπομπής θερμότητας.

**γ) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα του κτιρίου (συστήματος θέρμανσης – αερισμού – κλιματισμού):**

1. Προσαρμογή των μεγεθών των μηχανημάτων θέρμανσης –κλιματισμού τις αναθεωρημένες συνθήκες εσωκλίματος των κτιρίων.
2. Εφαρμογή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας σε μεγάλους καταναλωτές του δευτερογενούς και τριτογενούς τομές με χρήση φυσικού αερίου.
3. Ανάπτυξη της τεχνολογίας απορρόφησης με φυσικό αέριο στον κλιματισμό των κτιρίων.
4. Χρήση αντλιών θερμότητας φυσικού αερίου για θέρμανση και ψύξη των κτιρίων.
5. Θέρμανση και ψύξη του κτιρίου κατά ζώνες προσανατολισμού.
6. Βελτίωση της απόδοσης του συστήματος του λέβητα-καυστήρα, με σωστή ρύθμιση της αναλογίας καυσίμου-αέρα και τοποθέτηση αυτόματων συστημάτων ρύθμισης.
7. Επιλογή περισσότερων μικρών λεβήτων αντί ενός μεγάλου λέβητα.
8. Προθέρμανση του αέρα της καύσης για την αύξηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα.
9. Χρησιμοποίηση ψυκτικών συγκροτημάτων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.
10. Μείωση θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής, με τη μόνωση των σωληνών (θερμού και ψυχρού αέρα).
11. Μείωση θερμικών απωλειών του συστήματος διανομής, με τη μόνωση των αεραγωγών (θερμού και ψυχρού αέρα).
12. Επιλογή μηχανημάτων και συσκευών μεγάλου βαθμού απόδοσης.
13. Προσθήκη θερμοδομετρητών στα θερμαντικά σώματα.
14. Εγκατάσταση συστήματος αυτόματου ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας όλων των χώρων του κτιρίου συναρτήσει της εξωτερικής θερμοκρασίας.
15. Εξουδετέρωση φαινομένων ακτινοβολίας προς ψυχρές επιφάνειες.
16. Μείωση του επιπέδου της σχετικής υγρασίας του αέρα.
17. Μείωση της παροχής αερισμού των χώρων κατά τις εργάσιμες ώρες.
18. Διακοπή του αερισμού των χώρων κατά τις μη εργάσιμες ώρες το χειμώνα.
19. Πρόβλεψη νυχτερινού αερισμού των χώρων το καλοκαίρι.



20. Μείωση των αντιστάσεων στη ροή θερμού νερού στις σωληνώσεις και αέρα στους αεραγωγούς.

21. Μείωση των παροχών νερού και αέρα.

**δ) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από συστήματα φωτισμού του κτιρίου:**

1. Μεγιστοποίηση το φυσικού φωτισμού των χώρων.
2. Σωστή επιλογή του συστήματος φωτισμού του κτιρίου.
3. Κατάλληλα χρώματά περιβαλλουσών επιφανειών, με στόχο την αύξηση του συντελεστή χρησιμοποίησης.
4. Προσαρμογή στάθμης φωτισμού στις αναθεωρημένες συνθήκες εσωκλίματος.
5. Χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης.
6. Χρήση αυτοματισμών:
  - αφής και σβέσης, με χρονικό προγραμματισμό σε κοινόχρηστους χώρους·
  - έντασης, με βάση το διαθέσιμο φυσικό φωτισμό.
7. Χρήση στραγγαλιστικών πηνίων (ballasts) με μικρότερη κατανάλωση ενέργειας.
8. Αύξηση της απόδοσης των λαμπτήρων, και ούτω καθεξής:
9. Χρήση σε ειδικές περιπτώσεις συμπληρωματικού τοπικού αντί αυξημένου γενικού φωτισμού.
10. Σβήσιμο των φώτων, όταν δεν χρειάζονται.

**ε) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από συστήματα παρασκευής και διανομής θερμού νερού χρήσης:**

1. Μείωση της παροχής του θερμού νερού στις αναθεωρημένες συνθήκες.
2. Μείωση της θερμοκρασίας του παρασκευαζόμενου θερμού νερού στις αναθεωρημένες συνθήκες.
3. Μόνωση σωληνώσεων και boilers.
4. Αντικατάσταση κεντρικού συστήματος παρασκευής θερμού νερού με τοπικούς θερμαντές νερού.
5. Ανάκτηση της απορριπτόμενης θερμότητας και χρησιμοποίηση της για τη θέρμανση του νερού.
6. Εγκατάσταση ηλιακών συστημάτων για την παραγωγή θερμού νερού χρήσης.
7. Εγκατάσταση υβριδικών φωτοβολταϊκών συστημάτων συγκεντρωτικού τύπου για ταυτόχρονη παραγωγή θερμού νερού χρήσης και ηλεκτρικής ενέργειας.

**στ) Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας από συστήματα ανελκυστήρων:**

1. Μείωση της άσκοπης λειτουργίας των ανελκυστήρων με κατάλληλους αυτοματισμούς.
2. Ακίνητοποίηση ορισμένων ανελκυστήρων σε ώρες εκτός αιχμής.

### 3. Επιδράσεις κλίματος στη μελέτη βιοκλιματικών κτιρίων

#### 3.1 Το Πρωτόκολλο του Κιότο

Τον Δεκέμβριο του 1997, η Σύνοδος των συμβαλλόμενων μερών στη Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για τις Κλιματικές Αλλαγές (που είχε υπογράψει το 1992 απ' όλα σχεδόν τα κράτη του πλανήτη) προχώρησε στον καθορισμό συγκεκριμένων δεσμεύσεων που έπρεπε να αναληφθούν προκειμένου να προστατευθεί το κλίμα. Το νομικό εργαλείο αυτών των δεσμεύσεων ονομάστηκε «Πρωτόκολλο του Κιότο» και προέβλεπε την υποχρέωση των βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών να μειώσουν τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012 σε ποσοστό 5,2%, σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Για να γίνει το Πρωτόκολλο δεσμευτικός νόμος, πρέπει να επικυρωθεί από 55 χώρες και στις βιομηχανικές χώρες που το επικυρώνουν πρέπει να αναλογεί το 55% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Τον Μάρτιο του 2001, με την ανάληψη της προεδρίας του Μπους, οι ΗΠΑ ανακοίνωσαν ότι δεν έχουν την πρόθεση να υιοθετήσουν στην πράξη το Πρωτόκολλο του Κιότο, καθώς η εφαρμογή του θα είχε αρνητικές συνέπειες στην οικονομία της χώρας. Καθώς οι ΗΠΑ είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός (36,1%) των αερίων του θερμοκηπίου – μόνο το Τέξας «παράγει» τόσα αέρια θερμοκηπίου όση η Γαλλία -, η απόφαση αυτή σήμαινε πρακτικά ότι το Πρωτόκολλο δεν μπορεί να γίνει δεσμευτικός νόμος. Οι περισσότερες χώρες έχουν επικυρώσει το Πρωτόκολλο, αλλά το σύνολο των αερίων του θερμοκηπίου που εκπέμπουν φτάνει το 44,2%. Πάντως, ακόμα και χωρίς τις ΗΠΑ, αν εντέλει το επικυρώσει η Ρωσία, που ευθύνεται για το 17,4% των εκπομπών, κάτι που είναι εξαιρετικά πιθανόν, ξεπερνιέται ο στόχος του 55% και το Πρωτόκολλο γίνεται δεσμευτικός νόμος.

Η Ελλάδα μαζί με την υπόλοιπη Ευρωπαϊκή Ένωση επικύρωσαν το Πρωτόκολλο του Κιότο τον Μάιο του 2002. Πάντως, στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου, η Ελλάδα έχει το δικαίωμα να αυξήσει τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% έως το 2010 (κάθε χώρα έχει διαφορετικές υποχρεώσεις, ανάλογα με τη συμμετοχή της στην εκπομπή των συγκεκριμένων αερίων). Έως το 2000 όμως, οι εκπομπές της χώρας είχαν αυξηθεί κατά 23,4%, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις το 2010 η αύξηση των εκπομπών θα ανέρχεται το 35,8%. Σε αυτή την περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα.

Στο πλαίσιο του Πρωτοκόλλου προβλέπεται και η γνωστή «αγοραπωλησία ρύπων»: Οι χώρες που δεν καταφέρνουν να μειώσουν τα επίπεδα εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να αγοράσουν «δικαιώματα» από άλλες χώρες που έχουν υπερβεί τους στόχους. Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί ένα ελάχιστο πρώτο βήμα, καθώς οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου πρέπει να μειωθούν στο μισό για να ανασταλούν οι κλιματικές αλλαγές. Οι περισσότερες χώρες και δυστυχώς και η Ελλάδα, όμως, στην πράξη ενδιαφέρονται για την εφαρμογή του ελάχιστα ή είναι εντελώς αδιάφορες.

## **3.2. Παραγωγή ενέργειας**

### **3.2.1 Το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου**

Σε αντίθεση με την εντύπωση που έχει δημιουργηθεί, το «φαινόμενο του θερμοκηπίου» δεν είναι κακό. Χάρη σε αυτό υπάρχει ζωή στο πλανήτη μας. Μια σειρά αερίων που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα γύρω από τη Γη δημιουργούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και διατηρούν τη μέση θερμοκρασία σταθερή για χιλιάδες χρόνια. Ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η ανθρώπινη «ανάπτυξη» - ειδικά τον τελευταίο αιώνα - προκάλεσε τη δραματική αύξηση των αερίων αυτών και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα, αλλά και υποξείδιο του αζώτου, του μεθανίου και συγκεκριμένων βιομηχανικών αερίων στην ατμόσφαιρα. Τα αέρια παράγονται κυρίως από τη χρήση ορυκτών καυσίμων για τις μεταφορές, τη θέρμανση και γενικότερα την παραγωγή ενέργειας. Η καταστροφή μεγάλων δασικών εκτάσεων «βοηθάει», επίσης, στην αύξηση των αερίων του θερμοκηπίου, καθώς δεν υπάρχουν δένδρα και φυτά να απορροφήσουν το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται. Είναι ενδεικτικό ότι από το 1990 έως το 2010 οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου αναμένεται να αυξηθούν κατά 39%. Το αποτέλεσμα είναι να διαταραχθεί η ισορροπία και να έχουμε σταδιακή αλλά σταθερή αύξηση της θερμοκρασίας. Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι μέσα στα επόμενα 100 χρόνια η μέση θερμοκρασία του πλανήτη θα αυξηθεί από 1,4 έως 6 °C. Σε αυτή την περίπτωση τίποτε δεν θα είναι πια όπως το ξέρουμε.

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου οφείλονται:

- Κατά 78% στην παραγωγή ενέργειας (κίνηση αυτοκινήτων, μεταφορές, ηλεκτρική ενέργεια).
- Κατά 9,9% στη βιομηχανία.
- Κατά 7,9% στη γεωργία.
- Κατά 4,1% στα απόβλητα.

Οι αλλαγές στο κλίμα μεταβάλλουν και τη συχνότητα των φυσικών καταστροφών όπως είναι οι κυκλώνες, οι πλημμύρες, οι φωτιές και οι κατακρημνίσεις εδάφους.

Η αλλαγή του κλίματος θα επηρεάσει την κατανομή των λοιμωδών νοσημάτων που μεταδίδονται από ενδιάμεσους ξενιστές, καθώς και τον κύκλο ζωής ορισμένων από αυτούς. Για παράδειγμα, το κουνούπι που μεταδίδει την ελονοσία (*Anopheles*) μπορεί να αναπτυχθεί μόνο σε θερμοκρασίες πάνω από 16 °C. Το γεγονός αυτό ήταν η αιτία ορισμένων επιδημιών ελονοσίας και λειψμανίας στις νότιες περιοχές της Αφρικής.

Έχει, επίσης, παρατηρηθεί ότι ορισμένα λοιμώδη νοσήματα, όπως η χολέρα εκδηλώνονται σε επιδημίες, όταν μεταβάλλεται το υδάτινο περιβάλλον και αυξάνεται η θερμοκρασία. Για αυτό και ορισμένοι ερευνητές αναμένουν αύξηση των κρουσμάτων χολέρας στη Βόρεια Αμερική.

Σε ότι αφορά στην ψυχική υγεία, παρά τις περιορισμένες σχετικές έρευνες, έχει διαπιστωθεί αύξηση των εισαγωγών μη σχιζοφρενικών ασθενών σε νοσοκομεία του Τόκιο κατά τη διάρκεια μηνών με μεγάλες αλλαγές στη θερμοκρασία,

Συνολικά, ο Οργανισμός Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ εκτιμά ότι από τους 1.700.000 θανάτους το χρόνο στις ΗΠΑ, οι 1.100.000 σχετίζονται με τις καιρικές συνθήκες, ενώ οι μακροπρόθεσμες επιπτώσεις από τις αλλαγές του κλίματος θα προκαλέσουν ζημιές ίσες με το 20% περίπου του παγκόσμιου ΑΕΠ. Το 1997, στο Κιότο, όλες οι χώρες συμφώνησαν να μειωθούν οι σχετικές εκπομπές κατά 5% μέχρι το 2010. Στο τέλος, όμως, της διάσκεψης μόνο 20 χώρες επικύρωσαν τη σχετική συνθήκη.

Εκτιμάται ότι θα υπάρξει αύξηση των γενετικών βλαβών, των κακοηθών νεοπλασμάτων και των νευρολογικών, ανοσολογικών και αναπαραγωγικών διαταραχών εξαιτίας της κάλυψης με νερό χωματερών με τοξικά απόβλητα.

### **3.2.2 Θέρμανση**

Για να πετύχουμε τη θέρμανση από τον ήλιο στρέφουμε τη μεγάλη πλευρά των κτιρίων προς το νότο. Τα πυκνά και μεγάλα νότια ανοίγματα επιτρέπουν το χειμώνα τη διείσδυση του ήλιου, που κινείται χαμηλά, σε μεγάλο βάθος στον εσωτερικό χώρο. Μια κατασκευή που αποτελείται από βαριά υλικά (τούβλο, πέτρα, μπετόν, πηλό, πλακάκι, μάρμαρο) μπορεί να αποθηκεύσει την ενέργεια του ήλιου και να τη συγκρατήσει, διατηρώντας θερμούς τους χώρους ως το πρωί, όταν θα ξαναβγεί ο ήλιος για να τους ξαναζεστάνει. Προϋπόθεση βέβαια είναι η διάταξη των κύριων χώρων χρήσης στη νότια ζώνη των κτιρίων.

Η θέρμανση των κτιρίων από τον ήλιο μπορεί να βελτιωθεί ακόμα περισσότερο με την προσθήκη των ηλιακών συστημάτων στο νότο, όπως είναι τα θερμοκήπια, οι τοίχοι μάζας, κ.ά.

### **3.2.3 Ηλιοπροστασία**

Το καλοκαίρι ο ήλιος κινείται ψηλά στο στερέωμα. Οι μικρές οριζόντιες προεξοχές (εξώστες, στέγες, πέργολες) στη νότια πλευρά μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να σκιαστούν εντελώς τη νότια όψη και τα νότια ανοίγματα του κτιρίου. Στην ανατολική και στη δυτική πλευρά η ηλιοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί με κατακόρυφα σκίαστρα τοποθετημένα παράλληλα προς την ανατολική και τη δυτική όψη. Τέτοια σκίαστρα είναι οι κατακόρυφες τέντες, τα στοράκια, οι εξωτερικές κουρτίνες, δικτυωτά με αναρριχώμενα ή και συστάδες δένδρων. Όταν τα ανατολικά και δυτικά σκίαστρα απέχουν από τους τοίχους του κτιρίου, δημιουργείται ανάμεσα σ' αυτά και στο κτίριο ένας σκιερός αεριζόμενος χώρος που κάνει την ηλιοπροστασία πολύ αποτελεσματικότερη.

### 3.2.4 Φύτευση

Η φύτευση γύρω αλλά και πάνω στο κτίριο είναι εξαιρετικά προστατευτική το καλοκαίρι γιατί τα φυτά απορροφούν και καταναλώνουν την ηλιακή ενέργεια για τη φωτοσύνθεση. Δε θερμαίνονται και δεν προκαλούν θερμικές ανακλάσεις, όπως π.χ. τα κεραμιδιά. Φύτευση πάνω στο κτίριο μπορεί να γίνει με αναρριχώμενα, ή με χόμα και χόρτο πάνω στα δώματα και στις στέγες. Η πυκνή φύτευση μειώνει δραστικά την εξωτερική θερμοκρασία το καλοκαίρι (ακόμη και στους δρόμους των πυκνοδομημένων κέντρων των πόλεων) και μονώνει πολύ αποτελεσματικά τα κτίρια και από τη ζέστη και από το κρύο.

### 3.2.5 Δροσισμός

Προϋπόθεση για να διατηρούμε δροσιά το καλοκαίρι είναι ο καλός νυχτερινός αερισμός, που απάγει το θερμό εσωτερικό αέρα της προηγούμενης μέρας προς τα έξω και εισάγει το δροσερό νυχτερινό αέρα μέσα στο κτίριο, ώστε να ψυχθούν καλά οι εσωτερικοί τοίχοι. Νωρίς το πρωί πρέπει να κλείνουν καλά όλα τα παράθυρα και να παραμένουν κλειστά. Τότε μόνο οι ψυχροί τοίχοι απορροφούν από τον εσωτερικό αέρα, που θερμαίνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, θερμότητα και τον ψύχουν διατηρώντας τους χώρους δροσερούς. Οι εσωτερικοί τοίχοι πρέπει να αποτελούνται από βαριά και πυκνά υλικά για να έχουν αρκετή θερμοχωρητικότητα. Τα ανοίγματα πρέπει να σχεδιάζονται στις σωστές θέσεις ώστε να επιτρέπουν τον πλήρη και διαρκή νυχτερινό αερισμό. Μ' αυτόν τον τρόπο μπορούμε να διατηρήσουμε εσωτερικές θερμοκρασίες 23, 25 και το πολύ 27 °C χωρίς κλιματιστικά όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες φτάνουν ακόμη και στους 40 έως και 42 °C.

### 3.2.6 Θερμικοί Ηλιακοί Συλλέκτες

Οι θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες δεσμεύουν την ηλιακή ακτινοβολία και την μεταφέρουν σε έναν άλλο μέσον, π.χ. αέρα ή νερό, υπό μορφή θερμότητας. Η ηλιόλουστη Ελλάδα είναι ιδανική για την αξιοποίηση αυτών των συστημάτων. Ως τώρα, περίπου το 40% των νοικοκυριών χρησιμοποιεί ηλιακούς θερμοσίφωνες. Τα 2,7 εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών που έχουν εγκατασταθεί στη χώρα μας προσφέρουν 1.400.000 μεγαβατώρες το χρόνο, δηλαδή ενέργεια για την οποία θα χρειαζόμαστε ένα ολόκληρο θερμοηλεκτρικό σταθμό (ισχύος 200 MW)! Μια επέκταση της ιδέας του ηλιακού θερμοσίφωνα αποτελούν τα κεντρικά συστήματα για την θέρμανση νερού χρήσης. Στην περίπτωση αυτή, ηλιακή συλλέκτες μπορούν να ενσωματωθούν κατά ένα καλαίσθητο τρόπο στο κτίριο, με το ζεστό νερό σε μια κοινή, και αποδοτικότερη εγκατάσταση του κτιρίου. Θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες μπορούν να παίξουν ρόλο επίσης στην κεντρική θέρμανση. Ένα σχετικά απλό και πρακτικό σενάριο είναι αυτό όπου το ηλιακό σύστημα (που θα έχει βέβαια μεγαλύτερη επιφάνεια συλλεκτών) διοχετεύει θερμότητα όχι μόνο στο νερό χρήσης, αλλά και στο νερό που κυκλοφορεί για τη θέρμανση του χώρου. Στην συνέχεια, το όποιο κεντρικό σύστημα θέρμανσης θα κατανάλωσε λιγότερη ενέργεια, αφού θα πρέπει να ανεβάσει η θερμοκρασία ενός ήδη ζεστού νερού. Και επειδή όπου έχουμε ζεστό μπορεί να έχουμε και κρύο, ένα κατάλληλα σχεδιασμένο σύστημα μπορεί να χρησιμοποιεί την περίσσεια θερμότητας το καλοκαίρι για να προσφέρει και δροσιά!

### Ηλιακός θερμοσίφοντας

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία.

Χρησιμοποιείται ευρύτερα στις χώρες της Μεσογείου και στην Ελλάδα.

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δύο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνα επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.



Διακρίνουμε δυο είδη ηλιακών θερμοσίφωνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

§ Ανοικτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανσης του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).

§ Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξη τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από βασικά μέρη:

§ Το τμήμα συλλογής (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)

### 3.2.7 Αντλίες Θερμότητας

§ Οι αντλίες θερμότητας έχουν ιδιαίτερα οικονομική λειτουργία καθώς χρησιμοποιούν την θερμική ενέργεια του περιβάλλοντος για να αποδώσουν το θερμικό ή ψυκτικό τους έργο.

Ο βαθμός αποδοτικότητας COP κυμαίνεται από 2,5~5 ανάλογα την τεχνολογία, που ερμηνεύεται ότι: για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν, οι μονάδες αποδίδουν 2,5 kW~5 kW θέρμανσης ή ψύξης. Στο παρελθόν το αδύνατό τους σημείο ήταν η μειωμένη τους απόδοση σε ακραίες εξωτερικές θερμοκρασίες (δηλ. υψηλή θερμαντική απόδοση σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος <0oC), όπου λόγω της μειωμένης συναλλαγής θερμότητας με το περιβάλλον, μειώνεται η απόδοσή τους. Αυτό όμως έχει λυθεί δραστικά τα τελευταία χρόνια με την εξέλιξη της τεχνολογίας Inverter. Χάρη στην ευελιξία λειτουργίας των κινητήρων του συμπιεστή και των ανεμιστήρων σε μεταβαλλόμενο εύρος στροφών επιτυγχάνεται:

§ η μέγιστη απόδοση του συστήματος,

§ η βελτιωμένη θερμοκρασιακή άνεση και

§ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ χαμηλότερη ηλεκτρική κατανάλωση.

§ Με βάση την σημερινή τιμολογιακή πολιτική των ενεργειακών αγαθών, (ΔΕΗ, ΕΠΑ, Πετρέλαιο) συγκρίναμε το κόστος λειτουργίας μιας κατοικίας 100 τετρ. μέτρων στα βόρεια προάστια της Αθήνας. Η περίοδος λειτουργίας της κατοικίας για τους 5 χειμερινούς μήνες από Νοέμβριο έως Μάρτιο, με 18ώρη ημερήσια λειτουργία και χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 7 οC~-5 οC.

Εξετάστηκαν 3 διαφορετικά συστήματα θέρμανσης:

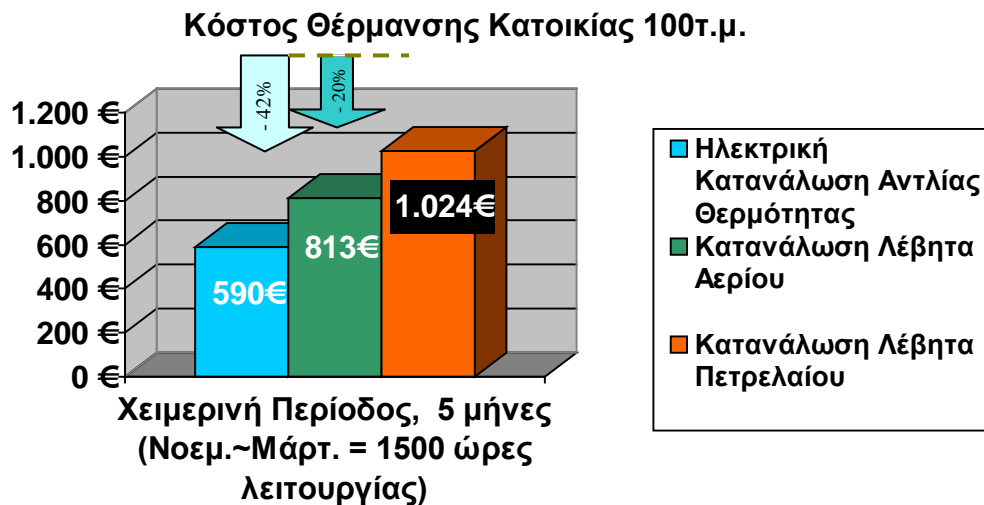
§ Αντλία Θερμότητας Αέρα – Αέρα με τεχνολογία Inverter.

§ Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα φυσικού αερίου.

§ Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα πετρελαίου.

§ Τα αποτελέσματα του κόστους λειτουργίας κάθε συστήματος απεικονίζονται στο πίνακα:

**Πίνακας1**



Τα αποτελέσματα δείχνουν την σημαντικά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας των αντλιών θερμότητας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το μέσο κόστος εγκατάστασης ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού κυμαίνεται από 4.000€~8.000€, έναντι 3.000€~4.000€ ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης, μπορεί το διαφορικό κόστος επένδυσης να αποσβεστεί σε 2~6 έτη από την οικονομία λειτουργίας της αντλίας θερμότητας.

### **Χρήση Αντλιών Θερμότητας για Θέρμανση: Αξιόπιστη & Πολύ Οικονομική Λειτουργία**

Είναι πλέον ξεκάθαρο σε όλο τον τεχνικό κόσμο ότι η χρήση των αντλιών θερμότητας για θέρμανση το χειμώνα αποτελεί την πλέον οικονομική λύση θέρμανσης για κατοικίες και επαγγελματικούς χώρους.

Η άνοδος της τιμής του πετρελαίου και η αυξανόμενη ρύπανση του περιβάλλοντος από την καύση (ιδιαίτερα σε αστικό περιβάλλον που είναι ιδιαίτερα επιβαρυνμένο σε ρύπους) επιβάλλουν την επανεξέταση του συμβατικού τρόπου θέρμανσης των κτιρίων και την επιλογή λύσεων που εξοικονομούν ενέργεια & πόρους από το περιβάλλον.

Ο λόγος που η θέρμανση με χρήση αντλιών θερμότητας είναι σημαντικά οικονομικότερος από τη συμβατική θέρμανση με καύση οφείλεται στην άντληση θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον.

Η ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται δεν μετατρέπεται σε θερμική, (όπως συμβαίνει στις ηλεκτρικές θερμάστρες) αλλά χρησιμοποιείται για την κίνηση ενός ηλεκτρικού συμπιεστή και την άντληση θερμότητας από & προς το περιβάλλον. Ο λόγος της αντλούμενης θερμικής ενέργειας προς την απορροφούμενη ηλεκτρική ενέργεια, δηλαδή ο βαθμός αποδοτικότητας COP (Coefficient of performance) στις σύγχρονες αντλίες θερμότητας κυμαίνεται από 2,5 έως 5, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται (Inverter – hi-efficiency heat exchangers – control) & τις θερμοκρασίες περιβάλλοντος.

Η χώρα μας βρίσκεται σε μια γεωγραφική περιοχή όπου η θέρμανση μέσω της άντλησης θερμότητας μπορεί να καλύψει πλήρως τις ανάγκες θέρμανσης σε  $\frac{3}{4}$  του πληθυσμού (Κεντρική & Νότια Ελλάδα \_ Γεωγραφικές ζώνες A & B)

Για να ποσοτικοποιήσουμε την οικονομικότητα της χρήσης των αντλιών θερμότητας δούμε το ακόλουθο παράδειγμα, που αφορά τη μέση κατοικία στην Ελλάδα, με επιφάνεια 90 τετρ. μέτρα και θερμικές απώλειες 10 KW.

**Πίνακας 2 Σύγκριση Κόστους Λειτουργίας Συστημάτων Θέρμανσης**

ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΓΑΘΩΝ					
Κόστος Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΔΕΗ)	0,1176	€kW h	ΧΡΕΩΣΗ ΟΙΚΙΑΚΟΥ ΤΙΜΟΛΟΓΙΟΥ Γ1Ν		
Κόστος Ενέργειας Πετρελαίου	0,55	€lt	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ 2006		
ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ					
Ζητούμενη Θερμική Ενέργεια	<b>10</b>	<b>kW</b>	Αφορά τις θερμικές απώλειες Κατοικίας 90τ.μ. στην κλιματική ζώνη Β με καλή θερμομόνωση		
ΑΠΟΔΟΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ					
ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ	<b>0,85</b>				
Με βάση την θερμογόνο δύναμη του καυσίμου: 1lt Πετρελαίου μας δίνει 8.700 kCas ή 10 kWh					
Ωριαία Κατανάλωση Λέβητα Πετρελαίου	0,65€				
ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ					
COP Αντλ. Θερμ.	<b>5.0</b>	<b>4.0</b>	<b>3.5</b>	<b>3.0</b>	<b>2.5</b>
Ωριαία Κατανάλωση Αντλίας Θερμότητας	0.24€	0.29€	0.34€	0,39€	0,47€
Εξοικονόμηση Κόστους Λειτουργίας	-64%	-55%	-48%	-39%	-27%

Και όμως, η μελέτη του κλίματος ενός τόπου είναι η βασική προϋπόθεση για το σχεδιασμό κτιρίων που εξοικονομούν ή δεν σπαταλούν ενέργεια, που είναι φιλικά από πλευράς θερμικής άνεσης, και όχι εχθρικά, προς τον τελικό χρήστη τους.

Η μελέτη του κλίματος απαιτεί τη συγκέντρωση πολλών μετεωρολογικών, γεωλογικών, δασολογικών και γεωγραφικών δεδομένων. Κατά τη μελέτη του κλίματος πρέπει να προσέξουμε τα παρακάτω μεγέθη:

#### **α) Μέση θερμοκρασία.**

Η θερμοκρασία του αέρα θεωρείται ένα από τα βασικότερα κλιματικά στοιχεία, τα οποία συντελούν στη διαμόρφωση του κλίματος μιας περιοχής. Εξαρτάται γενικά από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, το υψόμετρο, τον προσανατολισμό, τον οριζόντιο και τον κατακόρυφο διαμελισμό της, τη γειτνίασή της με τη θάλασσα και άλλους δευτερεύοντες παράγοντες.

Οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν την ετήσια πορεία της θερμοκρασίας του αέρα είναι αστρονομικοί, το μεσημβρινό ύψος του ήλιου, δηλαδή, και η διάρκεια της ημέρας.

Η μέση ετήσια θερμοκρασία παρουσιάζεται απλή κύμανση, με την ελάχιστη τιμή, συνήθως, τον Ιανουάριο ή τον Φεβρουάριο, και τη μέγιστη τιμή τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο.

#### **β) Απόλυτες μέγιστες (ΑΜΘ) ή ελάχιστες ΑΕΘ) θερμοκρασίες.**

Τα κλιματικά δεδομένα μιας περιοχής παρουσιάζουν μέσα στο χρόνο πάντοτε διακυμάνσεις, κατά τις οποίες φτάνουν σε απόλυτα μέγιστες ή απόλυτα ελάχιστες τιμές. Είναι φυσικό, όμως ότι για να σημειωθούν οι απόλυτα ακραίες τιμές ενός κλιματικού στοιχείου, ώστε να μπορούν να πλησιάζουν τις πραγματικές τιμές μέσα στις οποίες διακυμαίνεται το στοιχείο αυτό, απαιτείται σειρά μακράς χρονικής περιόδου κλιματιστικών παρατηρήσεων.

Η γνώση των ΑΜΘ και ΑΕΘ έχει μεγάλη σημασία, τόσο από κλιματική άποψη όσο και από άποψη πρακτικής εφαρμογής. Είναι γνωστές, λόγου χάριν, οι δυσμενείς επιπτώσεις που έχουν οι παγετοί στη γεωργία και οι καύσωνες στην υγεία του ανθρώπου.

Παγετοί σημειώνονται όταν η θερμοκρασία του αέρα πέσει κάτω από τους 0 °C και διακρίνονται σε «μερικούς παγετούς», όταν πέσει κάτω από τους 0 °C μόνον η ελάχιστη θερμοκρασία του εικοσιτετράωρο.

Τίποτα, όμως, δεν είναι τυχαίο στη φύση! Παρότι οι παγετοί προξενούν ζημιές στη γεωργία, οι χαμηλές θερμοκρασίες της χειμερινής περιόδου είναι απαραίτητες για τη διακοπή του λήθαργου των οπωροφόρων δένδρων και την κανονική έκπτυξη των οφθαλμών την άνοιξη. Αποτελούν, εξάλλου, σημαντικό οικολογικό παράγοντα, για την επιτυχή ανάπτυξη και εκμετάλλευση των φυλλοβόλων δένδρων και πολλές φορές καθορίζουν τα όρια επέκτασης της καλλιέργειας τους προς τις θερμότερες περιοχές.

Το φύτεμα (η θεμελίωση, δηλαδή!) ενός κτιρίου, πρέπει να γίνεται με τον ίδιο σεβασμό που πρέπει να γίνεται το φύτεμα ενός δένδρου.

### **γ) Σχετική υγρασία.**

«Σχετική υγρασία» είναι η μάζα των υδρατμών που περιέχει ένας ορισμένος όγκος αέρα προς τη μάζα των υδρατμών που απαιτείται για να κορεστεί ο ίδιος ο αέριος όγκος στην ίδια θερμοκρασία.

Πρόκειται για βασικό κλιματικό στοιχείο μιας περιοχής, τόσο από καθαρά κλιματική άποψη όσο και από βιοκλιματική, γιατί συσχετίζεται με την υγιεινή αξία του κλίματος και τη θερμική άνεση. (Είναι γενικά παραδεκτό ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της σχετικής υγρασίας και της θνησιμότητας από νόσους του αναπνευστικού συστήματος.)

Κύριος ρυθμιστής της υγρασίας είναι το ανάγλυφο του εδάφους, η παρουσία των υδάτινων μαζών και πηγών, καθώς και η υγρότητα ή ξηρότητα των επικρατούντων ανεμών.

### **δ) Βροχόπτωση.**

Η βροχή και γενικά όλα τα ατμοσφαιρικά φαινόμενα με ανάλογα χαρακτηριστικά αποτελούν το βασικότερο στοιχείο μιας περιοχής. Με αυτήν αυξάνει η υδροδυναμική ενέργεια, εξυπηρετούνται τα αρδευτικά δίκτυα, υδροδοτούνται κατοικημένοι χώροι, και ούτω καθεξής.

Η Ελλάδα μπορεί γενικά, από ομβρομετρική άποψη, γενικά να διαιρεθεί σε δυο τμήματα: το δυτικό με άφθονες βροχές, και το ανατολικό με λιγότερες. Οι οροσειρές της Πίνδου, που έχουν Β-ΒΔ προς Ν-ΝΑ κατεύθυνση εμποδίζουν, γενικά, τους θερμούς ανέμους του νότιου τμήματος και τους αναγκάζουν να ανέλθουν.

Ανερχόμενοι οι άνεμοι αυτοί, ψύχονται και έτσι εναποθέτουν στις πλαγιές τη μεγαλύτερη ποσότητα των υδρατμών τους, τις λεγόμενες «ορογραφικές βροχές».

(Οι θερμικές βροχές δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ του δυτικού και του ανατολικού τμήματος της χώρας, γιατί είναι θερμικές καταιγίδες και έχουν τοπικό χαρακτήρα.)

### **ε) Ημέρες βροχής (HB).**

Υπάρχουν διάφορα βροχομετρικά συστήματα που καθορίζουν τη δίαυτα των βροχών στο χώρο της Μεσογείου, καθώς η ετήσια διανομή της παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις που οφείλονται στο πολυσχιδές ανάγλυφο του εδάφους και στις ατμοσφαιρικές διατάξεις.

Σύστημα Α: Απλή ετήσια πορεία της βροχής με μέγιστο τους χειμερινούς μήνες και ελάχιστο τους θερινούς.

Σύστημα Β: Διπλή ετήσια πορεία της βροχής με δύο μέγιστα και δύο ελάχιστα.

Σύστημα Γ : Τριπλή ετήσια πορεία της βροχής με τρία ελάχιστα.

### **στ) Ημέρες ομίχλης (HO).**

Η ομίχλη είναι νέφος το οποίο εφάπτεται στο έδαφος και φτάνει μέχρι ένα ορισμένο ύψος, ανάλογα με τις συνθήκες σχηματισμού της, περιορίζοντας αισθητά την ορατότητα, κυρίως στην οριζόντια έννοια. Στο σχηματισμό της επιδρά η τοπογραφική διαμόρφωση του εδάφους, η γειτνίαση των υδάτινων όγκων, οι αίθριες ή νηνεμείς ημέρες κατά τους ψυχρούς μήνες, και ούτω καθεξής.

### **ζ) Ημέρες Χιονιού (HX).**

Το χιόνι ανήκει στα στερεά ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και εμφανίζεται όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος κατέβει κάτω από το μηδέν. Αποτελείται από λευκούς αδιαφανείς παγοκρυστάλλους, συνήθως εξαγωνικής μορφής, οι οποίοι συνενώνονται σε νιφάδες χιονιού.

#### **η) Ημέρες με Καταιγίδα (HK).**

Καταιγίδα είναι η ραγδαία βροχή που προέρχεται από νέφος σωρειτομελανιτή και συνοδεύεται από κεραυνούς, βροντές και, πολλές φορές, χαλάζι.

Οι καταιγίδες διακρίνονται σε «θερμότητας» και σε «υφεσιακές». Οι πρώτες είναι αποτέλεσμα αστάθειας του καιρού και οφείλονται στην υπεροχή της ατμοσφαιρικής θερμότητας στα κατώτερα στρώματα που έρχονται σε επαφή με το θερμό έδαφος, ενώ οι δεύτερες προκαλούνται κατά τη διέλευση των υφέσεων από ψυχρά μέτωπα.

#### **θ) Ημέρες με Χαλάζι (HX).**

Το χαλάζι είναι κλιματικό στοιχείο που παρατηρείται κατά τις καταιγίδες. Οι χαλαζόκοκκοι δημιουργούνται από την απότομη ψύξη των υδροσταγονιδίων που βρίσκονται μέσα σε ένα νέφος. Κατά την πτώση, ή ακόμα και την άνοδο, λόγω ισχυρών ανοδικών ρευμάτων προσφύονται σε αυτούς επιφανειακά και άλλα υδροσταγονίδια σε μορφή φλοιών, με αποτέλεσμα να αυξάνεται το μέγεθός τους.

#### **ι) Μέση Συννεφιά (ΜΣ).**

Η Ελλάδα ανήκει στις μεσογειακές χώρες οι οποίες διακρίνονται για τη μικρή νέφωση και τη μεγάλη ηλιοφάνεια.

Η νέφωση εμποδίζει μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας να φτάσει στη γη και στη γήινη θερμότητα να διαφύγει προς το πάνψυχο άπειρο. Αυξάνει, επίσης, τη λευκαύγεια και μειώνει την ηλιοφάνεια και έχει άμεση σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα.

Υπολογίζεται, παραδείγματος χάριν, πως εάν δεν υπήρχε η νέφωση, η οποία σε όλον τον πλανήτη έχει μέση τιμή τα 4/8 (το όγδοο του ουρανού θόλου είναι η μονάδα μέτρησής της), η θερμοκρασία της Γης θα ήταν 6 °C μεγαλύτερη σε γήινη κλίμακα.



### **ια) Ταχύτητα Ανέμου (ΤΑ).**

Άνεμος είναι η μετακίνηση αερίων μαζών από κάποιο άλλο. Η μετακίνηση των αερίων μαζών είναι αποτέλεσμα της ανισότητας των ατμοσφαιρικών πιέσεων που επικρατούν στις διάφορες περιοχές κάποια χρονικά διαστήματα. Βασικό αίτιο της ανισότητας αυτής είναι η άνιση θερμοκρασία που υπάρχει μεταξύ των περιοχών αυτών.

Από οικονομική (και οικολογική!) άποψη, ο άνεμος είναι η ανεξάντλητη πηγή αιολικής ενέργειας και αποτελεί βασική συνιστώσα, που πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν κατά το βιοκλιματικό σχεδιασμό ενός κτιρίου.

### **ιβ) Κατεύθυνση Ανέμου (ΚΑ).**

### **ιγ) Πίεση.**

Ο λόγος εδώ για την πίεση που εξασκεί το βάρος του ατμοσφαιρικού αέρα στην επιφάνεια ενός cm. Το βάρος αυτό ισούται με 10033,3 gr και είναι γνωστό ως ατμοσφαιρική πίεση, η οποία μετράται σε mb ή σε mm υδραργύρου.

(Η μεταξύ τους σχέση είναι  $1mb = 0,75 \text{ mmHg.}$ )

Η ατμοσφαιρική πίεση είναι το βασικό αίτιο της δημιουργίας των ανέμων, συνεπώς συντελεί στη διαμόρφωση των καιρικών συστημάτων και των ατμοσφαιρικών διαταράξεων. Ο καιρός της Ελλάδας καθορίζεται κυρίως από δύο αντι-κυκλωνικά συστήματα που φέρουν υψηλές πιέσεις, οι οποίες, με τις χαμηλές πιέσεις της Μεσογείου, δημιουργούν ανέμους καθοριστικούς του κλίματος της περιοχής αυτής.

Ο λόγος για τον αντικυκλώνα του Ατλαντικού και τον σιβηρικό αντικυκλώνα.

#### **ιδ) Ηλιοφάνεια.**

Ο λόγος για το χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο ήλιος δεν καλύπτεται από νέφη ή άλλα αντικείμενα και η ακτινοβολία του φτάνει ελεύθερα στην επιφάνεια του εδάφους. Διακρίνεται στη «θεωρητική ηλιοφάνεια» (που είναι το χρονικό διάστημα, στη διάρκεια της ημέρας, κατά το οποίο ο ήλιος είναι πάνω από τον αισθητό ορίζοντα ενός τόπου και εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και την εποχή του έτους) και στην «πραγματική ηλιοφάνεια».

#### **ιε) Βαθμομέρες θέρμανσης (ΒΘ) και δροσισμού (ΒΔ).**

Ο αριθμός βαθμομερών βάσης (X) μιας ημέρας με συμβολισμό (BH)x αντιστοιχεί με τη θετική απόκλιση ανάμεσα στην τιμή θερμοκρασίας X και στη μέση τιμή εξωτερικής θερμοκρασίας αυτής της ημέρας.

Το μέγεθος αυτό εκφράζεται σε βαθμούς Κελσίου ( $C^{\circ}$ ) επί ημέρες.

Εάν η μέση ημερήσια θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη ή ίση με X, τότε ο αριθμός βαθμομερών (BH)x λαμβάνεται ίσος με το μηδέν.

(Η θεωρία των βαθμομερών επιτρέπει τον υπολογισμό της κατανάλωσης με απλοποιημένο τρόπο και την πραγμάτωση ορισμένων ελέγχων που αφορούν στη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων.)

Στην Ελλάδα, η θερμοκρασία X ισούται με  $18^{\circ}C$ , χωρίς να αναφέρεται σε κάποιον κανονισμό. (Στις ΗΠΑ,  $X = 65^{\circ}F = 18,3^{\circ}C$ )

### 3.3. Βιοκλίμα

#### 3.3.1 Εκτίμηση του Βιοκλίματος

##### A. Διάγραμμα Emberger.

Για την εκτίμηση του κλίματος μιας συγκεκριμένης περιοχής χρησιμοποιούνται:

α) Ο κλιματικός τύπος του βροχοθερμικού πηλίκου του Έμπεργκερ (Emberger), που συσχετίζει το ετήσιο ύψος βροχής, τον μέσο όρο μέγιστων θερμοκρασιών του θερμότερου μήνα και τον μέσο όρο των ελάχιστων θερμοκρασιών του ψυχρότερου μήνα ( $m$ ).

Διακρίνουμε, λοιπόν, τις εξής βιοκλιματικές διαιρέσεις που παρουσιάζονται στο χάρτη των βιοκλιματικών ορόφων:

A. Ημίξηρος όροφος:

1. Με χειμώνα θερμό:  $m > 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Με χειμώνα ήπιο:  $3 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Με χειμώνα ψυχρό:  $0 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

B. Ύψυγρος όροφος:

1. Με χειμώνα θερμό:  $m > 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Με χειμώνα ήπιο:  $3 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Με χειμώνα ψυχρό:  $0 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
4. Με χειμώνα δριμύ:  $m < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Γ. Υγρός όροφος:

1. Με χειμώνα θερμό:  $m > 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Με χειμώνα ήπιο:  $3 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. Με χειμώνα ψυχρό:  $0 \text{ }^{\circ}\text{C} < m < 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .
4. Με χειμώνα δριμύ:  $m < 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**β)** Ο ξηροθερμικός δείκτης, ο οποίος είναι το άθροισμα των βιολογικών ξηρών ημερών της ξηράς περιόδου.

Για  $150 < X < 200$ : τύπος κλίματος ξηροθερμομεσογειακός.

Για  $100 < X < 150$ : τύπος κλίματος θερμομεσογειακός.

Για  $125 < X < 150$ : τύπος κλίματος έντονος.

Για  $100 < X < 125$ : τύπος κλίματος ασθενής.

Για  $40 < X < 100$ : τύπος κλίματος μεσομεσογειακός.

Για  $75 < X < 100$ : τύπος κλίματος έντονος.

Για  $40 < X < 75$ : τύπος κλίματος ασθενής.

Για  $0 < X < 40$ : τύπος κλίματος υπομεσογειακός.

$X = 0$ : αξηρικός

(Στους δασολόγους είναι γνωστή η κατακόρυφη διαδοχή των διαπλάσεων από τα αείφυλλα πλατύφυλλα μέχρι τις αλπικές διαπλάσεις. Η διαδοχή αυτή είναι γνωστή και ως «ζώνες βλάστησης».)

Πίνακας 3

<b>ΖΩΝΗ Α</b>	<b>ΖΩΝΗ Β</b>	<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	<b>ΖΩΝΗ Δ</b>
Αργολίδας	Αιτωλοακαρνανίας	Αρκαδίας**	Γρεβενών
Δωδεκανήσου	Άρτας	Δράμας	Καστοριάς
Ζακύνθου	Αττικής	Έβρου	Κοζάνης
Ηρακλείου	Αχαΐας	Ευρυτανίας	Φλώρινας
Κεφαλληνίας	Βοιωτίας	Ημαθίας	
Κυκλάδων	Εύβοιας	Θεσσαλονίκης	
Λακωνίας	Ηλείας	Ιωαννίνων	
Λασιθίου	Θεσπρωτίας	Καβάλας	
Μεσσηνίας	Κέρκυρας	Καρδίτσας	
Πειραιά*	Κορινθίας	Κιλκίς	
Ρεθύμνου	Λέσβου	Λάρισας	
Σάμου	Λευκάδας	Ξάνθης	
Χανίων	Μαγνησίας	Πέλλας	
<b>Λασιθίου</b>	Πρέβεζας	Περίας	
	Φθιώτιδας	Ροδόπης	
	Φωκίδας	Σερρών	
	Χίου	Τρικάλων	
		Χαλκιδικής	
<p>* Εκτός ευρύτερης περιοχής πόλης Πειραιά και νήσου Σαλαμίνας που ανήκουν στη Ζώνη Β.</p> <p>** Εκτός επαρχίας Κονουρίας που ανήκει στη Ζώνη Α.</p>			

## **B. Δείκτης Johansson.**

Τέλος, ένας συμπληρωματικός δείκτης για την ηπειροτικότητα ενός κλίματος δίνεται από το λεγόμενο «δείκτη Γιοχανσόν (Johansson).

Εάν  $0 < K < 30$ : θαλάσσιο κλίμα.

Εάν  $31 < K < 60$ : ηπειρωτικό κλίμα.

Εάν  $61 < K < 100$ : εξαιρετικά ηπειρωτικό κλίμα.

### Ταξινόμηση κλιματικών ζωνών με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης

Οι ελληνικές πόλεις ταξινομήθηκαν σε τέσσερις (4) κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομέρες θέρμανσης. Για το διαχωρισμό των ζωνών υιοθετήθηκε η παρακάτω κλιμάκωση:

Ζώνη Α από	601	-1.100	βαθμομέρες·
Ζώνη Β από	1.101	-1.600	βαθμομέρες με το θερμοστάτη στους 15 °C.
Ζώνη Γ από	1.601	-2.200	βαθμομέρες·
Ζώνη Δ >	2.201		βαθμομέρες·

Τυπικά μετεωρολογικά δεδομένα που παρέχει έναντι συμβολικής τιμής η ΕΜΥ. Είναι αδιανόητο να σχεδιάσουμε ένα κτίριο χωρίς να πάρουμε υπ' όψιν μας τα μετεωρολογικά δεδομένα του τόπου κατασκευής του.

### **3.3.2 Διαδικασία Εκπόνησης Ενεργειακών Μελετών Κτιρίων.**

Αφού εφαρμοσθούν όλα τα μέτρα ελαχιστοποίησης των ενεργειακών απαιτήσεων μιας κατοικίας (θερμομόνωση, αεροστεγή κουφώματα με απλά ή διπλά υαλοστάσια, κατασκευή χώρων ανάσχεσης στις εισόδους των κτιρίων, εξασφάλιση ηλιασμού το χειμώνα, υποχρεωτική ηλιοπροστασία των γυάλινων επιφανειών το καλοκαίρι με κατάλληλα οριζόντια, κάθετα ή κεκλιμένα, κινητά η σταθερά σκίαστρα που δεν μειώνουν αλλά αντίθετα ομαλοποιούν και ενισχύουν και το φυσικό φωτισμό των χώρων, ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συλλεκτών για την παρασκευή θερμού νερού χρήσης κ.λ.π.), υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες από το κέλυφος του κτιρίου (τοίχοι, οροφή, δάπεδο, παράθυρα), καθώς και από τη

διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.

Έτσι υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες (χωρίς κέρδη) και βάση αυτών των απωλειών υπολογίζεται η ισχύς της θερμικής πηγής που θα καλύψει τη θέρμανση της κατοικίας.

Στη συνέχεια υπολογίζονται τα θερμικά κέρδη της κατοικίας κατά μήνα, τα οποία μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας από τη συμβατική πηγή. Τα κέρδη αυτά μειώνουν την κατανάλωση ενέργειας από τη συμβατική πηγή. Τα κέρδη αυτά προέρχονται α) από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στην κατοικία από παράθυρα, τοίχους T – M, θερμοκήπια κ.λ.π., β) από τους ενοίκους, γ) από τα φώτα, δ) από τη λειτουργία των μικροσυσκευών, ε) από το θερμό νερό χρήσης, κ.λ.π.

Το σύνολο των ηλιακών και εσωτερικών κερδών μειώνονται με ένα συντελεστή χρησιμοποίησης ( $\eta$ ), που εξαρτάται από το είδος κατασκευής της κατοικίας (βαριά ή ελαφρά τοιχώματα) και από το λόγο των κερδών προς τις θερμικές απώλειες της κατοικίας. Έτσι προκύπτουν τα ωφέλιμα κέρδη της κατοικίας τα οποία αφαιρούμενα από τις θερμικές απώλειες της κατοικίας κατά μήνα και συνολικά κατά έτος.

Η συνολική ετήσια ενεργειακή κατανάλωση σε KWH/m<sup>2</sup> για θέρμανση (και χωριστά για κλιματισμό, φωτισμό και κίνηση) δεν πρέπει να υπερβαίνει κάποια προκαθορισμένα όρια, ανάλογα με τη θερμική ζώνη και τη χρήση του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία, κ.λ.π.).

### 3.3.3 Θερμικές Απώλειες από Αγωγιμότητα.

Για να υπολογιστούν οι θερμικές απώλειες από αγωγιμότητα σε μια κατοικία, πρέπει να προσδιοριστούν επαρκώς τα στοιχεία του κελύφους της:

**Εξωτερικοί τοίχοι:** Πρέπει να προσδιοριστεί το υλικό κατασκευής, το είδος της μόνωσης, το πάχος της μόνωσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $\kappa$ ) που προκύπτει από τη σύνθεση των υλικών και ο οποίος πρέπει να είναι μικρότερος από το μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας εξωτερικού τοίχου βάσει του ΚΘΚ, ώστε να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες από τους εξωτερικούς τοίχους. Παράλληλα πρέπει να υπολογιστεί και το κόστος του μονωτικού υλικού για να υπάρχει δυνατότητα σύγκρισης και προσδιορισμού του χρόνου απόσβεσής του.

**Οροφή:** Πρέπει να προσδιοριστεί το υλικό κατασκευής, το είδος της μόνωσης, το πάχος της μόνωσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $\kappa$ ) που πρέπει να είναι μικρότερος από το μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας οροφής βάσει του **ΚΘΚ** και τελικώς να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες και το κόστος της μόνωσης.

**Δάπεδο:** Παρομοίως ως άνω πρέπει να προσδιοριστεί το υλικό κατασκευής, το είδος της μόνωσης, το πάχος της μόνωσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $\kappa$ ) που πρέπει να είναι μικρότερος από το μέγιστο επιτρεπόμενο συντελεστή θερμοπερατότητας δαπέδου βάσει του **ΚΘΚ** και τελικώς να υπολογισθούν οι θερμικές απώλειες και το κόστος της μόνωσης.

**Παράθυρα και εξωστόθυρες:** Υπάρχει μεγάλη ποικιλία πλαισίων κουφωμάτων (μεταλλικά, ξύλινα, πλαστικά), διαφορετικός βαθμός εφαρμογής των κινητών πλαισίων στο σκελετό των ανοιγμάτων, καθώς και δυνατότητα χρήσης απλών ή διπλών υαλοπινάκων. Η κατάλληλη επιλογή του παραθύρου μπορεί να μειώσει σημαντικά τις θερμικές απώλειες, αυτό όμως θα αντανακλάται και στο υψηλό κόστος του συγκεκριμένου παραθύρου. Η επιλογή του, με ενεργειακά κριτήρια, θα προκύψει από το χρόνο απόσβεσης του, συνυπολογίζοντας και τα άλλα πλεονεκτήματα (ηχομόνωση, αεροστεγανότητα, συντήρηση, εμφάνιση κ.λ.π.)

### 3.3.4 Θερμικές Απώλειες χώρου από μη ελεγχόμενο αερισμό (Διείσδυση αέρα)

Η ποσότητα διείσδυσης αέρα σε ένα κτίριο εξαρτάται άμεσα από την αεροπερατότητα των δομικών στοιχείων του (παράθυρα και πόρτες κυρίως, αλλά και στέγες, τοίχοι δάπεδα).

#### **Η αεροπερατότητα ενός στοιχείου εξαρτάται:**

- Από τον αριθμό, τις διαστάσεις και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των ανοιγμάτων που έχουν προβλεφθεί σ' αυτό, για την εξασφάλιση οπτικής επικοινωνίας, φυσικού αερισμού και φωτισμού των εσωτερικών χώρων (πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες, οπές εξαερισμού).
- Από τον τρόπο κατασκευής των ανοιγμάτων:
  - § τα υλικά κατασκευής
  - § τη στερέωση του πλαισίου στον τοίχο
  - § το μηχανισμό και τη φορά ανοίγματος και κλεισίματος



§ (συρόμενος, περιστρεφόμενος, κ.λ.π.)

§ τη χρήση μονωτικών ταινιών

- Από τη θέση και το ύψος του κτιρίου.
- Από την ύπαρξη και τον τρόπο κατασκευής ανοιγμάτων που προορίζονται για διέλευση διάφορων αγωγών παροχής (ηλεκτρικά και τηλεφωνικά καλώδια, αγωγοί ύδρευσης, αποχέτευσης, φυσικού αερίου κ.λ.π.)
- Από κατασκευαστικές ατέλειες των προβλεφθέντων ανοιγμάτων που έχουν σαν αποτέλεσμα την ύπαρξη ανεπιθύμητων ρωγμών στην επιφάνειά τους.
- Από μη προβλεφθέντα ανοίγματα που προκύπτουν από κατασκευαστικές ατέλειες (ρωγμές) αλλά και λόγω της πορώδους υφής των δομικών υλικών. Αποτέλεσμα αυτών είναι ότι κάθε δομικό στοιχείο, ακόμη και αν δεν περιέχει ανοίγματα, είναι σε κάποιο βαθμό, αεροπερατό.
- Από φθορές που συνεπάγεται η γήρανση των υλικών, η επίδραση των καιρικών φαινομένων αλλά και η χρήση τους από τους ενοίκους. Αποτέλεσμα των φθορών είναι η εμφάνιση νέων ρωγμών ή η διεύρυνση των υπαρχουσών.
- Τέλος, εξαρτάται από τις συνθήκες των ενοίκων που αντανακλούν σε χρόνο που τα ανοίγματα παραμένουν ανοικτά για να εξυπηρετούν τις υποκειμενικές τους ανάγκες για θέρμανση/ψύξη, και ανανέωση του αέρα.

Κατόπιν των ανωτέρω γίνεται άμεσα αντιληπτά ότι δεν είναι εύκολος ο προσδιορισμός της ποσότητας του διεισδύοντα αέρα σε ένα κτίριο, αλλά πρέπει να καταφύγει κανένας σε κωδικοποιημένες παραμέτρους και κατηγοριοποίηση κατασκευών. Ο ασφαλέστερος τρόπος προσδιορισμού της ποσότητας του διεισδύοντα αέρα, είναι η εφαρμογή μετρήσεων αεροπερατότητας των κορυφωμάτων είτε εργαστηριακά είτε επί τόπου. Τέτοιες διατάξεις μετρήσεων φαίνονται στα επόμενα σχήματα.

Επειδή όμως τέτοιας διατάξεις δεν είναι εύκολο να χρησιμοποιούνται κάθε φορά για τη μέτρηση του διεισδύοντα αέρα χρησιμοποιούνται για τις εφαρμογές διάφοροι πίνακες με κωδικοποιημένες παραμέτρους.

### 3.4 Παθητικά Συστήματα

Κέλυφος χαρακτηρίζεται η εξωτερική επιδερμίδα των κτιρίων, δηλαδή η περιοχή όπου διαλαμβάνονται ανταλλαγές θερμότητας, ανάμεσα στο κτίριο και στο εξωτερικό περιβάλλον.

Τα βασικά αρχιτεκτονικά στοιχεία, που ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι:

- τα γυάλινα ανοίγματα και ο εξοπλισμός τους,
- οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης ή συλλεκτές θερμότητας,
- τα προσαρτημένα στο κτίριο θερμοκήπια.

Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία πρόκειται να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο «ενεργητικό», δηλαδή να τροφοδοτήσουν το κτίριο με «φυσικές» θερμίδες, που παίρνουν από το εξωτερικό περιβάλλον και συγκεκριμένα από τον ήλιο, χωρίς να επιβαρύνουν τις συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο.

Για να εφαρμοστούν οι βασικές βιοκλιματικές αρχές, όπως έχουμε αναπτύξει μέχρι τώρα, και να επιτευχθούν οι στόχοι, που θέτει η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, χρησιμοποιείται μια ήπια τεχνική για την αξιοποίηση και εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, τα λεγόμενα «παθητικά συστήματα».

#### Ταξινόμηση παθητικών συστημάτων

Τα παθητικά συστήματα, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη, μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις μεγάλες ενότητες:

**A.** σε συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος.

**B.** σε συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος, που διακρίνονται:

1 – σε συστήματα που χρησιμοποιούν τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης και,

2 – σε συστήματα που χρησιμοποιούν τα θερμοκήπια, τα προσαρτημένα συνήθως στην νότια πλευρά του τοίχου.

**Γ.** σε συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους όπου η συλλεκτήρια επιφάνεια της ηλιακής ενέργειας διαχωρίζεται από το χώρο της θερμικής αποθήκευσης.

Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της θερμότητας κάποια απλά μηχανικά μέσα, όπως ανεμιστήρες. Τα μικτά αυτά συστήματα λέγονται και υβριδικά και βασίζονται στη φυσική ροή κάποιου υγρού, αέρα ή νερού.

Η ανάπτυξη, που ακολουθεί, περιορίζεται στις δύο πρώτες ενότητες, που θεωρούμε γνήσια παθητικά συστήματα, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η τρίτη ενότητα δεν παρουσιάζει αξιόλογα πλεονεκτήματα.

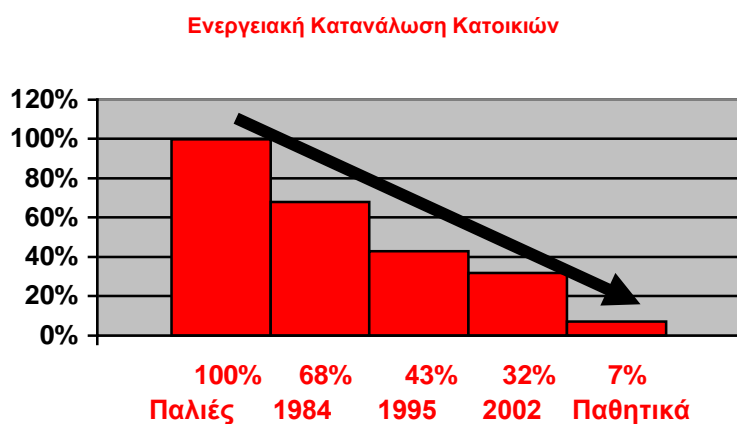
Σχηματικά, τα συστήματα άμεσου και έμμεσου ηλιακού κέρδους απεικονίζονται στο παρακάτω σχήμα.

### **3.4.1 Συστήματα με άμεσο ή απευθείας ηλιακό κέρδος**

Το γυάλινο άνοιγμα είναι χαρακτηριστικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής, λόγω της διπλής επιρροής που υφίσταται, τόσο από την τεχνολογική εξέλιξη στα είδη των γυαλιών, όσο και από την ανάγκη επικοινωνίας των ενοίκων με τη φύση και το περιβάλλον.

Ο απλούστερος τρόπος, για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων, είναι η συλλογή της μέσα από τα γυάλινα ανοίγματα, τα προσανατολισμένα στο νότο. Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου πάντα θετικά, ανεξάρτητα αν ο σχεδιασμός τους είναι συμβατικός ή βιοκλιματικός. Η διαφορά βρίσκεται στο ό,τι ένα κτίριο που λειτουργεί παθητικά παγιδεύει την ηλιακή θερμότητα που μπαίνει μέσα, την αποθηκεύει στα δομικά του στοιχεία, τοίχους – δάπεδα – οροφή, κατασκευασμένα από βαριά υλικά, με σκοπό να επαναποδώσει αυτή τη θερμότητα στο εσωτερικό του κτιρίου τη νύχτα ή σε περιόδους συννεφιάς.

Πίνακας 4



Οι παράγοντες, που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος, είναι:

- οι μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια πρόσοψη,
- η λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου, με κύρια οργάνωση προς το νότο,
- η μεγάλη θερμική μάζα στο εσωτερικό του κτιρίου, ώστε ν' απορροφάται οποιασδήποτε απότομη μεταβολή της θερμοκρασίας,
- η θερμική προστασία στην εξωτερική πλευρά του κελύφους,
- η μείωση των θερμικών ανταλλαγών μέσα από τ' ανοίγματα, με τη χρήση κινητών μονωτικών παντουριών.

Διαγραμματικά, οι παραπάνω προϋποθέσεις για την αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος, παριστάνονται στο σχήμα.

## **Η αποτελεσματικότητα του παθητικού συστήματος.**

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- α.** τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων. Το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται, εφ' όσον τ\ ανοίγματα προσανατολίζονται στο νότο, με ανοχή  $\pm 25^\circ$  ανατολικότερα ή δυτικότερα του νότου. Έτσι διασφαλίζεται και η εύκολη ηλιοπροστασία του ανοίγματος, το καλοκαίρι και η αποφυγή της υπερθέρμανσης του χώρου.
- β.** την κλίση του ανοίγματος. Το κατακόρυφο είναι προτιμότερο, γιατί ενώ σχεδόν έχει τον περισσότερο ηλιασμό το χειμώνα, προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι.
- γ.** το μέγεθος του ανοίγματος, που έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής.
- δ.** τη θέση του ανοίγματος στην όψη ή κοντά στην οροφή, έτσι ώστε ο ηλιασμός, που μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια να διανέμεται ομοιόμορφα στον εσωτερικό χώρο. Γενικά, το βάθος του χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2 ½ φορές το ύψος του παραθύρου, (που μετράται από το δάπεδο), σύμφωνα με κάποιον εμπειρικό κανόνα. Ο άμεσος ηλιασμός όλου του χώρου λειτουργεί αποτελεσματικότερα στην απόδοση του συστήματος. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, για τους βορινούς πίσω χώρους, η πριονωτή διάταξη της οροφής με κατακόρυφους φεγγίτες ή ανοίγματα στην οροφή (sky lights) ή η κλιμακωτή διάταξη του κτιρίου, μπορεί να εξασφαλίσει τον άμεσο ηλιασμό του χώρου.
- ε.** τον τύπου του υαλοπίνακα, απλό ή γυαλί που διαχέει το φως και διανέμει τη θερμική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου, κυρίως όμως βοηθά στην αποφυγή του θαμπώματος, που προκαλείται από την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο επίπεδο ζωής ή εργασίας.

**στ.** την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στα συμπαγή δομικά στοιχεία της κατασκευής, γιατί είναι πιο αποτελεσματική από την έμμεση για την απόδοση του συστήματος. Γενικά, απαιτείται 4πλάσια ποσότητα θερμικής μάζας για την αποθήκευση της έμμεσης ακτινοβολούμενης θερμότητας από τον αέρα του χώρου, σε σχέση με την άμεση πρόσπτωση στα συμπαγή δομικά στοιχεία, οροφή – δάπεδα – τοίχοι.

### 3.4.2 Συστήματα με έμμεσο ηλιακό κέρδος

Τα συστήματα, που εκμεταλλεύονται με έμμεσο τρόπο την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτιρίων, βασίζονται στην εξής αλληλουχία θερμικών λειτουργιών:

Ήλιος  $\dot{U}$  συλλογή (γυάλινη επιφάνεια)  $\dot{U}$  αποθήκευση (θερμική μάζα)  $\dot{U}$  θέρμανση (εσωτερικός χώρος).

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους διακρίνονται:

Στους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης, που πρέπει να συνδέονται με γυάλινα ανοίγματα, προσανατολισμένα στο νότο, μιας και αυτά εξασφαλίζουν τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας.

Σχηματικά το σύστημα με τοίχο συλλέκτη και έμμεσο ηλιακό κέρδος μπορεί να εκφραστεί από την παράσταση του σχήματος.

#### **Θερμικό ισοζύγιο του τοίχου θερμικής αποθήκευσης.**

Η θερμική ενέργεια, που απορροφάται από τον τοίχο, θερμαίνει την εξωτερική επιφάνεια του και στη συνέχεια τη μάζα του, με αγωγιμότητα, μέχρι που φτάνει στην εσωτερική του πλευρά, με κάποια χρονική καθυστέρηση και με μειωμένη την αρχική της ένταση.

Ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη μέγιστη εξωτερική, επιφανειακή θερμοκρασία και την παρατηρούμενη μέγιστη εσωτερική, αντίστοιχα,- ελαττωμένης κατά την ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύτηκε στον τοίχο – αντιστοιχεί στη χρονική καθυστέρηση ή διαφορά φάσης.

Όσο αυξάνεται το πάχος και η θερμοχωρητικότητα μιας τοιχοποιίας, ενώ η θερμική αγωγιμότητα ελαττώνεται, τόσο πιο μεγάλη είναι η χρονική καθυστέρηση και πιο σημαντική η θερμική αδράνεια της κατασκευής. Κατά συνέπεια το άμεσο θερμικό κέρδος είναι πιο μικρό.

Η επιλογή των τοίχων θερμικής αποθήκευσης θα πρέπει να γίνεται κατά τρόπο, που να διασφαλίζεται στην πράξη, μια χρονική καθυστέρηση της τάξης των 6-8 ωρών, έτσι ώστε το κτίριο να επωφελείται της μέγιστης θερμοκρασίας της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου στην αρχή της νύχτας.

Ο τοίχος, λοιπόν, συλλέκτης ή θερμικής αποθήκευσης συμπεριφέρεται σαν ένας μηχανισμός χρονικής μετάθεσης και αδρανοποίησης των κυμάτων της εξωτερικής θερμοκρασίας, έτσι που το εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται του θερμικού κέρδους, όταν δεν υπάρχει ηλιασμός, παρατείνοντας αποτελεσματικά τη 'χρήσιμη' ηλιοφάνεια, για τη θέρμανση του χώρου χωρίς τη χρήση συμπληρωματικών πηγών ενέργειας.

Από έρευνα, που πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο του Los Alamos, στην Αμερική για την ποσοστιαία συμβολή του δίδυμου, τοίχος θερμικής αποθήκευσης – γυάλινη επιφάνεια στην εξοικονόμηση ενέργειας από ηλιακή ενέργεια, διαπιστώθηκε ότι, πέραν ενός ορίου η θερμοχωρητικότητα του τοίχου έχει πολύ μικρή επίδραση. Η νυκτερινή μόνωση συμμετέχει σημαντικά στη θερμική απόδοση του ηλιακού συστήματος.

### **Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.**

Η λειτουργία του τοίχου θερμικής αποθήκευσης μελετήθηκε ιδιαίτερα στη Γαλλία. Ο καθηγητής F. Trombe (του ερευνητικού κέντρου C.N.R.S.) μαζί με τον αρχιτέκτονα J. Michel, μελέτησαν ένα σύστημα τοίχου με θυρίδες, γνωστού ως τοίχου «Trombe», που το εφάρμοσαν στα πρώτα πειραματικά, ηλιακά σπίτια, στο Odeillo της Γαλλίας, το 1967.

Το σύστημα του τοίχου Trombe, αποτελείται από ένα τοίχο από μπετόν, πάχους 30-40 εκ., βαμμένο σε σκούρο χρώμα στην εξωτερική του πλευρά, που συνδυάζεται με μια γυάλινη επιφάνεια, σε απόσταση 3 εκ. περίπου. Στο επάνω και στο κάτω μέρος του τοίχου υπάρχουν θυρίδες, σ' όλο του το μήκος, που διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα από τις θυρίδες, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας. Πιο συγκεκριμένα:

- στη διάρκεια της ημέρας, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, θερμαίνει τον αέρα που βρίσκεται στο χώρο ανάμεσα στο τζαμί και στον τοίχο· ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και μέσα από την θυρίδα μπαίνει στον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα, ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο, μπαίνει από την κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε.
- στη διάρκεια της νύχτας η λειτουργία προφανώς αντιστρέφεται. Οι δυο θυρίδες κλείνουν, πάνω και κάτω, και η θέρμανση του χώρου πετυχαίνεται με την ακτινοβολία της αποθηκευμένης θερμότητας στον τοίχο.

Το σύστημα του τοίχου Trombe παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα, λόγω του απλού τρόπου κατασκευής, το χαμηλό κόστος του και τη σημαντική ενεργειακή του απόδοση. Το γεγονός ότι αποδίδει άμεσο, ηλιακό θερμικό κέρδος στον εσωτερικό χώρο, ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες, που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί όλα τα πλεονεκτήματα της χρονικής καθυστέρησης, τον καθιστά πολύ αποτελεσματικό.

Το μειονέκτημα του είναι ότι, μπορούν να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο, κυρίως όταν η επιφάνεια αερισμού δημιουργεί θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο χώρο.

Το καλοκαίρι η λειτουργία του τοίχου Trombe αντιστρέφεται. Η επάνω θυρίδα κλείνει, ενώ ταυτόχρονα ανοίγει ένα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω μέρος (φεγγίτης), έτσι ώστε με το φαινόμενο της 'καμινάδας' ν' απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω.

Επίσης με συστήματα ηλιοπροστασίας απλά, μιας και πρόκειται για νότιο προσανατολισμό, μπορεί ν' αποκλειστεί εντελώς η άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας.



Προωθώντας την έρευνα του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, κυρίως οι ερευνητές στην Αμερική, μελέτησαν και εφάρμοσαν μια άλλη μορφή, τον τοίχο ‘νερού’, πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια, με νότιο προσανατολισμό.

Η λειτουργία του συστήματος βασίζεται στη μεγάλη θερμοχωρητικότητα ικανότητα του νερού, που αποθηκεύει μεγαλύτερα ποσά θερμότητας σε σχέση με οποιαδήποτε άλλο υλικό και έχει σημαντική θερμική απόδοση. Το πλεονέκτημα που παρουσιάζουν οι τοίχοι νερού είναι ότι, απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με τους άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης, από μπετόν, πέτρα, τούβλα, κ.λ.π.

Ως μειονέκτημα μπορεί να θεωρηθεί το γεγονός ότι, όπως θερμαίνεται ομοιόμορφα παρουσιάζει την ίδια θερμοκρασία τόσο στην εξωτερική, όσο και το βράδυ, συμβαίνει και προς τις δυο κατευθύνσεις, μέσα και έξω. Αυτή η αδυναμία μπορεί ν’ αντιμετωπιστεί με νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά.

Παραλλαγή του συστήματος θερμικής αποθήκευσης στη μάζα του νερού, αποτελεί η οροφή ‘νερού’ (roof-pond), όπου σάκοι, γεμάτοι νερό τοποθετούνται πάνω από την πλάκα του κτιρίου. Η ηλιακή θερμότητα συσσωρεύεται μέσα στη μάζα του νερού στη διάρκεια της ημέρας και αποδίδεται σταδιακά στον εσωτερικό χώρο τη νύχτα. Προϋπόθεση για να λειτουργήσει το σύστημα αποτελεσματικά είναι η νυχτερινή προστασία με εξωτερική μόνωση.

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το αυξημένο κόστος της κατασκευής με εξωτερική μόνωση.

Το μεγάλο μειονέκτημα αυτού του συστήματος είναι το αυξημένο κόστος της κατασκευής και οι πρόσθετες στατικές επιβαρύνσεις του κτιρίου.

#### **Επεξηγήσεις της κατασκευής:**

1. τοίχος από μπετόν για θερμική αποθήκευση.
2. γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 5 εκ.
3. τραχιά, θερμοαπορροφητική επιφάνεια, βαμμένη μαύρη.
4. χώρος για την κίνηση του ζεστού αέρα.
5. είσοδος δροσερού αέρα από το περιβάλλον.
6. ψυχρότερος αέρας του χώρου.
7. παράθυρα.
8. θυρίδες με βαλβίδα για τη ρύθμιση της ροής του αέρα προς τα μέσα ή προς τα έξω.
9. έξοδος ζεστού αέρα.
10. εσωτερικός χώρος
11. κίνηση του αέρα στο χώρο, ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο.
12. διαχωριστικός τοίχος.
13. είσοδος δροσερού αέρα από τη βορεινή πλευρά, με βαλβίδα για τη ρύθμιση της ροής το καλοκαίρι.
14. καθαρισμός του αέρα.

## **Τοίχος θερμικής αποθήκευσης – θερμική άνεση.**

Κάτω από την επίδραση της θερμικής αδράνειας, ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης εγγυάται, σε μεγάλο βαθμό, την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής του επιφάνειας, στην αρχή της νύχτας, φτάνει τους 25 °C περίπου (σε άμεση συνάρτηση με το πάχος του), ενώ αντίστοιχα η ελάχιστη θερμοκρασία παρατηρείται τις πρωινές ώρες και μπορεί να φτάσει πολύ χαμηλά, ακόμη και στους 15 °C.

Στην πράξη έχει διαπιστώσει ότι, συνήθως η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου-συλλέκτη κυμαίνεται από 18-22 °C, θερμοκρασίες που βρίσκονται στα όρια της θερμικής άνεσης.

Ακόμη, πρέπει να διευκρινιστεί ότι τη χρονική στιγμή που παρατηρείται η ελάχιστη θερμοκρασία (το πρωί), αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα άμεσα ηλιακά, θερμικά κέρδη από τα νότια ανοίγματα.

Ο μόνος κίνδυνος που επισημαίνεται είναι, η διακύμανση της θερμοκρασίας του τοίχου γύρω από μια χαμηλή μέση τιμή, κυρίως για τις περιοχές με κλίμα ψυχρό, όπου θα πρέπει να παίρνονται ιδιαίτερα μέτρα θερμικής μόνωσης του τοίχου, στη διάρκεια της νύχτας.

Για τους παραπάνω λόγους οι τοίχοι συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης δεν συνιστώνται για περιοχές, όπως η Ελλάδα, αποτελούν λύση αρκετά ικανοποιητική.

## **Η απόδοση του συστήματος.**

Όταν ένας τοίχος συλλέκτης είναι σωστά σχεδιασμένος, η θερμοκρασία του χώρου παραμένει στα όρια της ζώνης άνεσης (από 20<sup>ο</sup>-28 °C), στη διάρκεια του χειμώνα, χωρίς καμιά πρόσθετη θερμαντική πηγή.

Η απόδοση του συστήματος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

- το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου,
- το πάχος του τοίχου και τα υλικά της κατασκευής του,
- το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου,
- τον τρόπο λειτουργίας του.

## Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου.

Προσδιορίζεται από τρεις καθοριστικές παραμέτρους:

α.) το κλίμα του τόπου, που σημαίνει τις θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα στην εσωτερική και εξωτερική θερμοκρασία. Όσο μεγαλώνει η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο πρέπει ν' αυξάνεται η θερμική αποθήκευση, άρα και το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου.

β.) το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, που καθορίζει την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στη νότια επιφάνεια του τοίχου. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει, τόσο μειώνεται η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και επομένως πρέπει ν' αυξάνεται το μέγεθος του τοίχου θερμικής αποθήκευσης.

γ.) τις ανάγκες του κτιρίου σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από τις θερμικές απώλειες και τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου. Ένας χώρος καλά μονωμένος απαιτεί λιγότερη θερμότητα για να διατηρηθεί η θερμοκρασία του σε ικανοποιητικά επίπεδα, και κατά συνέπεια απαιτείται μικρότερη επιφάνεια τοίχου συλλέκτη.

Από μελέτη, που πραγματοποιήθηκε στην Αμερική, προέκυψε ο πίνακας 5· προσδιορίζει τα μεγέθη της επιφάνειας του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες. Κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους, επιφάνεια τοίχου / επιφάνεια χώρου, αποτέλεσε η εσωτερική θερμοκρασία, με όρια διακύμανσης από 18.3 °C-24 °C, για μια ηλιόλουστη ημέρα του Ιανουαρίου.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 5</b>		
<b>Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες</b>		
<b>Μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα °C</b>	<b>τη μοναδιαία</b>	<b>Επιφάνεια τοίχου για επιφάνεια του χώρου τ.μ.</b>
<b>κλίμα ψυχρό</b>	<b>τοιχοποιία</b>	<b>τοίχος νερού</b>
<b>- 9.5</b>	<b>0.72 – 1.00</b>	<b>0.55 – 1.00</b>
<b>- 6.7</b>	<b>0.60 – 1.00</b>	<b>0.45 – 0.85</b>
<b>- 4.0</b>	<b>0.51 – 0.93</b>	<b>0.38 – 0.70</b>
<b>- 1.0</b>	<b>0.43 – 0.78</b>	<b>0.31 – 0.55</b>
<b>κλίμα εύκρατο</b>		
<b>+ 1.5</b>	<b>0.35 - 0.60</b>	<b>0.25 - 0.43</b>
<b>+ 4.5</b>	<b>0.28 - 0.46</b>	<b>0.20 - 0.34</b>
<b>+ 7.2</b>	<b>0.22 - 0.35</b>	<b>0.16 - 0.25</b>

#### **Το πάχος του τοίχου και τα υλικά κατασκευής του.**

Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας καθορίζεται και από το πάχος και το υλικό κατασκευής του τοίχου συλλέκτη. Γενικά, όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος του, τόσο μικρότερες διακυμάνσεις παρουσιάζει η θερμοκρασία στον εσωτερικό χώρο. Ακόμη, όσο μεγαλύτερος είναι ο συλλέκτης θερμικής αγωγιμότητας του υλικού κατασκευής, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει ν' αυξάνεται, για το λόγο ότι η θερμότητα διαπερνά ταχύτερα τη συλλεκτική επιφάνεια και η απαιτούμενη χρονική καθυστέρηση μειώνεται.

Από την πρακτική έχει προκύψει ότι:

- για τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 30-40 εκ., με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας από 8.9°-5.6 °C, και χρονική καθυστέρηση από 9-12 ώρες.
- για τον τοίχο νερού το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται ανάμεσα στα 20-50 εκ.

Επειδή όμως το νερό έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμαίνεται ομοιόμορφα, με αποτέλεσμα η θερμότητα ν' αποδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις, η απόδοση των τοίχων νερού δεν αυξάνεται, γενικά, ανάλογα με το πάχος τους. Αυτό σημαίνει ότι το βέλτιστο πάχος μπορεί να μειωθεί, χωρίς η αποτελεσματικότητα του συστήματος να μειώνεται.

- για την ωμοπλινθοδομή, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται στα 30 εκ., με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 3.9 °C και με χρονική καθυστέρηση περίπου 8 ωρών.
- για τον τοίχο από τούβλο, το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 40 εκ., με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας 4.4 °C περίπου, και χρονική καθυστέρηση γύρω στις 8 ώρες.

#### **Το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του τοίχου συλλέκτη.**

Η ικανότητα απορρόφησης της θερμικής ενέργειας από τον τοίχο επηρεάζεται από χρώμα της εξωτερικής του επιφάνειας.

Τα σκούρα χρώματα απορροφούν, γενικά, περισσότερη θερμότητα. Το μαύρο χρώμα έχει την μεγαλύτερη απορροφητικότητα.

Γι' αυτό το λόγω οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων θερμικής αποθήκευσης συνίσταται να βάφονται σκούρες, γιατί η αυξημένη ικανότητα απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας επηρεάζει την απόδοσή τους (βλ. πίν. 6).

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 6</b>			
<b>Ικανότητα απορρόφησης θερμικής ενέργειας χρωμάτων και υλικών.</b>			
<b>Χρώμα - Υλικό</b>	<b>Απορροφητικότητα (α)</b>	<b>Χρώμα - Υλικό</b>	<b>Απορροφητικότητα (α)</b>
<b>μαύρο</b>	<b>0. 97</b>	<b>μπετόν καφέ</b>	<b>0. 85</b>
<b>μαύροματ</b>	<b>0. 95</b>	<b>σκούρο μπλε γκρι</b>	<b>0. 88</b>
<b>σκούρο γκρι</b>	<b>0. 91</b>	<b>τούβλο κόκκινο</b>	<b>0. 70</b>
<b>φυσικό μπετόν</b>	<b>0. 65</b>	<b>πράσινο</b>	<b>0. 59</b>
<b>μπετόν μαύρο</b>	<b>0. 91</b>	<b>ανοιχτό πράσινο</b>	<b>0. 47</b>
<b>σκούρο πράσινο</b>	<b>0. 89</b>	<b>κίτρινο</b>	<b>0. 57</b>
<b>σκούρο καφέ</b>	<b>0. 88</b>	<b>άσπρο</b>	<b>0. 25</b>

Παραδείγματα εφαρμογής του συστήματος θερμικής αποθήκευσης με τοίχο συλλέκτη αποτελεί η κατοικία “Chauvency-le-Chateau”, στην πόλη Meuse της Γαλλίας, με 50° Β.Γ.Π.

Η κατοικία έχει επιφάνεια 106 τ.μ. είναι μονώροφη και μελετήθηκε από τους αρχιτέκτονες J.Michel και A.Trombe, με σύμβουλο τον F.Trombe (έμπνευση του τοίχου Trombe).

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης, κατασκευασμένος από μπετόν, έχει εμβαδόν 45τ.μ., είναι νότια προσανατολισμένος, με την εξωτερική του επιφάνεια βαμμένη μαύρη και περιβάλλεται από διπλό τζαμί. Ακόμη, στη νότια πρόσοψη έχουν προβλεφθεί ανοίγματα, που βοηθούν στη θέρμανση του χώρου με άμεσα ηλιακά κέρδη, κυρίως τις πρωινές ώρες, καλύπτοντας έτσι τις ανάγκες φωτισμού και οπτικής επικοινωνίας με το εξωτερικό περιβάλλον.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής του συστήματος θερμικής αποθήκευσης σε τοίχους νερού αποτελεί η κατοικία του αρχιτέκτονα Steve Baer, που πραγματοποιήθηκε στην Αλμπουκέρκη του Ν. Μεξικού.

Η κατοικία διαμορφώνεται από κυψέλες πολυγωνικές, που κάθε μια αποτελεί και διαφορετικό χώρο. Οι τοίχοι νερού (drum wall), προσανατολίζονται στο νότο και προστατεύονται τη νύχτα με κινητά θερμομονωτικά παννώ).

Εικόνα 5



## **4. Διάφορα στοιχεία βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής**

### **4.1. Θερμοκήπια**

**Στα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους ανήκουν και τα κτίρια με προσαρτημένο θερμοκήπιο στη νότια πλευρά.**

Τα θερμοκήπια χρησιμοποιούνται, εδώ και χρόνια, στη γεωργία για να βελτιώσουν τις συνθήκες καλλιέργειας, ιδιαίτερα για τα πρώιμα λαχανικά.

Στην αρχιτεκτονική έκαναν την εμφάνισή τους το 19<sup>ο</sup> αιώνα, κυρίως στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη. Δημιουργούσαν χώρους ημιυπαίθριους, σαν συνέχεια της κατοικίας, με τη μορφή κήπων ή ηλιακών χώρων. Ο μετριασμός των εξωτερικών χαμηλών θερμοκρασιών εξασφάλιζε ευχάριστες συνθήκες κατοικησιμότητας και την αίσθηση ότι βρίσκεται στο ύπαιθρο, με την πλούσια βλάστηση, που διέθεταν.

Ακόμη χρησιμοποίησαν το γυαλί για να καλύψουν και μεγαλύτερους, δημόσιους χώρους, όπως πλατείες, δρόμους εμπορικούς, κ.λ.π.

Σήμερα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επανέρχεται στα θερμοκήπια-σέρρες, αλλά για να δημιουργήσει χώρους, που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την προσφέρουν υπό μορφή θερμότητας στο προσαρτημένο κτίριο.

Το θερμοκήπιο βρίσκεται, συνήθως, στη νότια πλευρά του κτιρίου και αποτελεί, κατά κάποιο τρόπο, συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχο θερμικής αποθήκευσης, που μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον κατοικημένο χώρο. Εφαρμόζεται κυρίως στην κατοικία.

#### **Η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου.**

Το θερμοκήπιο την ημέρα, όταν υπάρχει, ηλιοφάνεια, λειτουργεί ως διάφανη επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να περνά συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες θερμότητας (ακτινοβολία, μεγάλου μήκους κύματος), που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου. Γι' αυτό, την ημέρα το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου (θερμικά κέρδη μείον θερμικές απώλειες) παραμένει θετικό.

Τη νύχτα όμως, το θερμοκήπιο, λειτουργώντας σα μαύρο σώμα, αποβάλλει με ακτινοβολία προς την ατμόσφαιρα όση θερμότητα συγκέντρωσε την ημέρα. Το θερμικό κέρδος χάνεται υπό μορφή θερμικών απωλειών και το θερμικό ισοζύγιο πολύ γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό.

Το συνολικό, ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια αισθητή ανύψωση της μέγιστης θερμοκρασίας και από τη διατήρηση της ελάχιστης, σε σχέση με την διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας, στη διάρκεια το χειμώνα.

Σαν αποτέλεσμα προκύπτει μια διεύρυνση της καμπύλης, που αντιστοιχεί στη διάρκεια του χειμώνα.

Σαν αποτέλεσμα προκύπτει μια διεύρυνση της καμπύλης, που αντιστοιχεί στη θερμοκρασία του θερμοκηπίου. Αν μάλιστα, παρθεί υπόψη ότι, το χειμώνα ο χρόνος ηλιοφάνειας είναι 1/3 της διάρκειας του 24ώρου, τότε συμπεραίνεται ότι το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου, χωρίς καμία προστασία, δεν μπορεί παρά να είναι αρνητικό.

Ακόμη, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στο θερμοκήπιο περιέχει μεγάλη ποσότητα υδρατμών, λόγω της βλάστησης. Στη διάρκεια της νύχτας, η εσωτερική επιφάνεια του τζαμιού ψύχεται, η θερμοκρασία του αέρα πέφτει προσεγγίζοντας το σημείο κορεσμού, οπότε οι υδρατμοί υγροποιούνται, μουσκεύοντας τις γυάλινες επιφάνειες του θερμοκηπίου. Έτσι αποβάλλεται και η λανθάνουσα θερμότητα των υδρατμών, που χάνεται με αγωγιμότητα και ακτινοβολία προς τα έξω.

Το καλοκαίρι η θερμική συμπεριφορά του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας στη διάρκεια της ημέρας είναι αυξημένη. Το εσωτερικό περιβάλλον του θερμοκηπίου περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης σε μια νυχτερινή, ανεπαρκή ψύξη. Το θερμικό ισοζύγιο παραμένει όλο το 24ωρο θετικό και παρουσιάζεται η ανάγκη αερισμού για μεγαλύτερη ψύξη.

Η εφαρμογή του συστήματος του θερμοκηπίου στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, χωρίς καμιά άλλη ρύθμιση και προστασία, οδηγεί σε μια επιβάρυνση των συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, δημιουργώντας μεγάλες θερμικές απώλειες και ψύξη, το χειμώνα, και ηλιοπροστασία το καλοκαίρι, τα μειονεκτήματα αυτά αμβύνονται, ενώ διατηρούνται τα πλεονεκτήματα του θερμοκηπίου, που μπορεί ν' αποδειχθεί ένα αρχιτεκτονικό στοιχείο, πολύ χρήσιμο στο ρόλο του, ως «ενεργητικού χώρου ανάσχεσης» και « επιλεκτικού συλλέκτη» ηλιακής ενέργειας.



## **Η αποτελεσματική απόδοση του συστήματος.**

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση του προσαρτημένου στο κτίριο θερμοκηπίου είναι:

1. ο προσανατολισμός του
2. το μέγεθός του
3. η κλίση του υαλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του
4. η σύνδεση του με τα στοιχεία θερμικής αποθήκευσης του κτιρίου

### **Ο προσανατολισμός του θερμοκηπίου.**

Το θερμοκήπιο, που προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου, σε σχήμα επίμηκες, κατά τον άξονα ανατολή-δύση, αποτελεί την καλύτερη και πιο αποδοτική μορφή για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Προϋπόθεση για την αποτελεσματική του λειτουργία είναι η άμεση σύνδεση του με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, στη νότια πλευρά, που διαχωρίζει το εσωτερικό του κτιρίου με τον ηλιακό χώρο.

Αν μάλιστα είναι δυνατόν, το θερμοκήπιο να ενσωματώνεται στο κτίριο, έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά από τοίχους, τότε η αποτελεσματικότητα του είναι μεγαλύτερη, γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες, ενώ μεταφέρεται θερμότητα μέσα από τους πλαϊνούς τοίχους στους παρακείμενους χώρους.

Τα θερμοκήπια, που προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, κυρίως ανατολικά και δυτικά, έχουν κάποια θετική συνεισφορά εφόσον συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμικής μάζας, όχι όμως σημαντική.

### **Το μέγεθος του θερμοκηπίου.**

Το μέγεθος του θερμοκηπίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με το μέγεθος του εσωτερικού χώρου και των αναγκών του σε θέρμανση, πράγμα που εξαρτάται από το κλίμα του τόπου, τη δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης της ηλιακής θερμικής ενέργειας και τη θερμική προστασία του ίδιου του θερμοκηπίου

Από μελέτες, που έγιναν με τη μέθοδο της προσομοίωσης, προέκυψαν εμπειρικοί κανόνες για τον προσδιορισμό του μεγέθους του θερμοκηπίου σε σχέση με την επιφάνεια του κατοικήσιμου χώρου, για διαφορετικά κλίματα και γεωγραφικά πλάτη, με την προϋπόθεση ότι η μέση εσωτερική θερμοκρασία του χώρου θα κυμαίνεται ανάμεσα σε  $18.3^{\circ} - 21.0^{\circ}\text{C}$ .

### **Η κλίση του ναλοστασίου και τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου.**

Η κλίση του ναλοστασίου επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του θερμοκηπίου, γιατί προσδιορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει και δεσμεύεται. Η καλύτερη κλίση είναι από  $40^{\circ}$ - $70^{\circ}$ , σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο.

Για κλίματα βορειότερα, η κλίση μειώνεται σε  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$ , έτσι ώστε να συλλέγεται μεγαλύτερο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας.

Τα υλικά κατασκευής του θερμοκηπίου πρέπει να είναι διαφανή, από γυαλί ή πλαστικό, προκειμένου να δεσμεύεται το μεγαλύτερο μέρος της ακτινοβολίας. Τα στοιχεία στήριξης μπορούν να είναι κατασκευασμένα από ξύλο ή μέταλλο.

### **Η σύνδεση του θερμοκηπίου με το κτίριο.**

Είναι προφανές, απ' όσα αναπτύχθηκαν, ότι το προσαρτημένο στο κτίριο θερμοκήπιο λειτουργεί αποδοτικότερα, όταν συνδέεται μ' ένα σύστημα θερμικής αποθήκευσης. Την καλύτερη λύση αποτελεί διαχωριστικός τοίχος ανάμεσα στο κτίριο και στο θερμοκήπιο, όταν είναι κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικής ικανότητας (μπετόν, τούβλο, νερό), με την εξωτερική του επιφάνεια βαμμένη σε σκούρο χρώμα.

Η λειτουργία του συστήματος είναι παρόμοια με τους τοίχους συλλέκτες ή θερμικής αποθήκευσης, με τη διαφορά ότι, η γυάλινη επιφάνεια δεν βρίσκεται σε απόσταση 4 εκατοστών από τον τοίχο, αλλά δημιουργείται ένας σημαντικά μεγάλος χώρος, που μπορεί να κατοικηθεί.

Εάν μάλιστα, για μεγαλύτερη και πιο γρήγορη θερμική απόδοση, ο συνδετικός τοίχος συνδυαστεί με την κίνηση του ζεστού αέρα, προβλέποντας θυρίδες στο επάνω και κάτω τμήμα του, τότε ξαναεμφανίζεται ο τοίχος Trombe, με γνωστό τρόπο λειτουργίας του.

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος μπορεί να αυξηθεί, αυξάνοντας τη μάζα θερμικής αποθήκευσης. Αυτό πετυχαίνεται αν χρησιμοποιηθούν βαριά υλικά στην κατασκευή του δαπέδου του θερμοκηπίου, ή τοποθετώντας δοχεία νερού μπροστά στον τοίχο.

Η νυχτερινή μόνωση συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη απόδοση του συστήματος. Μπορεί να γίνει με τρόπους απλούς, για παράδειγμα, με την τοποθέτηση κινητού, μονωτικού στοιχείου στην εξωτερική πλευρά του διαχωριστικού τοίχου, ακόμη και ρολού, μιας και το θερμοκήπιο τη νύχτα παρουσιάζει πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

Η θερμική προστασία του θερμοκηπίου είναι και δύσκολη και πολυέξοδη. Η πιο απλή λύση είναι να προβλεφθεί διπλός υαλοπίνακας στο υαλοστάσιό του.

Για την περίοδο του καλοκαιριού, προκειμένου ν' αποφευχθούν συνθήκες υπερθέρμανσης, πρέπει να προβλέπονται:

- α.) άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου ή μερική απομόνωση από το υπόλοιπο κτίριο, έτσι ώστε ο ζεστός αέρας ν' απομακρύνεται προς τα έξω.
- β.) καλός αερισμός, εξασφαλίζοντας την είσοδο του αέρα από το κάτω άνοιγμα του υαλοστασίου στο χώρο του θερμοκηπίου.
- γ.) συνολική ή μερική ηλιοπροστασία του χώρου του θερμοκηπίου.
- δ.) μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων και του δαπέδου του θερμοκηπίου.

### **Το σύστημα του θερμοκηπίου και η προσαρμογή του στις κλιματικές συνθήκες.**

Το προσαρτημένο στο κτίριο θερμοκήπιο αποτελεί ένα σύστημα σύνθετο και είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί με τρόπο ελεγχόμενο.

Μοιάζει να προσαρμόζεται καλύτερα σε περιοχές, όπου κυριαρχεί η διάχυτη ακτινοβολία, ενώ η γήινη είναι λιγότερο έντονη. Ίσως να είναι αυτός ο λόγος που εμφανίστηκε και αναπτύχθηκε σε περιοχές με κλίμα ψυχρό.

Σε κλιματικές συνθήκες, όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι έντονη, το σύστημα του θερμοκηπίου απαιτείται να είναι εξοπλισμένο με ηλιοπροστατευτικά στοιχεία για το καλοκαίρι και με θερμική προστασία για το χειμώνα, προκειμένου να επιβραδύνεται η ψύξη του χώρου, στη διάρκεια της νύχτας.

Για το μεσογειακό κλίμα, παρόλες τις παραπάνω προτεινόμενες προστασίες και παρά τη μεγάλη θερμική αδράνεια των χωρών, που συνδέονται με το θερμοκήπιο αναμένεται να εμφανιστούν εσωτερικές θερμικές διακυμάνσεις, αρκετά σημαντικές, που οφείλονται στο μεγάλο εύρος της εξωτερικής θερμοκρασίας και στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία.

Ωστόσο το θερμοκήπιο έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο στη μεμονωμένη κατοικία, αλλά και σε συγκρότημα κατοικιών.

Μελέτες, που έγιναν στην Ανίγνον της Γαλλίας οδήγησαν στο σχεδιασμό συγκροτήματος κατοικιών, με εσωτερικό αίθριο, καλυμμένο με γυάλινη οροφή. Η θερμική του λειτουργία είναι όμοια με του θερμοκηπίου. Η ελάχιστη θερμοκρασία, που παρατηρήθηκε το χειμώνα, είναι 15 °C. Το καλοκαίρι, η γυάλινη οροφή ανοίγει, εξασφαλίζοντας τον αναγκαίο αερισμό και ευχάριστες συνθήκες άνεσης. Οι κατοικίες είναι οικονομικές σε κατανάλωση ενέργειας και οι συνθήκες κατοικησιμότητας άνετες και υγιεινές.

Ανάλογη μελέτη έγινε και για τη πόλη της Αθήνας, για τους κοινόχρηστους χώρους, που δημιουργούνται στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων από τις πολυκατοικίες.

Τα συμπεράσματα της μελέτης καθιστούν φανερή την άμεση ανάγκη εξυγίανσης αυτών των χώρων και την μετατροπή τους σε πυρήνες πράσινου, θερμικά ευχάριστους και κοινοτικά χρήσιμους. Συμβάλλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας τις θερμικές απώλειες των παρακείμενων κατοικιών και αυξάνουν τα ηλιακά, θερμικά κέρδη. Αναβαθμίζουν την ποιότητα του περιβάλλοντος, αντί ν' αποτελούν εστία σκουπιδιών και μόλυνσης, όπως εμφανίζονται σήμερα.

## **4.2. Το γυαλί στα κτίρια**

(Τεχνογνωσία και βιοκλιματικές απόψεις για τη χρησιμοποίηση του γυαλιού στα σύγχρονα κτίρια)

Ο άνθρωπος ανακάλυψε από πολύ νωρίς τη γοητεία του γυαλιού. Από τους πρώτους αιώνες της Ρωμαϊκής Αυτοκρατορίας, οπότε και κατασκευάστηκαν κάποιοι «πρωτόλειοι» υαλοπίνακες, μέχρι τον Λουδοβίκο ΙΔ' της Γαλλίας που χρησιμοποίησε μια νέα, για την εποχή εκείνη, τεχνολογία επίστρωσης για να κατασκευάσει ένα «διάφανο» μνημείο, και από τα μεγάλα γυάλινα στέγαστρα των ευρωπαϊκών σιδηροδρομικών σταθμών του 18<sup>ου</sup> αιώνα, πραγματικά μνημεία της art nouveau, στους σύγχρονους ουρανοξύστες, το θαυμάσιο αυτό υλικό δεν έπαψε να εξελίσσεται και να χρησιμοποιείται ως ένα από τα βασικότερα αρχιτεκτονικά στοιχεία των κτιρίων.

Η γοητεία του γυαλιού αναγνωρίζεται στη διαφάνειά του, αλλά και στην πρωτοφανή δυνατότητα συνδυασμού τεχνικής και καλλιτεχνίας στο σχεδιασμό των διάφορων εφαρμογών του στα κτίρια. Με τη χρήση του γυαλιού, τα κτίρια γίνονται διαπερατά: ο άνθρωπος μπορεί να διαπεράσει με την όρασή του τον τοίχο-κλειστό εξωτερικό περίβλημα και να προσεγγίσει στον εσωτερικό χώρο: εκεί όπου το περίβλημα και ο κατασκευαστικός και φέρων οργανισμός επιδεικνύονται άφοβα και αποτελούν κυρίαρχα στοιχεία που εκφράζουν με δύναμη και διαύγεια την όποια αρχιτεκτονική πορεία. Και μάλιστα σε έναν συνεχή διάλογο της αρχιτεκτονικής με το φως, αφού μέσα από το υλικό που εγκλωβίζει, έστω και πρόσκαιρα, το φως (αντανακλώντας ή/και διαθλώντας το), η αρχιτεκτονική αρέσκεται στο παιχνίδι της φυλάκισης της εικόνας του άλλου ή στην προέκτασή της μέσα στο ίδιο το κτίριο.

## **4.3 «Υαλος»: τύποι και τεχνικές**

Το γυαλί έχει τη δυνατότητα να προσφέρει στον άνθρωπο προστασία από τον αέρα, τη σκόνη, το θόρυβο, τη ζέστη ή και το κρύο, αλλά ταυτόχρονα να τον φέρνει πιο κοντά στον ζωοδότη ήλιο και στη φύση.

Βεβαίως, οι υαλοπίνακες που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα κτίρια ελάχιστα ομοιάζουν και με τους αντίστοιχους των ρωμαϊκών χρόνων και με εκείνους που χρησιμοποιούντο στα κτίρια της art nouveau.

Η πλέον σύγχρονη μέθοδος κατασκευής υαλοπινάκων είναι η μέθοδος «Float Glass», δηλαδή γυαλί που επιπλέει, μέθοδος που επέτρεψε την παραγωγή πολλών νέων τύπων υαλοπινάκων, όπως οι τύπου «High Transmission Low Iron», οι οποίοι φιλτράρουν με μεγάλη ακρίβεια τα ανεπιθύμητα τμήματα της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, το καλοκαίρι, ένα μέρος της θερμότητας της ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να απομονωθεί έξω από το δωμάτιο, ελαττώνοντας την κατανάλωση ενέργειας των κλιματιστικών. Τις κρύες, όμως, νύχτες του χειμώνα η πολύτιμη εσωτερική θερμότητα τείνει να διαφύγει από τα παράθυρα. Για τον λόγο αυτόν, κατασκευάστηκαν οι ειδικοί υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής («Low Emission»), οι οποίοι μπορούν να αντανακλούν αυτήν τη θερμότητα πίσω στο δωμάτιο, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση. Οι υαλοπίνακες αυτοί είναι επιστρωμένοι πυρολυτικά ή με ψεκασμό και εμφανίζουν πολύ υψηλή αντανακλαστικότητα στη θερμότητα που εκπέμπεται προς αυτούς.

Τέλος, οι πολυλειτουργικοί υαλοπίνακες («Selective Multi Functional») είναι η τελευταία λύση για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της ηλιακής ενέργειας. Συνδυάζουν ιδιότητες χαμηλής εκπομπής και ελέγχουν την ηλιακή ενέργεια, χάρη σε δύο διαφορετικές επιστρώσεις ή σε συνδυασμό δύο διαφορετικών ιδιοτήτων από μία και μόνη επίστρωση, προσφέροντας δροσιά το καλοκαίρι και θαλπωρή το χειμώνα.

(Δυστυχώς, στη χώρα μας, αφότου έκλεισε το σημαντικό Υαλουργικό Εργοστάσιο της Ελληνικής Εταιρείας Χημικών και Λιπασμάτων, το σύνολο, σχεδόν, των αναγκών καλύπτεται με εισαγωγές, ενώ και η έρευνα, βρίσκεται, και πάλι δυστυχώς, σε τραγικά επίπεδα...)

Από τους τύπους υαλοπινάκων που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά θα σημειώσουμε τους εξής:

1. *Υαλοπίνακες ημικρύσταλλα* (κοινώς, τζάμια, από την τουρκική λέξη *cam*), με πάχος 2-3 mm.
2. *Υαλοπίνακες κρύσταλλα*, με πάχος 4-24 mm.
3. *Υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής*.
4. *Διπλοί υαλοπίνακες*. Οι υαλοπίνακες αυτοί κατασκευάζονται από δύο συγκολλημένους μεταξύ τους υαλοπίνακες οποιουδήποτε πάχους, παρεμβάλλοντας ένα περιμετρικό προφίλ αλουμινίου, ώστε να επιτευχθεί η απαιτούμενη απόσταση ανάμεσά τους. Τα προφίλ αυτά είναι κούφια εσωτερικά και γεμίζονται με πυριτικά άλατα για την απορρόφηση της εσωτερικής υγρασίας. Διατίθενται συνήθως σε πλάτη 6, 8, 12 και 15 mm. Διπλοί υαλοπίνακες κατασκευάζονται ευρέως και στην Ελλάδα.

1. *Τριπλέξ ή Laminated*. Κατασκευάζονται από δύο τουλάχιστον υαλοπίνακες με ένα ενδιάμεσο διαφανές φιλμ από PVP. Σε περίπτωση θραύσης, το φιλμ δεν επιτρέπει την αποκόλληση των σπασμένων κομματιών. Ο τύπος αυτός εισάγεται, αλλά κατασκευάζεται και στην Ελλάδα, σε δύο μονάδες στην Αθήνα και σε μία μονάδα στη Θεσσαλονίκη.

Στα *τρίπλεξ* υπάγονται και τα αλεξίσφαιρα γυαλιά, τα οποία κατασκευάζονται με τουλάχιστον τρεις υαλοπίνακες μεγάλου πάχους. Σε γενικές γραμμές, όσο πιο πολλοί υαλοπίνακες χρησιμοποιούνται, και όσο μεγαλύτερο είναι το πάχος τους, τόσο μεγαλύτερη είναι και η ασφάλεια που παρέχουν.

2. *Σέκουριτ ή Tempered ή Toughen*. Κατασκευάζονται από υαλοπίνακες πάχους τουλάχιστον 4 mm με όπτηση σε ελεγχόμενες θερμοκρασίες. Όταν σπάσουν, θρυμματίζονται σε μικροσκοπικά τεμάχια που προφυλάσσουν από τραυματισμό. Τέτοιου τύπου είναι και τα παρμπρίζ των αυτοκινήτων. Στη χώρα μας, υπάρχουν δύο μονάδες κατασκευής στη Θεσσαλονίκη και δύο στην Αθήνα.

Οι θερμικές απώλειες συσχετίζονται με την τιμή του συντελεστή θερμοπερατότητας, γνωστού ως «U-value» ή «K-value», που εκφράζει το ρυθμό απωλειών θερμότητας ανά  $m^2$  επιφάνειας, σε σταθερές συνθήκες, για θερμοκρασιακή διαφορά εξωτερικής-εσωτερικής επιφάνειας ενός βαθμού της κλίμακας Kelvin ( $^{\circ}K$ ) ή της κλίμακας Celsius ( $^{\circ}C$ ). Ενδεικτικά, τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7

<b>ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ</b>	<b>U-value <math>w/m^2K</math></b>
Μονός υαλοπίνακας	5,4-5,8
Διπλός υαλοπίνακας	2,8-3,0
Διπλός υαλοπίνακας με επίστρωση Low-E	1,3-2,0

Μπορεί ο διπλός υαλοπίνακας να υπερτερεί του μονού (U-value = 2,8 έναντι 5,4), αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις δεν αρκεί για ουσιαστική εξοικονόμηση ενέργειας και θερμομόνωση. Η χρήση υαλοπίνακα με επίστρωση Low-E, υπερτερεί σαφώς του διπλού υαλοπίνακα (U-value = 1,3 έναντι 2,8).

Άλλοι τρόποι αύξησης της θερμικής «αντίστασης» στους διπλούς υαλοπίνακες είναι:

1. *Η αύξηση του πλάτους του διάκενου.* Αυξάνοντας το πλάτος του διάκενου, μπορούμε γενικά να βελτιώσουμε τη θερμική «αντίσταση» μέχρι του οριακού μέγιστου πλάτους 15-16 mm, πέραν του οποίου η θερμική αντίσταση δεν αυξάνεται σημαντικά. Αν υπάρχουν, εκτός της θερμομόνωσης, υψηλές ανάγκες σταθμημένης ηχομείωσης, το πλάτος του διάκενου αυξάνεται πολύ περισσότερο.
2. *Η πλήρωση του διάκενου με αέρια χαμηλότερης θερμικής αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα.* Τέτοια αέρια, όπως ο αργκόν (σχετικά συνηθισμένο) ή το κρυπτόν (ιδιαίτερα ακριβή λύση με πολύ καλά αποτελέσματα), μπορούν να μειώσουν περαιτέρω το συντελεστή θερμοπερατότητας.



3. Στις περιπτώσεις αυτές, θα πρέπει να δοθεί προσοχή σε φαινόμενα απώλειας του αερίου που υπάρχει στο διάκενο (ποιότητα σφράγισης), αλλά και στις διαφορετικές πιέσεις που τυχόν να επικρατούν μέσα και έξω από τον διπλό υαλοπίνακα (μεγάλο υψόμετρο, συμπιεστότητα αερίου, κ.λ.π.).
4. *Η μείωση της συναγωγής στην περιοχή του διάκενου.* Το φαινόμενο της μετάδοσης θερμότητας με συναγωγή στην περιοχή του διάκενου μπορεί να περιοριστεί τοποθετώντας μέσα σε αυτό «κελιά» από ειδικά μονωτικά διάφανα υλικά, μειώνοντας, έτσι, τη δυνατότητα του αέρα ή του αερίου να κινείται και άρα να συνάγει θερμότητα από το ένα φύλλο στο άλλο. Η λύση αυτή είναι σχετικά ακριβή και ορισμένες φορές περιορίζει τη διαφάνεια, αλλά είναι αρκετά αποτελεσματική όταν συνδέεται με μελέτη φωτισμού διάχυσης του φωτός από ανοίγματα όπου δεν απαιτείται διαφάνεια.

#### **4.3.1 Τύποι τζαμιών**

Να σημειώσουμε, επίσης, γιατί ενδιαφέρουν ιδιαίτερα τον ενεργειακό-βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων την ύπαρξη τζαμιών με λεπτή περσιδωτή δομή, τα ολογραφικά διαθλαστικά τζάμια, με φύλλα που αποτελούνται από φωτογραφικά φιλμ υψηλής ακρίβειας, τα τζάμια με ενσωματωμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία, τα θερμοτροπικά και τα θερμοχρωμικά φύλλα.

#### **4.3.2 Προσόψεις από υαλοπετάσματα**

Με τον όρο «υαλοπετάσματα» χαρακτηρίζουμε έναν ειδικό τύπο στοιχείων πρόσοψης, χαρακτηριστικό του οποίου είναι ότι οι υαλοπίνακες αποτελούν οργανικά τμήματα του συστήματος απορρόφησης και μετάδοσης των φορτίων.

Στα πιο απλά συστήματα, οι υαλοπίνακες στερεώνονται με συγκόλληση μέσω σφραγιστικής μαστίχας από σιλικόνη σε μια κατασκευή με μεταλλική υποστήριξη αόρατη από την εξωτερική πλευρά. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει μια βελτίωση των θερμικών και ηχητικών χαρακτηριστικών σε σχέση προς τις συμβατικές προσόψεις, αφού απουσιάζουν εντελώς από την επιφάνεια τα μεταλλικά τμήματα τα οποία μπορούν να μεταδώσουν τη θερμότητα και τις δονήσεις από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό.

Σε πολλά αστικά κέντρα δεσπόζουν σήμερα γυάλινες προσόψεις. Οι αρχιτέκτονες χρησιμοποιούν διάφορα συστήματα, ανάλογα με τις υπάρχουσες ανάγκες και τα ενδεχομένως προϋπάρχοντα κτίρια. Η επονομαζόμενη «πρόσοψη ψυχρού τύπου» αποτελείται από μια κατασκευή διπλού κελύφους. Το εξωτερικό κέλυφος – κατά κανόνα από φιμέ γυαλί – χρησιμεύει ως προστασία από τις καιρικές συνθήκες και εξυπηρετεί στην αισθητική διαμόρφωση. Τα μονωμένα τοιχώματα που βρίσκονται πίσω από την πρόσοψη αναλαμβάνουν τη θερμομόνωση του κτιρίου. Αντίθετα, στην «πρόσοψη θερμού τύπου» ο υαλοπίνακας, τοποθετείται ως ενιαίο σύστημα, με τη μόνωση και το μηχανισμό διαχωρισμού των υδρατμών, στην κατασκευή της πρόσοψης.

Και για την «πρόσοψη μετατροπής», που συχνά αναφέρεται και ως πρόσοψη «δεύτερου δέρματος», ισχύουν διαφορετικά πράγματα: Το πρόσθετο διάφανο, γυάλινο κέλυφος τοποθετείται εμπρός από μία υπάρχουσα πρόσοψη βελτιώνοντας τη γενική εικόνα του κτιρίου. Στα δευτερεύοντα πλεονεκτήματα του «γυάλινου μείκαπ» ανήκει και η βελτίωση του κλίματος του χώρου και της ηχομόνωσης, καθώς και η κατά 80% μεγαλύτερη προστασία θερμότητας σε σχέση με τα κτίρια χωρίς «δεύτερο δέρμα».

Τις καθιερωμένες μεθόδους κατασκευής ολοκληρώνει το «structural glazing» που εμφανίστηκε τελευταία. Σύμφωνα με αυτήν τη μέθοδο, ένα αλουμινένιο πλαίσιο προσαρμογής, συγκολλημένο με έναν ειδικό υαλοπίνακα, τοποθετείται σε μια κατασκευή πρόσοψης με δοκό και ελκυστήρα. Άσχετα από το σύστημα προσόψεων που θα τοποθετηθεί, το «πρόσωπο» του κτιρίου θα αλλάξει για πάντα. Τις οπτικές λεπτομέρειες εξασφαλίζουν οι χρωματισμένοι υαλοπίνακες προσόψεων. Τα εμαγιέ χρώματα, που τοποθετούνται με τη διαδικασία της ανόπτησης, εξασφαλίζουν τη μόνιμη ζωηρότητα των χρωμάτων. Οι γυάλινες προσόψεις δημιουργούν ένα ιδιαίτερο προφίλ κτιρίου, είτε συνδυαστούν με φυσικούς λίθους είτε χρησιμοποιηθούν με σκοπό να προκαλέσουν μία αισθητική αντίθεση. Η δυνατότητα συνδυασμού της αισθητικής με την οικολογία αποδεικνύει το γεγονός ότι αυτές οι κατασκευές καλύπτουν τις απαιτήσεις για την προστασία της θερμότητας και της πυρασφάλειας.

### 4.3.3 Λόγος και αντίλογος για τα γυάλινα κτίρια

Κατά μήκος μεγάλων οδικών αξόνων, στην περιφέρεια των πόλεων, στο κέντρο συνοικιών, αλλά και στους κεντρικούς πυρήνες των πόλεών μας, υλοποιούνται όλο και περισσότερες μονολειτουργικές αναπτύξεις, με τη λογική των μεμονωμένων αυθύπαρκτων κτιρίων που οδηγούν (για πρώτη φορά στη χώρα μας σε τέτοια έκταση) στη διάλυση του αστικού ιστού. Τα κτίρια αυτά μελετώνται και δομούνται με γνώμονα την προβολή και τη μεγιστοποίηση του κύρους των οργανισμών, των φορέων και των εταιριών που στεγάζουν. Προσβλέπουν γι' αυτόν το λόγο στη ριζική διαφοροποίησή τους από το άμεσο περιβάλλον στο οποίο εντάσσονται, και χρησιμοποιούν συχνά για την επιτυχία αυτού του στόχου το γυαλί ως αποκλειστικό υλικό για την εξωτερική τους εμφάνιση. Τα γυάλινα κτίρια έχουν πλέον εισβάλει μαζικά στη χώρα μας και αποτελούν ίσως τη χαρακτηριστικότερη κατηγορία του πρόσφατου αρχιτεκτονικού λεξιλογίου.

Τρία είναι τα κύρια σημεία κριτικής αυτών των κτιρίων:

1. *Σε σχέση με την πόλη:* Τα κτίρια αυτά είναι εσωστρεφή και φαντάζουν σαν ένας κόσμος ανεξάρτητος από το περιβάλλον τους που δεν συνδιαλέγεται με την πόλη και την κοινωνία.
2. *Σε σχέση με τον άνθρωπο:* Οι τοίχοι-επιδερμίδα αποδεικνύονται προβληματικοί, τόσο από ψυχολογική όσο και από εργασιακή άποψη. Οι άνθρωποι ζουν σε τεχνητές συνθήκες και απαιτούνται τεράστια ποσά ενέργειας για να θερμανθούν και να ψυχθούν και,:
3. *Σε σχέση με τη φύση:* Εκτός από το ενεργοβόρο της κατασκευής τους, διαχέουν τεράστια ποσά θερμότητας (κατά τους καλοκαιρινούς μήνες!) στα διπλανά τους κτίρια και συμβάλλουν τα μέγιστα στα φαινόμενα της «αστικής θερμονησίδας» και της «αστικής χαράδρας».

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Αμερικανό καθηγητή Ντάνιελ Κλεμ (Daniel Klem), μόνο στις ΗΠΑ κάθε χρόνο σκοτώνονται προσκρούοντας σε γυάλινα κτίρια (που δεν τα βλέπουν!) περισσότερα από 1.000.000.000 (!!!) πουλιά, διότι όταν τα τζάμια είναι καθαρά δεν μπορούν να δουν παρά μόνο αυτό που υπάρχει στην άλλη πλευρά, ενώ όταν είναι ανακλαστικά τα τζάμια, βλέπουν αυτό που καθρεπτίζεται σε αυτά, δέντρα ή ουρανό, παραδείγματος χάριν! Μετρήσεις στη Νέα Υόρκη έδειξαν ότι κάθε μέρα σε έναν ουρανοξύστη σκοτώνονται κατά μέσον όρο 200 πουλιά.

Και όμως, φίλες και φίλοι αναγνώστες, τα γυάλινα κτίρια θα μπορούσαν να καταστούν φιλικά και προς την πόλη (αν γίνουν εξωστρεφή) και προς τον άνθρωπο (αν υπάρχει και δεύτερη «επιδερμίδα» στις όψεις τους, αν, λόγου χάριν, το γυαλί διακόπτεται από πράσινο, εξώστες και ημιυπαίθριους χώρους και εάν εφαρμόζονταν και εδώ, οι αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής), και, τέλος, προς τη φύση (με κατάλληλο προσανατολισμό, μονώσεις, ζωγραφισμένα αρπακτικά πουλιά στις όψεις τους, για να προειδοποιούν τα άλλα πουλιά, και ούτω καθεξής).

Όλα γίνονται, αρκεί να υπάρχει η γνώση και η διάθεση, που, δυστυχώς, λείπουν από πολλούς συναδέλφους μηχανικούς.

Για αυτό και το 90% των γυάλινων κτιρίων στην Ελλάδα είναι και ενεργοβόρα και επιεικώς απαράδεκτα. Δείτε τα μεγάλα γυάλινα βιοκλιματικά κτίρια που κατασκευάζονται, ιδίως στην Ιαπωνία, και θα καταλάβετε.

Πριν από λίγα χρόνια το Γραφείο μας έπαιρνε μέρος σε έναν αρχιτεκτονικό διαγωνισμό για ένα δημόσιο κτίριο στον Πειραιά του οποίου οι προδιαγραφές προέβλεπαν να έχει γυάλινη όψη στη Δύση (και μάλιστα σε μια φτωχογειτονιά, προς τον Άγιο Διονύσιο). Και όμως, όπως γράφει κάπου και ο συνάδελφος Αλ.

Τροποκάκης:

α) Οι γυάλινες κατασκευές, με την ελαφρότητα και τη διαφάνειά τους, εξακολουθούν, όπως και στον περασμένο αιώνα, οπότε και υιοθετήθηκαν για αυτόν το σκοπό, να συνιστούν επιτυχημένες αντιμετώπισεις για τις περιπτώσεις δημιουργίας ημιυπαίθριων εγκαταστάσεων (στεγάστρων, υαλοσκέπαστων αιθρίων, περιπτέρων Εκθέσεων, και ούτω καθεξής), που συχνά συνδιαλέγονται με πολύ ενδιαφέροντα τρόπο με τυχόν γειτονικές τους κτιστές κατασκευές μέσα από την αντίθεση που τις χαρακτηρίζει.

β) Οι γυάλινες κατασκευές, με τη χαρακτηριστική τους θερμοσυσσωρευτική ικανότητα, αποτελούν κατάλληλα εργαλεία για αξιοποίηση σε παθητικές ενεργειακές αντιμετώπισεις, όπως η κατασκευή τοίχων trombe ή διπλών τοίχων γενικότερα, και διαφόρων, θερμοκηπιακού χαρακτήρα κατασκευών που βελτιώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων, και, παράλληλα, εμπλουτίζουν και το λειτουργικό τους φάσμα με ενδιαφέροντες χώρους.

γ) Τέλος, οι γυάλινες κατασκευές επιτρέπουν συχνά την επιτυχημένη εναρμόνιση και σύζευξη νέων εγκαταστάσεων που διαμορφώνονται ως προσθήκες-επεκτάσεις σε παραλίες, διατηρητέες, αλλά και την ένταξη νέων παρεμβάσεων που τοποθετούνται σε ευαίσθητους χώρους και σε συνάφεια με αρχιτεκτονικά ιστορικά σύνολα ή μνημεία.

#### **4.3.4 Βιοκλιματικά υαλοπετάσματα**

Στα βιοκλιματικά υαλοπετάσματα, το τζάμι πρέπει να προσφέρει τη μέγιστη δυνατή εγγύηση ασφάλειας, σε πίεση και υποπίεση, και το πάχος του πρέπει να έχει καθοριστεί κατόπιν ειδικής μελέτης.

Για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας χρησιμοποιούνται συχνά και διπλά κρύσταλλα με διάκενο, η χρησιμοποίηση των οποίων μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα μερικής αποκόλλησης των υαλοπινάκων, ενώ μπορεί να δημιουργηθούν ρήγματα στα λάστιχα ή να διαπιστωθεί αστοχία στη συγκόλληση του σφραγιστικού υλικού, λόγω των σημαντικών καταπονήσεων που αναπτύσσονται σε αυτές τις περιπτώσεις σε σχέση με αυτές που εμφανίζονται στις συνηθισμένες εφαρμογές.

Η κατασκευή υποστήριξης είναι συνήθως είτε από χάλυβα είτε από αλουμίνιο. Διαστασιολογείται με τέτοιο τρόπο, που να μπορεί ν' αντέξει εξαιρετικά υψηλές τιμές καταπονήσεων.

Ένα από τα πιο αξιόπιστα συστήματα είναι το σύστημα Alumil M5 Eco, που χρησιμοποιείται και σε βιοκλιματικά κτίρια.

Το σύστημα Alumil M5 Eco από το σύνθηες κυψελωτό σύστημα συνίσταται στο νέο κατακόρυφο στοιχείο (στύλος ή κολόνα), το οποίο λόγω της γεωμετρίας του εξασφαλίζει ένα μεγάλο διάκενο μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού υαλοπίνακα.

Στο διάκενο αυτό δημιουργείται ανοδικό ρεύμα αέρα, παρέχοντας τη δυνατότητα δροσισμού και αερισμού, ενώ υπάρχει και δυνατότητα τοποθέτησης φίλτρου για τον καθαρισμό του αέρα. Η προσαγωγή του αέρα γίνεται από το κάτω μέρος με κάποια διάταξη ή μηχανισμό (διάκενο, περσίδες, κ.λ.π.). Καθώς ο αέρας θερμαίνεται, διέρχεται μέσα από τα φίλτρα και καθορίζεται. Πρόσθετο πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η καλή ηχομόνωση και θερμομόνωση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας είναι  $K=0,9 \text{ kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  και η ημοχομόνωση 55 dB.

Όλα τα στοιχεία αλουμινίου που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του υαλοπετάσματος παράγονται από κράμα 6060-T5 (AlMgSi 0,5 F22), και είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές DIN 1748, teil 4. Διατίθενται βαμμένα στο επιθυμητό χρώμα ηλεκτροστατικά με πολυεστερικές πούδρες σύμφωνα με τις προδιαγραφές QUALI-COAT.

Τα ελαστικά στεγάνωσης κατασκευάζονται από EPDM και είναι σιλικονούχα, σκληρότητας τουλάχιστον 60 shore. Η μόνωση των τελειωμάτων του υαλοπετάσματος είναι ευθύνη του κατασκευαστή, όσον αφορά στη χρήση των μονωτικών υλικών, ενώ η Alumil συνιστά διάφορα θερμομονωτικά και στεγανοποιητικά υλικά κατά περίπτωση.

#### **4.3.5 Βιοκλιματικά συστήματα σκίασης υαλοπετασμάτων**

Η χρησιμοποίηση μεγάλων ανοιγμάτων και υαλοπετασμάτων στα σύγχρονα κτίρια, καθώς και η κατασκευή αιθρίων και οροφών με διαφανή ή διαφώτιστη επικάλυψη έχουν ευεργετική επίδραση στους χρήστες: Αυξάνουν το φυσικό φωτισμό και βελτιώνουν την αποδοτικότητα των εργαζόμενων και την ψυχική κατάσταση των επισκεπτών ή πελατών. Η άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας, τόσο στα τζάμια όσο και στους εσωτερικούς χώρους, προκαλεί υπερθέρμανση κατά το καλοκαίρι, με αποτέλεσμα την αύξηση του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου, αλλά και προβλήματα στους χρήστες (θάμβωση, δυσφορία, και ούτω καθεξής) και στον εξοπλισμό.

Ο έλεγχος της εισερχόμενης ακτινοβολίας από την εσωτερική πλευρά των ανοιγμάτων με κουρτίνες ή περσίδες συνεπάγεται ελάττωση του φυσικού φωτισμού και περιορισμό της θέας, χωρίς αποφυγή του κινδύνου υπερθέρμανσης.

Με τη χρησιμοποίηση συστημάτων εξωτερικής σκίασης επιτυγχάνεται αποτελεσματικός έλεγχος του ηλιασμού, του φυσικού φωτισμού και του μικροκλίματος των εσωτερικών χώρων.

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από συναρμολογούμενα στοιχεία, ώστε να χαρακτηρίζονται από αυξημένη ευελιξία και δυνατότητα εφαρμογής στις ιδιαιτερότητες της όψης και είναι ανθεκτικά στις καιρικές και ατμοσφαιρικές καταπονήσεις. Πρόκειται για ελαφρές μεταλλικές κατασκευές, οι οποίες τοποθετούνται σε κατακόρυφη ή οριζόντια διάταξη στην εξωτερική πλευρά στα παράθυρα και στα υαλοστάσια και συμβάλλουν στην αισθητική διαμόρφωση των όψεων. Ορισμένα συστήματα διαθέτουν μηχανισμούς κίνησης των περσίδων για προσαρμογή σε συγκεκριμένες ανάγκες σκίασης. Γενικά, τα βιοκλιματικά συστήματα σκίασης υαλοπετασμάτων δεν απαιτούν εξειδικευμένη τεχνολογία ή κατασκευές στήριξης και για αυτόν το λόγο είναι δυνατόν να τοποθετηθούν τόσο σε νέα όσο και σε υφιστάμενα κτίρια.

Ένα από τα πιο ευρέως αποδεκτά συστήματα στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, είναι το «Unisun» ένα σύστημα σκίασης και ηλιοπροστασίας κατάλληλο για κατακόρυφα, κεκλιμένα ή οριζόντια παράθυρα. Συναρμολογείται εύκολα και προσαρμόζεται σε οποιαδήποτε γεωμετρική μορφή. Τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά των παραθύρων και εμποδίζει την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου, χωρίς να περιορίζει σημαντικά το φωτισμό του.

Ανεξάρτητα από τον τρόπο τοποθέτησης και το βαθμό σκίασης που επιτυγχάνεται, τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν εξαιρετικά τεχνικά χαρακτηριστικά, τα οποία οφείλονται στο σχεδιασμό των διατομών και στην επιλογή των υλικών:

- Οι περσίδες παράγονται σε διάφορες διατομές από κράμα αλουμινίου (Al Mg Si 0,5) με διέλαση και συναρμολογούνται μεταξύ τους με την παρεμβολή ειδικού τεμαχίου από τη ίδια διατομή, ώστε να επιτυγχάνεται το επιθυμητό μήκος.
- Οι οριζόντιοι φορείς (εταζέρες) διατίθενται σε διάφορες διαστάσεις και έχουν υποδοχές σύνδεσης των μετωπικών στοιχείων, τα οποία παράγονται από υλικό ανθεκτικό στις καιρικές καταπονήσεις.

- Οι βραχίονες (κονσόλες) κατασκευάζονται από θερμογαλβανισμένο χάλυβα, ανοξείδωτο χάλυβα ή αλουμίνιο, ενώ τα εξαρτήματα σύνδεσης, όπως βίδες, μπουλόνια, κ.λ.π., από ανοξείδωτο χάλυβα. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται ο κίνδυνος ηλεκτρολυτικής διάβρωσης των μεταλλικών στοιχείων.

Τέλος, το γυαλί χρησιμοποιείται με ιδιαίτερο τρόπο στα κτίρια και ιδιαίτερα στα βιοκλιματικά, είναι στα λεγόμενα «θερμοκήπια», στα «ηλιακά αίθρια», και ούτω καθεξής. Οι κατασκευές αυτές απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή και φροντίδα, και πρέπει να κατασκευάζονται μόνον από ειδικούς και με ειδικά υλικά.

Στην Ελλάδα, κορυφαία είναι τα συστήματα «Four Seasons», που αντιπροσωπεύει ο πολύ γνωστός και αγωνιστής της S.K.E.M. – A.T.E. Ναπολέων Παπαδόπουλος (Κατεχάκη 66, τηλ.: 210.67.30.130. & 26.510.49.932).

Εικόνα 6 - Κέντρο Ορθόδοξης Ακαδημίας της Κρήτης





#### 4.4 Φωτοβολταικά

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταικά (Φ/Β) στοιχεία που επιτρέπουν τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η χρήση Φ/Β στοιχείων έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παρά το υψηλό κόστος των Β/Β στοιχείων σήμερα, οι τιμές πέφτουν συνεχώς και πολύ σύντομα θα είναι ανταγωνιστικές με τις τιμές της kWh που παράγεται από συμβατικά καύσιμα.

Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Χάρη στη μεγάλη ηλιοφάνεια όλες τις εποχές του έτους, η χρήση Φ/Β συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι ελκυστική. Ιδιαίτερα σε απομονωμένες κατοικίες που βρίσκονται σε απομονωμένες περιοχές και δεν συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα Φ/Β συστήματα είναι η καλύτερη και η οικονομικότερη λύση για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών αυτών των περιοχών. Η χρήση Φ/Β συστημάτων είναι, ωστόσο, επιθυμητή και σε κατοικημένες περιοχές.

Η ενσωμάτωση Φ/Β στοιχείων στο εξωτερικό κέλυφος ενός κτιρίου είναι μια τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος, καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται ραγδαία και το κόστος των φωτοβολταικών στοιχείων μειώνεται. Σήμερα, έχουν αναπτυχθεί ειδικά Φ/Β στοιχεία κατάλληλα για στέγες και προσόψεις και η σημερινή διάδοση τους επιτρέπει την πρόβλεψη ότι, στο προσεχές μέλλον, σημαντικό μέρος των ηλεκτρικών αναγκών των κτιρίων θα καλύπτεται από Φ/Β συστήματα.

#### 4.4.1 Φωτοβολταικά στοιχεία

Τα Φ/Β στοιχεία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, με τη βοήθεια του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από δύο στρώματα ημιαγωγού υλικού, συνήθως πυριτίου. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει στην ένωση αυτών των δύο στρωμάτων, παράγεται συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα. Η απόδοση των Φ/Β στοιχείων εξαρτάται από το υλικό και τον τρόπο κατασκευής τους.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι Φ/Β στοιχείων είναι τα μονοκρυσταλικά στοιχεία πυριτίου και τα άμορφα πολυκρυσταλικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά διαφέρουν τόσο στο ως προς τον τρόπο κατασκευής τους όσο και ως προς τα χαρακτηριστικά τους (χρώμα, εμφάνιση, ανακλαστικότητα και ούτω καθεξής).

#### 4.4.2 Φωτοβολταϊκά συστήματα

Ομάδες Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένες σε σειρά ή παράλληλα διαμορφώνουν ένα Φ/Β πλαίσιο. Το πιο σημαντικό από τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός Φ/Β πλαισίου είναι η ισχύς όταν το Φ/Β πλαίσιο εκτεθεί σε ηλιακή ακτινοβολία  $1\text{kw}/\text{m}^2$ .

Με δεδομένο ότι τα Φ/Β πλαίσια που κυκλοφορούν αυτήν την στιγμή στην αγορά έχουν απόδοση περίπου 11% (μετατρέπουν, δηλαδή, το 11% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια), ένα πλαίσιο επιφάνειας  $1\text{m}^2$  παράγει περίπου 110w ηλεκτρικής ισχύος. Αν παραδείγματος χάριν, θεωρήσουμε ότι στην Ελλάδα η μέση προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι περίπου  $1800\text{kwh}/\text{m}^2$ , ένα Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος kw (και επιφάνειας περίπου  $30\text{m}^2$ ) έχει δυνατότητα παραγωγής  $5.500\text{kwh}/\text{έτος}$  ενέργεια ικανή να καλύψει την κατανάλωση μιας τετραμελούς οικογένειας. Για την κάλυψη φορτίων μεγαλύτερης ισχύος, είναι δυνατή η δημιουργία Φ/Β συστοιχιών συνδέοντας πολλά Φ/Β στοιχεία μεταξύ τους σε σειρά και παράλληλα.

Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τη Φ/Β συστοιχία, τους συσσωρευτές για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα μετατροπής ισχύος. Ο πιο διαδεδομένος τύπος συσσωρευτών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τύπου μόλυβδου – οξέως, ανοιχτού ή κλειστού τύπου, ειδικά σχεδιασμένοι για ηλιακά συστήματα παραγωγής ενέργειας.

Για τη μετατροπή της ισχύος χρησιμοποιούνται μετατροπείς ισχύος ή αντιστραφείς συνεχούς (ΣΡ) σε εναλλασσόμενο ρεύμα (ΕΡ), μετατροπείς ΣΡ/ΣΡ και ρυθμιστές φόρτισης.

Η εμπειρία από τη μέχρι σήμερα χρήση των Φ/Β συστημάτων έχει δείξει ότι η ελαχιστοποίηση των ηλεκτρικών απωλειών υπό μερικό φορτίο λειτουργίας, η βελτιστοποίηση της ονομαστικής ισχύος του αναστροφέα και η σωστή φόρτιση και εκφόρτιση των συσσωρευτών μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη συνολική απόδοση και διάρκεια ζωής ενός συστήματος.

**Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων είναι οι εξής:**

- **Αυτόνομο σύστημα.** Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενο ρεύματος με τη χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφέα).
- **Σύστημα συνδεδεμένο με το δίκτυο.** Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια συστοιχία Φ/Β στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Συνήθως, σε εφαρμογές μικρής εγκατεστημένης ισχύος, όπου τα Φ/Β πρέπει να καλύψουν συγκεκριμένο φορτίο, το δίκτυο χρησιμοποιείται ως μέσο για την προσωρινή αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Σε κεντρικά συστήματα μεγάλης εγκατεστημένης ισχύος η παραγόμενη από τα Φ/Β στοιχεία ενέργεια παρέχεται απευθείας στο ηλεκτρικό δίκτυο.
- **Υβριδικό σύστημα.** Το σύστημα αυτό είναι αυτόνομο και αποτελείται από τη φωτοβολταϊκή συστοιχία που λειτουργεί σε συνδυασμό με άλλες πηγές ενέργειας (παραδείγματος χάριν, σε συνδυασμό με μια γεννήτρια πετρελαίου ή με άλλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, όπως μια ανεμογεννήτρια).

- **Σύστημα μικρής ισχύος.** Το σύστημα αυτό εγκαθίσταται συνήθως σε κτίρια που διαθέτουν ενεργητικά ή παθητικά ηλιακά συστήματα. Χρησιμοποιείται συχνά για τη λειτουργία αντλιών ή ανεμιστήρων συνεχούς ρεύματος που χρησιμοποιούνται για την κυκλοφορία του αέρα ή του νερού στους ηλιακούς συλλέκτες. Έχει ενσωματωμένο ρυθμιστή ισχύος ο οποίος διακόπτει τη λειτουργία του Φ/Β συστήματος, όταν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, και δεν απαιτεί τη χρήση συσσωρευτών για την αποθήκευση της ενέργειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, αποτελείται από μόνο ένα Φ/Β πλαίσιο, το οποίο τροφοδοτεί ένα μικρό ανεμιστήρα που το χειμώνα χρησιμεύει για την κυκλοφορία του θερμού αέρα από ένα θερμοκήπιο στο υπόλοιπο κτίριο ή τον αερισμό των υπερθερμαινόμενων χώρων το καλοκαίρι.

Ø Εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ένα κτίριο

Η χρήση των Φ/Β πλαισίων ως λειτουργικών δομικών στοιχείων ενός κτιρίου διαμορφώνει νέες, οικονομικά ελκυστικότερες λύσεις. Σε αυτό συμβάλλει και η ανάπτυξη νέων ημιδιαφανών Φ/Β πλαισίων, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη θέση των υαλοπινάκων, παρέχοντας ταυτόχρονα ηλιακή ενέργεια και ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Η ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στην οροφή ή στην πρόσοψη ενός κτιρίου γίνεται με πολλούς τρόπους. Στις καινοτόμες λύσεις που έχουν υιοθετηθεί κατά καιρούς περιλαμβάνεται και η χρήση Φ/Β στοιχείων στη θέση άλλων δομικών στοιχείων στο κέλυφος του κτιρίου ή στα σκίαστρα. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο:

- **Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα.** Υπάρχει ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές Φ/Β συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα Φ/Β πλαίσια. σε μερικές περιπτώσεις, η κλίση είναι ρυθμιζόμενη. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/Β πλαισίων, όταν χρειάζεται να γίνει συντήρηση βοηθά, επίσης στον καλό αερισμό και στο δροσισμό των στοιχείων, αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους. Εντούτοις το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτείται η χρήση πρόσθετων υλικών και επιπλέον εργασία.

- **Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέρχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου.** Η κατασκευή αυτή στο εξωτερικό κελύφος του κτιρίου. Χρειάζεται, όμως, προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των Φ/Β στοιχείων. Το κόστος είναι συνήθως μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος που απαιτεί η τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά μεγαλύτερο από το κόστος των μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια. Αποτελεί μια καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτίρια, στα οποία δεν είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.
- **Απευθείας τοποθέτηση.** Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κτιρίου αντικαθίσταται από Φ/Β πλαίσια. Παραδείγματος χάριν, τα Φ/Β στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο που το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμίδια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για τη στεγανοποίησή του. Το κόστος όμως αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα προσθετά υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους του από τα Φ/Β πλαίσια μειώνει το συνολικό κόστος.
- **Ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στο κελύφος του κτιρίου.** Η μέθοδος αυτή συνιστάται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από Φ/Β πλαίσια. Η καλή εφαρμογή αυτής της τεχνικής απαιτεί τη στεγανή σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους. Παραδείγματος χάριν Φ/Β στοιχεία χωρίς μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη συμβατικών διαφανών ορόφων ή προσόψεων. Τα νέα τύπου ημιδιαφανή στοιχεία είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στη θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων, παρέχοντας στο σχεδιαστή τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φωτισμού και ηλιοπροστασίας παράλληλα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των Φ/Β παρέχει δυνατότητες για σημαντική μείωση του κόστους, καθώς εξοικονομείται το κόστος των δομικών στοιχείων του κελύφους τα οποία αντικαθίστανται από τα Φ/Β στοιχεία.

Ø Το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το κόστος των Φ/Β συστημάτων εκφράζει συνήθως σε δρχ/w αιχμής. Η κυριότερη συνιστώσα του συνολικού κόστους είναι το κόστος των Φ/Β πλαισίων. Από υπολογισμούς προκύπτει ότι το κόστος για ένα Φ/Β σύστημα κατανέμεται ως εξής:

§ Φ/Β πλαίσια: 40-60%

§ Συσσωρευτές: 15-25%

§ Αντιστραφείς: 10-15%

§ Υποδομή στήριξης: 10-15%

§ Σχεδιασμός και εγκατάσταση: 8-12%

Τα Γ/Β πλαίσια έχουν διάρκεια ζωής έως 20 ετών χωρίς ιδιαίτερη συντήρηση ενώ σε αυτό το διάστημα οι συσσωρευτές αντικαθίστανται 4-5 φορές.

Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος ενός συστήματος είναι το είδος της εφαρμογής και το αν το σύστημα είναι συνδεδεμένο ή όχι. Το κόστος είναι συνήθως χαμηλότερο για συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο και η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι σε αντίθεση με τα αυτόνομα συστήματα, δεν απαιτούν συσσωρευτές. Επίσης, το κόστος ανά w μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του Φ/Β συστήματος.

Το κόστος στην Ελλάδα των αυτόνομων Φ/Β συστημάτων, συμπεριλαμβανόμενων των συσσωρευτών είναι της τάξεως των 8.217 με 9.391 ευρώ/kw, ενώ το κόστος των συνδεδεμένων με το δίκτυο Φ/Β συστημάτων είναι της τάξεως των 7.336 ευρώ/kw. Πρόσφατες εκτιμήσεις αναφέρουν ότι το κόστος παραγόμενης ενέργειας από Φ/Β ανέρχεται στα 0,44 ευρώ/kw συνδεδεμένο σύστημα και στα 0,65 ευρώ/kw για αυτόνομο σύστημα λίγων kw, εγκατεστημένης ισχύος.

Σημειώνεται, όμως πως η αγορά και η εγκατάσταση οικιακών Φ/β συστημάτων επιδοτείται από το κράτος μέσω της φοροαπαλλαγής ποσού ίσου μέχρι και του 75% του κόστους τους. Υπάρχουν, επίσης επιδοτήσεις (όχι ακόμα σε ατομικούς καταναλωτές) στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ενέργειας (ΕΠΕ).

Για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκών συστημάτων προβλέπεται και επιδότηση, δυστυχώς όμως αφορά στα σχετικά μεγάλα συστήματα και αποκλείονται, μέχρι στιγμής τουλάχιστον, οι μικροί καταναλωτές. Υπάρχουν δυο διαφορετικοί τρόποι για να πάρει κανείς επιδοτήσεις. Ο ένας είναι ο αναπτυξιακός νόμος 1892/90 που αφορά σε επιχειρήσεις και καλύπτει ένα ποσοστό 40-55% του συνολικού κόστους του συστήματος. Η δεύτερη οδός είναι μέσω του ΕΠΕ, που ξεκίνησε από τις αρχές του '97 και έχει τριετή διάρκεια. Το πρόγραμμα αυτό επιδοτεί το 55% του συνολικού κόστους του συστήματος, αλλά για επένδυση μεγαλύτερη των 58.694 ευρώ.

Φωτεινό παράδειγμα είναι το «ηλιακό ξενοδοχείο» Elounda Island Villas στην Κρήτη του κ. Ηλία Αλεξόπουλο, ο οποίος επωφελήθηκε του αναπτυξιακού νόμου και επένδυσε το ποσό των 52.470 ευρώ σε φωτοβολταϊκά (το 43% του ποσού καλύφθηκε από την επιδότηση). Αυτό σημαίνει ότι μετά από 4 χρόνια, οπότε υπολογίζεται ότι θα έχει αποσβεστεί το επενδεδυμένο ποσό, και για τα υπόλοιπα 30 χρόνια το ξενοδοχείο θα έχει εξασφαλίσει δωρεάν ρεύμα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ΔΕΗ ζητούσε 102.000 ευρώ για να συνδέσει το απομακρυσμένο ξενοδοχείο με το δίκτυό της. Το φωτοβολταϊκό σύστημα που έχει τοποθετηθεί είναι ισχύος 6,5 kw και έχει σχεδιαστεί για να ηλεκτροδοτεί με 220V το φωτισμό του συγκροτήματος, 11 οικιακά ψυγεία και 3 επαγγελματικά, καταψύκτη, φούρνο μικροκυμάτων και διάφορες μικροσυσκευές.

Καλά όλα αυτά! Και εμείς ως πολίτες και ως μηχανικοί τι πρέπει να κάνουμε;

- ✓ Πρώτα και κύρια, πρέπει να βοηθήσουμε την προσπάθεια για ουσιαστικό αναπροσανατολισμό του ενεργειακού προτύπου προς τις ήπιες και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
- ✓ Να απορρίψουμε τη χωρίς όρια κατανάλωση ενέργειας και να αναζητήσουμε πολιτικές «διαχείρισης της ζήτησης», που να προωθούν την εξοικονόμηση ενέργειας.
- ✓ Να υποστηρίξουμε την άμεση προώθηση των επενδυτικών σχεδίων που αφορούν στις ΑΠΕ, στην επιδότηση των ανεξάρτητων μικρών παραγωγών ρεύματος και, φυσικά, στην προώθηση της βιοκλιματικής και ολιστικής αρχιτεκτονικής και δόμησης!

Όλα τα φωτοβολταϊκά, πάντως, διαθέτουν τα παρακάτω **πλεονεκτήματα**:

1. Μηδενική ρύπανση.
2. Αθόρυβη λειτουργία.
3. Αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (η οποία φτάνει τα 30 χρόνια).
4. Απεξάρτηση από την τροφοδοσία καύσιμων για τις απομακρυσμένες περιοχές.
5. Δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες.
6. Ελάχιστη συντήρηση.
7. Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων ωφελεί το περιβάλλον και την κοινωνία: τα οφέλη για τον καταναλωτή, τις αγορές ενέργειας και για τη βιώσιμη ανάπτυξη, είναι, σημαντικά.

Εικόνα 7 – Φωτοβολταϊκά





**Εικόνα 8 – Θερμοκήπιο σπιτιού**



Εικόνα 9 – Βιοκλιματικό κτίριο Τράπεζας στην Ελλάδα



**Εικόνα 10 – Βιοκλιματικό κτίριο στο Βέλγιο**



**Εικόνα 11 – Βιοκλιματικό κτίριο στην Αθήνα**





ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΝΟΜΟΣ ΛΑΣΙΘΙΟΥ

ΔΗΜΟΣ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

# Σχέδιο Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτής Πόλης (ΣΧΟΟΑΠ) ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΔΗΜΟΥ ΑΓΙΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΣΥΜΠΡΑΤΤΟΝΤΑ ΓΡΑΦΕΙΑ ΜΕΛΕΤΩΝ



Γραφείο Δοξιάδη

ΔΕΚΕΘΛΟΝ

Α. ΧΟΥΡΔΑΚΗΣ

---

## ΕΙΔΙΚΟΙ ΣΥΜΒΟΥΛΟΙ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Κωστάκης Γεώργιος

ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Γιαλύτη Ερμιόνη

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

ΟΜΙΚΡΟΝ ΕΠΕ

ΓΕΩΠΟΝΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

Σταματίνα Ψυχογιού

ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Δεσποτάκης Βασίλειος

---

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

### **Φυσικό Περιβάλλον Δήμου Αγίου Νικολάου <sup>(1)</sup>**

---

<sup>(1)</sup> Το κείμενο που παρουσιάζεται στο παρόν παράρτημα, αποτελεί την **πλήρη ανάπτυξη** του αντικειμένου 'Φυσικό Περιβάλλον Δήμου Αγίου Νικολάου'.

**Π Α Ρ Α Ρ Τ Η Μ Α**  
**Φυσικό Περιβάλλον Δήμου Αγίου Νικολάου**

**Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α**

<b>1.</b>	<b>ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΔΗΜΟΥ ΑΓ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ</b>	
<b>1.1.</b>	<b>Μορφολογικά Στοιχεία</b>	<b>95</b>
<b>1.2.</b>	<b>Καταγραφή Φυσικού Συστήματος</b>	<b>96</b>
<b>1.3.</b>	<b>Όροι Δόμησης Αγίου Νικολάου</b>	<b>103</b>

## **1.Φυσικό Περιβάλλον Δήμου Αγίου Νικολάου**

### **1.1. Μορφολογικά Στοιχεία**

Τα χερσαία όρια διαχωρίζουν το Δήμο Αγίου Νικολάου από τρεις άλλους Ο.Τ.Α. του Νομού Λασιθίου Ανατολικής Κρήτης που είναι από βόρεια προς νότια οι Δήμοι Νεάπολης, Οροπεδίου Λασιθίου και Ιεράπετρας. Τα όρια με το Δήμο Νεαπόλεως ακολουθούν τα παλαιότερα όρια δήμων και κοινοτήτων.

Το διοικητικό όριο ακολουθεί νότια κατεύθυνση, από το μικρό χείμαρρο Μεσομούρη που αποτελεί το δυτικότερο σημείο της βόρειας ακτογραμμής του Δήμου, μέχρι την κορυφή Κουτσούρα και στη συνέχεια ανατολικά μέχρι την κορυφή Κοτσολιός. Μεταξύ της κορυφής αυτής και του κόλπου του Μιραμπέλλου δημιουργείται ένα στενό όριο που διαχωρίζει ένα σχετικά μικρό χερσαίο τμήμα της βόρειας πλευράς από τον υπόλοιπο Δήμο. Από την κορυφή Κοτσολιός το όριο του Δήμου συνεχίζει ΝΔ προς τις κορυφές Λούτσι και Ανεμόσπηλο ενώ στη συνέχεια δημιουργείται μία σφήνα η οποία περιλαμβάνει τον οικισμό Λίμνες και καταλήγει στη θέση Κεφάλια, ακολουθώντας κατά ένα τμήμα παράλληλη πορεία με την εθνική οδό Ηράκλειο-Άγιος Νικόλαος. Στη συνέχεια ακολουθεί δυτική κατεύθυνση κατά μήκος της κορυφογραμμής του όρους Σελένα που αποτελεί και φυσικό όριο μεταξύ των δύο δήμων.

Μία γενική παρατήρηση για τη μορφολογία του Δήμου είναι το μεγάλο εύρος υψομετρικών διαφορών (0-2.085μ) που παρατηρείται και το μεγάλο ποσοστό της έκτασης με ορεινές και ημιορεινές εκτάσεις που καταλαμβάνει. Τα όρια του Δήμου ορίζονται από τις κορυφογραμμές μεγάλων και μικρών ορεινών όγκων ενώ τα υψόμετρα του εδάφους μειώνονται στις περισσότερες περιοχές, ομαλά προς το επίπεδο της θάλασσας.

Η ακτογραμμή του Δήμου έχει μήκος 85 χλμ. Από αυτά τα 58 χλμ. αποτελούν το χερσαίο τμήμα των ακτογραμμών ενώ 27 χλμ. είναι συνολικά η περίμετρος των νησιών.

## 1.2.Καταγραφή φυσικού συστήματος

### Μετεωρολογικά και κλιματολογικά στοιχεία.

Το κλίμα της Κρήτης παρουσιάζει σημαντική ποικιλομορφία από το δυτικό προς το ανατολικό της άκρο. Έτσι, τα ορεινά συγκροτήματα της Ίδης και των Λευκών Ορέων κατατάσσονται στα υγρά κλίματα ενώ αντίθετα η υπόλοιπη Κρήτη παρουσιάζει θερμότερο κλίμα. Χαρακτηριστική είναι η αύξηση του μέσου ετήσιου ύψους βροχής από τα ανατολικά προς τα δυτικά με αποτέλεσμα στην Ιεράπετρα οι τιμές να κυμαίνονται περίπου στα 420 mm, στο Ηράκλειο 500 mm και στα Χανιά 650 mm.

Στην περιοχή του Ν. Λασιθίου και ειδικότερα γύρω από τον κόλπο του Μιραμπέλλου, το κλίμα είναι ξηροθερμικό και χαρακτηρίζεται από βροχοπτώσεις τους χειμερινούς μήνες και από άνυδρες συνθήκες τους καλοκαιρινούς. Η μέση θερμοκρασία του θερμότερου μήνα (Ιούλιος) είναι περίπου 22°C ενώ η μέση θερμοκρασία τους μήνες Μάιο - Οκτώβριο (ξηρά περίοδος), είναι μεγαλύτερη από 20°C. Τους υπόλοιπους μήνες η μέση θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 10°C. Η διαφορά της μέσης θερμοκρασίας μεταξύ του πιο ζεστού και πιο κρύου μήνα είναι περίπου 15°C. Λόγω της επίδρασης της θάλασσας η θερμοκρασία στα πεδινά δεν πέφτει κάτω από τους 0°C, ενώ στα ορεινά, π.χ. στο οροπέδιο Καθαρού, πέφτει κάτω από το μηδέν ορισμένες μόνο φορές κατά τους χειμερινούς μήνες.

Το 60 % των βροχοπτώσεων πέφτουν τους χειμερινούς μήνες ενώ 15% έως 20% πέφτουν την άνοιξη και το φθινόπωρο αντίστοιχα. Η επιφανειακή απορροή στην περιοχή είναι σχεδόν αμελητέα, λόγω του μεγάλου ποσοστού κατεΐσδυσης που παρουσιάζουν τα ανθρακικά πετρώματα στην ευρύτερη περιοχή.

Οι επικρατούσες διευθύνσεις ανέμων είναι βορειοδυτικές με μέσες εντάσεις περίπου 5 μποφόρ με μέγιστες τιμές κατά τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο και ελάχιστες την άνοιξη και το φθινόπωρο. Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται σε γενικές γραμμές στις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στο Ν. Λασιθίου.



Για την περιγραφή του μικροκλίματος της περιοχής του Δήμου Αγίου Νικολάου δεν υπάρχουν αναλυτικά κλιματολογικά στοιχεία ενώ αποφεύγεται η χρησιμοποίηση των στοιχείων του μετεωρολογικού σταθμού Ιεράπετρας εξαιτίας της διαμόρφωσης διαφορετικών κλιματολογικών συνθηκών στη νότια ακτή της Κρήτης. Διαθέσιμα είναι τα βροχομετρικά στοιχεία από τον βροχομετρικό σταθμό της Υ.Ε.Β Λασιθίου στον Άγιο Νικόλαο και το Καλό Χωριό:

**Πίνακας 1 : Βροχομετρικός Σταθμός Αγίου Νικολάου, Περίοδος: 1990-1997**

Περίοδος	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟΥ	ΑΥΓ	ΣΥΝΟΛΟ
90-91	7	21,5	55	103,5	82	79	12	16	9	0	0	0	385
91-92	0	104	15,5	235	18	85,5	46,5	21,5	20,5	3,5	0	0	550
92-93	0	0	36,5	100	88	38,5	17,5	15,5	16	2	0	0	314
93-94	0	0	88	71	146	74	27,5	3	1,5	5	0	0	416
94-95	0	202	131	122,5	83	24	37,5	12	0,5	0	9,5	0	621
95-96	0	13	44	54	178	119	76,5	12	3	0	0	0	499,5
96-97	13,5	29,5	18,5	104,5	49,5	69	130	25	0	0	0	0	439,5
Μ. Όρος	<b>2,9</b>	<b>2,8</b>	<b>55,4</b>	<b>112,9</b>	<b>92,1</b>	<b>69,9</b>	<b>49,6</b>	<b>15,0</b>	<b>7,2</b>	<b>1,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,0</b>	<b>460,7</b>

Πηγή : Υ.Ε.Β. Λασιθίου

**Πίνακας 2: Στοιχεία Βροχομετρικού Σταθμού Καλού Χωριού, Περίοδος: 1937-1999**

Περίοδος	ΣΕΠ	ΟΚ Τ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕ Β	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ	ΙΟ Υ	ΑΥΓ	ΣΥΝΟ ΛΟ
Μεγ. Ύψος	305, 5	243, 7	212, 4	262,0	307, 4	186, 6	150,9	85,2	59,7	19,5	27, 7	10,7	-
Ελ. Ύψος	0,0	0,0	0,0	16,0	29,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
Μ. Όρος	<b>10,7</b>	<b>53,4</b>	<b>68,8</b>	<b>109,4</b>	<b>107, 6</b>	<b>64,0</b>	<b>55,2</b>	<b>21,7</b>	<b>12,7</b>	<b>2,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>505,5</b>

Πηγή : *Υ.Ε.Β. Λασιθίου*

Από τους πίνακες φαίνεται ότι το μέσο ετήσιο ύψος βροχοπτώσεων για την παραπάνω περίοδο είναι  $N=460,7\text{mm/y}$  για τον Άγιο Νικόλαο και  $N=550,5\text{mm/y}$  για το Καλό Χωριό ενώ η περιοχή χαρακτηρίζεται από μακρά περίοδο ξηρασίας (5-6 μήνες). Οι μέγιστες τιμές των βροχοπτώσεων παρατηρούνται από Οκτώβριο έως και Μάρτιο.

Συμπερασματικά, το κλίμα της περιοχής μπορεί να χαρακτηριστεί ως τυπικό μεσογειακό δημιουργώντας αφ' ενός τα γνωστά προβλήματα από τη μείωση του υδατικού δυναμικού και την έλλειψη κατακρημνισμάτων κατά τους θερινούς μήνες, αφ' ετέρου όμως ιδανικές συνθήκες διαβίωσης και αναψυχής από την έλλειψη υγρασίας λόγω των ισχυρών ανέμων και τη μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια.

Οι κλιματολογικές συνθήκες αυτού του τύπου είναι ιδανικές για την ανάπτυξη ορισμένων οικονομικών δραστηριοτήτων. Ο τουρισμός είναι η σημαντικότερη από αυτές και αναδείχτηκε εν μέρει από την ύπαρξη κλιματολογικών συνθηκών που δεν συνηθίζονται στις περισσότερες χώρες της βόρειας Ευρώπης αλλά και της ηπειρωτικής Ελλάδας.

Οι θερμοκρασίες παραμένουν υψηλές ακόμη και κατά τους χειμερινούς μήνες ενώ η ηλιοφάνεια διαρκεί σχεδόν ολόκληρο το έτος εκτός από ελάχιστες ημέρες. Επίσης η ύπαρξη ισχυρών ανέμων ειδικότερα κατά τη διάρκεια δύο περιόδων του έτους, μία το καλοκαίρι (μελτέμια) και μία το χειμώνα αποτελούν βασικό παράγοντα για τις μειωμένες τιμές υγρασίας παρά το γεγονός ότι η περιοχή είναι παραθαλάσσια.

Οι ίδιες κλιματολογικές συνθήκες αποτελούν ευνοϊκό παράγοντα για την ανάπτυξη ορισμένων τύπων καλλιεργειών ειδικά πρώιμων κηπευτικών αλλά κυρίως την καλλιέργεια της ελιάς.

Ωστόσο οι περιορισμένες βροχές στην περιοχή αποτελούν βασικό παράγοντα δημιουργίας προβλημάτων για τις οικονομικές δραστηριότητες που προαναφέρθηκαν. Η εξάρτηση των διαθέσιμων υδατικών πόρων από το ύψος των κατακρημνισμάτων οδηγεί στη μειωμένη επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφορέων με αποτέλεσμα τη ύπαρξη μιας μόνιμης οριακής κατάστασης διαθεσιμότητας.

Το γεγονός αυτό οδηγεί στην κατασκευή δαπανηρών έργων αξιοποίησης όλων των πιθανών υδατικών πόρων, την προβληματική άρδευση των γεωργικών εκτάσεων καθώς και το αυξημένο κόστος και την ανεπαρκή κάλυψη σε πόσιμο νερό.

Αναξιοποίητες παραμένουν σε γενικές γραμμές και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που είναι ιδιαίτερα υπολογίσιμες εξαιτίας των κλιματολογικών συνθηκών που προαναφέρθηκαν. Η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, είναι μικρή και περιορίζεται στο αιολικό πάρκο που λειτουργεί στο ΔΔ Βρουχά, παρά τους ισχυρούς ανέμους που πνέουν στον κόλπο του Μιραμπέλλου κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια του έτους. Η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται αποκλειστικά για τη θέρμανση νερού σε σπίτια και ξενοδοχειακές μονάδες (ηλιακοί θερμοσίφωνες) ενώ η κάλυψη δεν φτάνει το βαθμό που θα δικαιολογούσαν τα υψηλά ποσοστά ηλιοφάνειας που επικρατούν στην περιοχή.

Στον **Πίνακα 3** παρουσιάζονται τα Γενικά Μετεωρολογικά στοιχεία που αφορούν τον κοντινότερο Μετεωρολογικό σταθμό της Ιεράπετρας.

**Πίνακας 3, ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ - ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ**  
ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΤΑΘΜΟΣ ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ (ΕΜΥ, 1962-92)

ΜΗΝΑΣ	ΟΚ Τ	ΝΟ Ε	ΔΕΚ	ΙΑΝ	ΦΕ Β	ΜΑ Ρ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥ Ν	ΙΟΥ Λ	ΑΥΓ	ΣΕΠ
ΜΕΣΟ ΜΗΝΙΑΙΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ	33,0	56,8	100, 2	79,3	68,6	43,4	21,1	8,4	1,2	0,5	0,1	25,1
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	16,6	12,7	9,5	8	8,2	9,8	12,8	16,9	21,1	24	23,6	20,7
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	68,6	73,4	74,2	74,1	74,4	72,6	68	62,9	56,3	48,4	51,9	58,7
ΜΗΝΙΑΙΑ ΤΙΜΗ ΗΛΙΟΦΑΝΕΙΑΣ (hrs)	247, 9	180, 6	152, 5	156, 9	160, 4	210, 4	244, 3	302, 7	359, 2	388, 4	367, 1	302, 3
ΜΕΣΗ ΝΕΦΩΣΗ	2,9	3,7	4,4	4,5	4,5	4,1	3,6	2,9	1,4	0,5	0,5	1,2
ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΩΝ (m/s)	9,2	7,7	9,2	9,4	9,5	9,3	8,1	7,6	8,6	13	12,3	10,2

Πηγή : Ε.Μ.Υ. 2001

## Υδρολογικά στοιχεία

Οι Υδρολογικές Λεκάνες του Νομού Λασιθίου ανήκουν στο υδατικό διαμέρισμα Κρήτης. Συγκροτείται συνολικά από 16 υδρολογικές λεκάνες καθώς και μία (Μοχού - Μαλλίων – Βραχασίου) που ένα τμήμα της ανήκει στο Νομό Ηρακλείου. Αν θεωρηθεί το τμήμα Παχειά Άμμος - Ιεράπετρας ως διαχωριστικός άξονας του Νομού τότε οι υδρολογικές λεκάνες μπορεί να διαχωριστούν σε δυτικές και ανατολικές. Ο Δήμος Αγίου Νικολάου ανήκει σε πέντε από τις «δυτικές» υδρολογικές λεκάνες οι οποίες διαιρούνται σε μικρότερες υπολεκάνες και παρουσιάζουν ασημαντη χειμαρικήτητα:

**Πίνακας 4. : Υδρολογικές λεκάνες Δήμου Αγίου Νικολάου**

Κωδικός		Υδρολογικές λεκάνες	Έκταση (στρέμ.)
Υδατ. Διαμερ	1 <sup>ης</sup> Υδρ.Τάξης		
21	48	Συγκρότημα μικρορευμάτων περίξ ακρωτηρίου Αγίου Ιωάννη	95.000
21	49	Υδρολογική λεκάνη χειμάρρου Ξηροποτάμου	130.000
21	50	Υδρολογική λεκάνη λεκανοπεδίου Χαύγας	57.000
21	51	Υδρολογική λεκάνη χειμάρρου Καλού Ποταμού (Καλού Χωριού)	112.750
21	55	Υδρολογική λεκάνη χειμάρρου Παχειάς Άμμου	63.300

*Πηγή : Διεύθυνση Δασών Νομού Λασιθίου*

Η μεγαλύτερη ποσότητα κατακρημνισμάτων που δέχονται οι λεκάνες διοχετεύονται στη θάλασσα εξαιτίας :

- **των μεγάλων κλίσεων και των μικρών αποστάσεων από τη θάλασσα,**
- **των έντονων βροχοπτώσεων τοπικού χαρακτήρα,**
- **της χαραδρωτικής φύσης της μορφολογίας του εδάφους,**
- **της έλλειψης γαιώδους και φυτικού υποστρώματος για τη συγκράτηση ενός μέρους του νερού.**

Ωστόσο η δομή των πετρωμάτων επιτρέπει την απορρόφηση σημαντικών ποσοτήτων νερού της βροχής με γρήγορους ρυθμούς αντισταθμίζοντας την κατάσταση.

Σχεδόν όλες οι λεκάνες του Δήμου όπως και οι υπόλοιπες δυτικές λεκάνες του Νομού (Μιλιάτου, Βραχασίου, Γεωργαράδων Λαγκάδι, Οροπεδίου Λασιθίου, Έξω Λακκωνίων, Φλαμουριανών, Καλού Χωριού και Μύρτου), υδρογεωλογικά κυριαρχούνται από τις καρστικές υδροφορίες των ανθρακικών σχηματισμών (προνεογενών) της ενότητας της Τρίπολης. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της κατηγορίας είναι η καρστική υφάλμυρη πηγή του «Αλμυρού» Αγίου Νικολάου, με συνολική ετήσια εκφόρτιση γλυκού νερού της τάξης των 50-55 εκ. μ3.

Σε νεογενείς αποθέσεις, υδροφορίες απαντώνται κυρίως στις λεκάνες του Καλού Χωριού. Αλλά ακόμα και αυτές τροφοδοτούνται από τους καρστικούς σχηματισμούς παρά την εκφόρτιση τους σε αποθέσεις νεογενών.

Μεγάλες καρστικές υδροφορίες αναπτύσσονται και στους ανθρακικούς σχηματισμούς της ενότητας των πλακωδών ασβεστολίθων (Οροπεδίου Λασιθίου, Έξω Λακκωνίων) που είναι άμεσα συνυφασμένοι υδρογεωλογικά με την ενότητα της Τρίπολης. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν στο σύστημα τροφοδοσίας της πηγής του Αλμυρού, καθώς και στις υδροφορίες της οροσειράς Δίκτη γενικότερα.

Γενικά σε ό,τι αφορά την αναπλήρωση των λεκανών παρατηρείται επάρκεια σ' αυτές που τροφοδοτούνται από τις καρστικές υδροφορίες της οροσειράς Δίκτη. Υπολογίζεται ότι οι πηγές του βόρειου, ανατολικού και νότιου τομέα της οροσειράς Δίκτη εκφορτίζουν τουλάχιστον 50-100 εκ. μ3 ετησίως.

### 1.3. Όροι Δόμησης Αγίου Νικολάου

- |                                |                        |
|--------------------------------|------------------------|
| 1. Π. Δ. 29/4/87               | (ΦΕΚ 489 Δ – 2/6/87)   |
| 2. ΑΠΟΦ. ΝΟΜΑΡΧΗ 75, 16/11/90  | (ΦΕΚ 680 Δ – 5/12/90)  |
| 3. Π. Δ. 8/7/93                | (ΦΕΚ 999 Δ – 24/8/93)  |
| 4. ΑΠΟΦ. ΝΟΜΑΡΧΗ 29, 7/1/94    | (ΦΕΚ 23 Δ – 18/1/94)   |
| 5. ΑΠΟΦ. ΝΟΜΑΡΧΗ 235, 3/3/94   | (ΦΕΚ 214 Δ – 4/3/94)   |
| 6. ΑΠΟΦ. ΝΟΜΑΡΧΗ 2777, 6/9/94  | (ΦΕΚ 965 Δ – 16/9/94)  |
| 7. ΑΠΟΦ. ΝΟΜΑΡΧΗ 8243, 18/9/95 | (ΦΕΚ 779 Δ – 10/10/95) |

ΤΟΜΕΑΣ	I	II	III	IV
Ελάχιστο Πρόσωπο	12 m	10 m	12 m	14 m
Ελάχιστο Εμβαδόν	400 m	300 m	400 m	400 m
Μέγιστο Ποσοστό Κάλυψης	50%	60%	50%	30%
Συντελεστής Δόμησης	0,60	0,80	0,40	0,30
Μέγιστο Ύψος	9,00 m	9,00 m	7,50 m	6,00 m (χωρίς υπόγειο)

**Β' ΜΕΡΟΣ**

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ**



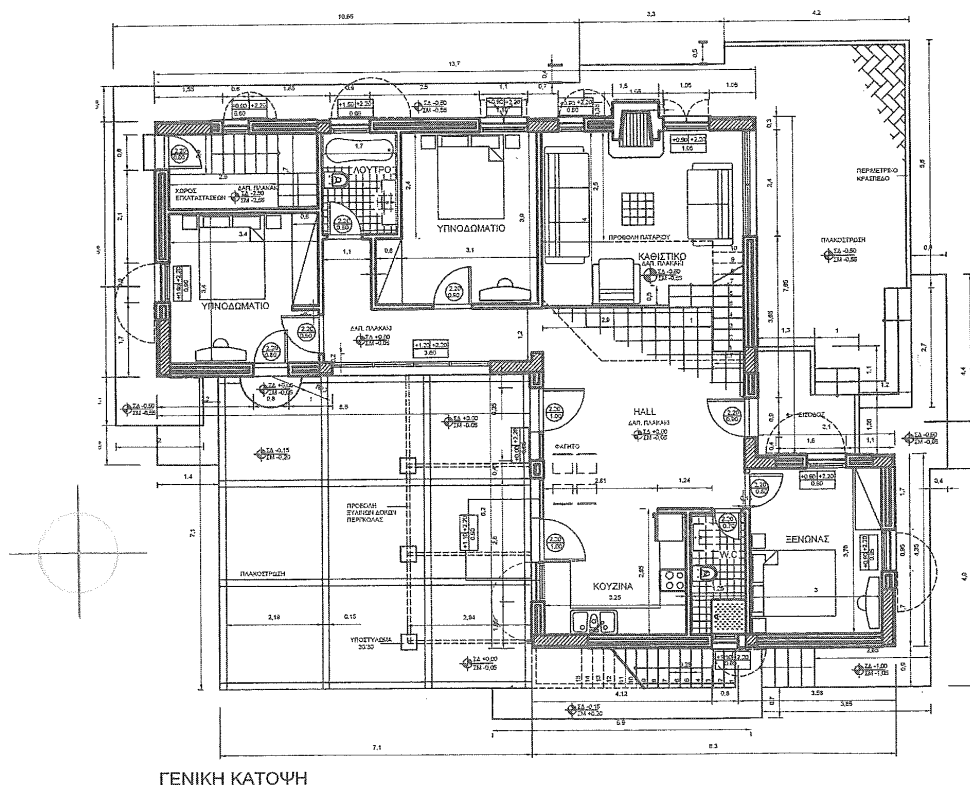
## Βιοκλιματικός σχεδιασμός κατοικίας

Υπολογίσαμε τις ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας που σχεδιάσαμε για τις ακόλουθες δύο κατασκευές:

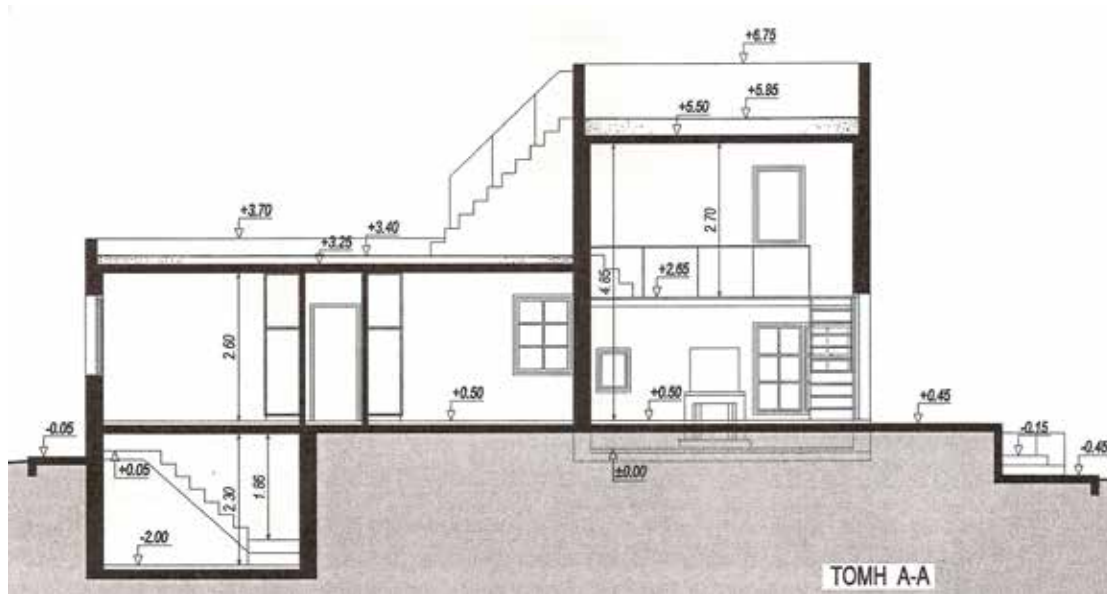
**Συνήθης κατασκευή:** Κατασκευή κατοικίας χωρίς μονώσεις, διπλά υαλοστάσια, αεροστεγή κουφώματα κ.λ.π. (**Πρότυπο 1**)

**Βιοκλιματική κατασκευή:** Επιμελημένη κατασκευή που ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές απαιτήσεις της κατοικίας, βελτιώνει τη θερμική συμπεριφορά του κελύφους και αξιοποιεί στο μέγιστο δυνατό βαθμό τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. (**Πρότυπο 2**)

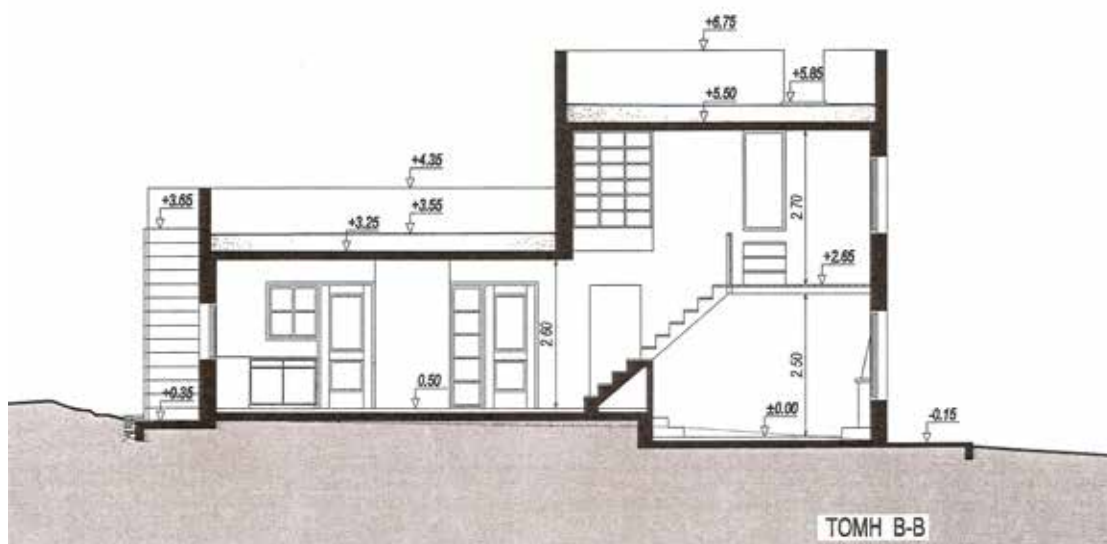
Η περιοχή στην οποία επιλέξαμε να βρίσκεται η κατοικία είναι ο Άγιος Νικόλαος, του νομού Λασιθίου Κρήτης, ο οποίος ανήκει στη θερμική ζώνη Α, γεγονός που επηρεάζει σημαντικά τη βιοκλιματική μας μελέτη, λόγω των ιδιαίτερων κλιματολογικών στοιχείων της περιοχής. (Στη συνέχεια σε όποιους πίνακες δεν υπήρχαν πληροφορίες για τον Άγιο Νικόλαο πήραμε αντίστοιχα της Ιεράπετρας της κοντινότερης πόλης).



Εικόνα 1



Εικόνα 2



Εικόνα 3

## Ενεργειακές απαιτήσεις κατοικίας για τις δύο κατασκευές

### ΕΜΒΑΛΑ

#### **ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ**

Βόρεια όψη : 58,74 m<sup>2</sup>

Τοίχος 1 : 8,50X2,80 = 23,80m<sup>2</sup>

Τοίχος 2 : 5,20X5,05 = 26,26m<sup>2</sup>

Τοίχος 3 : 3,10X2,80 = 8,68 m<sup>2</sup>

Νότια όψη : 58,74 m<sup>2</sup>

Τοίχος 1 : 8,30X2,80 = 23,24m<sup>2</sup>

Τοίχος 2 : 8,50X2,80 = 23,80m<sup>2</sup>

Πατάρι : 5,20X2,25 = 11,7m<sup>2</sup>

Δυτική όψη : 46,65 m<sup>2</sup>

Τοίχος 1 : 5,80X2,80 = 16,24m<sup>2</sup>

Τοίχος 2 : 6,20X2,80 = 17,36m<sup>2</sup>

Πατάρι : 5,80X2,25 = 13,05m<sup>2</sup>

Ανατολική όψη : 46,65 m<sup>2</sup>

Τοίχος : (4,35+7,65)X2,8 = 33,6m<sup>2</sup>

Πατάρι : 5,8X2,25 = 13,05m<sup>2</sup>

#### **ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ**

##### **Παράθυρα & Εξωστόθυρες :**

Βόρεια όψη : 6,16 m<sup>2</sup>

Π 1 : 0,90X1,30 = 1,17 m<sup>2</sup>

Π 2 : 1,05X1,30 = 1,37 m<sup>2</sup>

Π 3 : 0,60X1,30 = 0,78 m<sup>2</sup>

Π 4 : 1,10X1,30 = 1,43 m<sup>2</sup>

Π 5 : 0,90X0,70 = 0,63 m<sup>2</sup>

Π 6 : 0,60X1,30 = 0,78 m<sup>2</sup>

Νότια όψη : 4,38 m<sup>2</sup>

Π 1 : 3,60X1,00 = 3,60 m<sup>2</sup>

Π 2 : 0,60X1,30 = 0,78 m<sup>2</sup>

Δυτική όψη : 4,58 m<sup>2</sup>

Π 1 : 0,90X1,30 = 1,17 m<sup>2</sup>

Π 2 : 0,65X2,20 = 1,43 m<sup>2</sup>

Π 3 : 0,90X1,10 = 0,99 m<sup>2</sup>

Π 4 : 0,90X1,10 = 0,99 m<sup>2</sup>

Ανατολική όψη : 6,54 m<sup>2</sup>

Π 1 : 0,95X1,30 = 1,26 m<sup>2</sup>

Π 2 : 2,20X2,40 = 5,28 m<sup>2</sup>

##### **Εξώθυρες Συμπαγείς :**

Π 1 : 0,80X2,20 = 1,76 m<sup>2</sup>

Π 2 : 1,30X2,20 = 2,86 m<sup>2</sup>

Π 3 : 0,90X2,20 = 1,98 m<sup>2</sup>

Π 4 : 0,80X2,20 = 1,76 m<sup>2</sup>

Π 5 : 1,00X2,20 = 2,20 m<sup>2</sup>

Π 6 : 1,00X2,20 = 2,20 m<sup>2</sup>

Π 7 : 0,80X2,20 = 1,76 m<sup>2</sup>

Π 8 : 1,30X2,20 = 2,86 m<sup>2</sup>

**Συνολικό εμβαδό παραθύρων & εξωστοθύρων : 21,66 m<sup>2</sup>**

**Συνολικό εμβαδό εξώθυρων συμπαγών : 17,38 m<sup>2</sup>**

**Συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων : 39,04 m<sup>2</sup>**

όμως τα εξής δεν λαμβάνουν μέρος , άρα

**Καθαρή επιφάνεια τοίχων : 210,78 – 39,04 + (0,78 + 1,76) = 174,28 m<sup>2</sup>**

## ΔΑΠΕΔΟ - ΟΡΟΦΗ

**Εμβαδό δαπέδου : 109,23 m<sup>2</sup>**

$$13,40 \times 5,50 = 73,70 \text{ m}^2$$

$$6,20 \times 4,90 = 30,38 \text{ m}^2$$

$$3,10 \times 4,05 = 12,55 \text{ m}^2$$

$$- 2,00 \times 3,70 = 7,40 \text{ m}^2$$

**Εμβαδό οροφής : 109,23 m<sup>2</sup>**

Είναι ίσο με το εμβαδό δαπέδου

Πίνακας 1

### ΔΙΑΦΟΡΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ (Δt)

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ Η ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ, ΠΟΥ ΒΡΙΣΚΟΝΤΑΙ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΠΡΟΣ ΘΕΡΜΑΙΝΗ ΧΩΡΟΥΣ		
1.	Θερμοκρασία κτιρίου που θερμαίνεται, και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο, σε συνεχές σύστημα δόμησης.	15°C
2.	Θερμοκρασία κτιρίου που δεν θερμαίνεται και βρίσκεται σε επαφή με το υπό μελέτη κτίριο, σε συνεχές σύστημα δόμησης.	
	Ζώνη Α	10°C
	Ζώνη Β	7°C
	Ζώνη Γ	3°C
3.	Θερμοκρασία χώρου που δεν θερμαίνεται, αλλά βρίσκεται εντός της θερμαινόμενης οικοδομής.	
	Ζώνη Α	10°C
	Ζώνη Β	7°C
	Ζώνη Γ	3°C
4.	Θερμοκρασία χώρου που βρίσκεται κάτω από επικλινή μη μονωμένη στέγη (κεραμοσκεπή), ισούται με τη μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία αυξημένη κατά 3°C.	$t_{\text{ελαχ}} + 3^\circ\text{C}$
5.	Θερμοκρασία ημιυπόγειων ή υπόγειων χώρων που δεν θερμαίνονται και έχουν κορτές ή παράθυρα προς το εξωτερικό περιβάλλον.	
	Ζώνη Α	10°C
	Ζώνη Β	7°C
	Ζώνη Γ	3°C
6.	Σαν διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου σε επαφή με το έδαφος, και θερμοκρασίας εδάφους, λαμβάνεται το μισό της διαφοράς της θερμοκρασίας του υπό μελέτη χώρου και της μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας.	$\Delta t = \frac{t_{\text{εσω}} - t_{\text{ελαχ}}}{2}$

Ιεράπετρα ζώνη : Α

Εσωτερική θερμοκρασία : 20°C

Δt = 20 - μέση τιμή των απολύτως ελάχιστων θερμοκρασιών

$$\Delta t = 20 - 4 = 16^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = (20 - 4) / 2 = 8^\circ\text{C}$$

## ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ

### ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ

Πίνακας 2

Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφόρων στοιχείων του κτιριακού κελύφους (kcal / h . m <sup>2</sup> . C)													
ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ (CM)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ													
<b>ΤΟΙΧΟΙ</b>													
	0,4	1,547	1,073	0,821	0,665	0,559	0,482	0,424	0,378	0,341	0,311	0,285	0,245
	2	1,193	0,889	0,709	0,593	0,505	0,441	0,392	0,352	0,320	0,293	0,27	0,234
	4	1,185	0,885	0,706	0,588	0,503	0,44	0,391	0,351	0,319	0,293	0,27	0,234
	10	1,182	0,883	0,705	0,587	0,503	0,44	0,391	0,351	0,319	0,293	0,27	0,234
	15	1,180	0,882	0,705	0,587	0,503	0,44	0,391	0,351	0,319	0,293	0,27	0,234

#### Πρότυπο 1

K1 = 1,182 (χωρίς μόνωση)  
 W1 = FxKxΔt = 174,28x1,182x16  
**W1 = 3295,98**

#### Πρότυπο 2

K2 = 0,391 (6cm μόνωση, 10cm διάκενο)  
 W2 = FxKxΔt = 174,28x0,391x16  
**W2 = 1090,30**

### ΟΡΟΦΗ

Πίνακας 3

Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφόρων στοιχείων του κτιριακού κελύφους (kcal / h . m <sup>2</sup> . C)													
ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ (CM)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ													
<b>ΟΡΟΦΕΣ</b>													
	12	1,386	0,993	0,773	0,633	0,536	0,465	0,410	0,367	0,333	0,304	0,28	0,241
	16	1,365	0,982	0,767	0,629	0,533	0,463	0,409	0,365	0,331	0,303	0,279	0,24
	18	1,344	0,971	0,76	0,624	0,53	0,45	0,407	0,364	0,33	0,301	0,278	0,24
	18	1,323	0,956	0,753	0,62	0,527	0,458	0,405	0,363	0,329	0,3	0,277	0,239
	20	1,304	0,95	0,747	0,616	0,524	0,455	0,403	0,361	0,328	0,3	0,277	0,239

#### Πρότυπο 1


c1 = 16cm (χωρίς μόνωση)  
 K1 = 1,344  
 W1 = FxKxΔt = 109,23x1,344x16  
**W1 = 2348,88**

#### Πρότυπο 2

c2 = 16cm (5cm μόνωση)  
 K2 = 0,45  
 W2 = FxKxΔt = 109,23x0,45x16  
**W2 = 786,46**

## ΔΑΠΕΔΟ

Πίνακας 4

Συντελεστές θερμοπερατότητας διαφόρων στοιχείων του κτιριακού κελύφους (kcal / h · m <sup>2</sup> · °C)													
ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ (cm)													
ΕΙΔΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	
<b>Δ Α Π Ε Δ Α</b>													
 <small>παρ. 1 κ μισό m 2,5                      ορόφος 2                      οροφή 2                      για μόνωση                      χωρίς λάσπη</small>	Κατασκευασμένο	2,537	1,471	1,036	0,792	0,651	0,549	0,478	0,418	0,373	0,337	0,308	0,282
	Μονωμένο	2,479	1,451	1,026	0,793	0,647	0,546	0,472	0,416	0,372	0,336	0,307	0,281
	Μονωμένο	2,311	1,392	0,996	0,775	0,635	0,537	0,466	0,411	0,368	0,333	0,304	0,259
	Μονωμένο	2,263	1,374	0,987	0,770	0,631	0,535	0,464	0,409	0,367	0,332	0,303	0,258

### Πρότυπο 1

c1 = 15cm (χωρίς μόνωση)

K1 = 2,537

W1 = FxKxΔt = 109,23x2,537x8

**W1 = 2216,93**

### Πρότυπο 2

c2 = 15cm (5cm μόνωση)

K2 = 0,549

W2 = FxKxΔt = 109,23x0,549x8

**W2 = 479,74**

## ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ

Πίνακας 5

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΩΤΗΤΑΣ K <sub>F</sub> ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΩΝ				
Τύπος υαλοστάσιου	Υλικό κατασκευής πλαισίου υαλοπίνακα			
	Ξύλο, συνθετικό υλικό		Χάλυβας, αλουμίνιο	
	kcal / h · m <sup>2</sup> · °C	W / m <sup>2</sup> · °C	kcal / h · m <sup>2</sup> · °C	W / m <sup>2</sup> · °C
Απλό υαλοστάσιο	4,5	5,23	5,0	5,81
Διπλό υαλοστάσιο με διάκενο 6 mm	2,8	3,26	3,2	3,72
Διπλό υαλοστάσιο με διάκενο 12 mm	2,6	3,02	3,0	3,49
Διπλό υαλοστάσιο με διάκενο 20 mm < d < 40 mm	2,2	2,56	2,6	3,02
Διπλό υαλοστάσιο με διάκενο 40 mm < d < 70 mm	2,0	2,33	2,4	2,79
Διπλό παράθυρο με απόσταση υαλοστασίων 70 mm	2,2	2,56	--	--
Τοίχος από υαλόπλινθους πάχους 80 mm	--	--	3,0	3,49
Τριπλό υαλοστάσιο με διάκενο 6 mm	--	--	2,07	2,40
Τριπλό υαλοστάσιο με διάκενο 12 mm	--	--	1,60	1,86
Συντελεστές θερμοπερατότητας K για συμπαγείς ξύλινες πόρτες				
Πάχος	1 in	1 1/4 in	1 1/2 in	2 in
K (kcal / h · m <sup>2</sup> · °C)	3,12	2,68	2,39	2,10

## Παράθυρα & Εξωστόθυρες

### Πρότυπο 1

Απλά υαλοστάσια

$$K1 = 5,23$$

$$W1 = FxKx\Delta t = 21,66x5,23x16$$

$$W1 = 1812,51$$

### Πρότυπο 2

Ξύλινα διπλά με διάκενο 12mm

$$K2 = 3,02$$

$$W2 = FxKx\Delta t = 21,66x3,02x16$$

$$W2 = 1046,61$$

## Εξώθυρες Συμπαγείς

### Πρότυπο 1

Πάχους 1 in

$$K1 = 3,12$$

$$W1 = FxKx\Delta t = 17,38x3,12x16$$

$$W1 = 867,61$$

### Πρότυπο 2

Πάχους 2 in

$$K2 = 2,10$$

$$W2 = FxKx\Delta t = 17,38x2,10x16$$

$$W2 = 583,97$$

## ΜΗ ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

$$QA = \alpha \cdot \Sigma l \cdot R \cdot H \cdot \Delta t \cdot Z\gamma \cdot 1,163$$

Όπου :  $\Sigma l$  = το άθροισμα των χαραμάδων των παραθύρων  
 $\alpha, R, Z\gamma, H$  συντελεστές που δίνονται στους επόμενους πίνακες  
 $\Delta t$  = διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ εσωτερικού χώρου και εξωτερικού περιβάλλοντος

### ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΠΡΟΣΑΥΞΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Πίνακας 6

α) Συντελεστής λόγω διείσδυσης αέρα  $\alpha$

ΥΛΙΚΟ	ΕΙΔΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ	$\alpha$
Παράθυρο εκ φυσικού ή συνθετικού ξύλου	απλό υαλοστάσιο	3,0
	διπλό υαλοστάσιο εγγυημένα αεροστεγές	2,0
Παράθυρο μεταλλικό	απλό υαλοστάσιο	1,5
	διπλό υαλοστάσιο εγγυημένα αεροστεγές	1,2
Θύρα ξύλινη	θύρα απλή	3,0
	θύρα εγγυημένα αεροστεγής	2,0
Θύρα μεταλλική	θύρα απλή	1,5
	θύρα εγγυημένα αεροστεγής	1,2

Πίνακας 7

β) Συντελεστής διεισδυτικότητας  $R$

Εξωτερικό παράθυρο / θύρα	$F_n$	επιφ. εξ. παραθύρου ή θύρας	$R$
	$F_e$	επιφ. εσωτ. θύρας	
ξύλινο παράθυρο ή θύρα		$< 3$	0,9
"		$3 + 9$	0,7
Μεταλλικό παράθυρο ή θύρα		$< 6$	0,9
"		$\geq 6$	0,7

γ) Συντελεστής γωνιακών παραθύρων  $Z\gamma = 1,2$  (εάν δεν υπάρχουν γων. παρ.  $Z\gamma = 1$ )

Πίνακας 8

δ) Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης  $H$

Ανεμόπτωση	Θέση	Οικοδομικό σύστημα	
		Συνεχές	Ελεύθερο
Κανονική	προστατευόμενη	0,24	0,34
	ελεύθερη	0,41	0,58
	άκρως προσβαλλόμενη	0,60	0,84
Ισχυρή	προστατευόμενη	0,41	0,58
	ελεύθερη	0,60	0,84
	άκρως προσβαλλόμενη	0,82	1,13



α) Συντελεστής λόγω διείσδυσης αέρα **α**

Πρότυπο 1 : **α= 3**

Πρότυπο 2 : **α= 2**

β) Συντελεστής διεισδυτικότητας **R**

Εξαρτάται από το λόγο των παραθύρων από τα οποία εισέρχεται ο αέρας προς τα ανοίγματα από τα οποία εκτονώνεται. Στην Ιεράπετρα, η δυσμενέστερη κατεύθυνση του αέρα είναι η **B**. Εισαγωγή ανέμου από τα βόρεια και εκτόνωση στα **N**.

<b>Πίνακας 9</b>		<b>ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΑ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ</b>												
Σταθμός		I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	
1	Αθήνα	N	N	N	S	SW	S	N	N	N	N	NE	N	N=Βοριάς
2	Ηράκλειο	S	S	NW	NW	N	NW	NW	NW	NW	NW	S	S	S=Νοτιάς
3	Θεσσαλονίκη	NW	NW	NW	NW	SW	S	S	S	NW	NW	NW	NW	E=Ανατολή
4	<b>Ιεράπετρα</b>	<b>N</b>	<b>SW</b>	<b>N</b>	<b>NE</b>	<b>N</b>	<b>NW</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>N</b>	<b>W=Δύση</b>

B : 6,16       $\longrightarrow$       N : 4,38

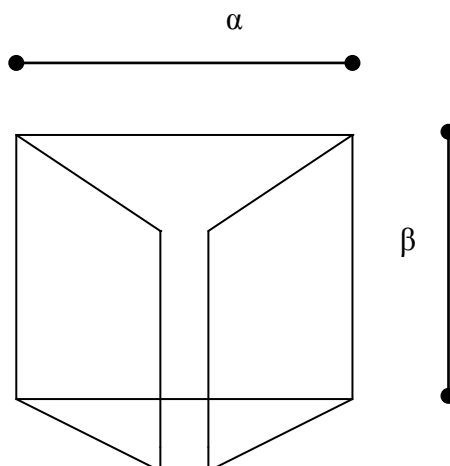
$$\frac{B}{N} = \frac{6,16}{4,38} = 1,41 < 3 \quad \text{άρα } \mathbf{R = 0,9}$$

$$\frac{N}{B} = \frac{4,38}{6,16} = 0,71 < 3 \quad \text{άρα } \mathbf{R = 0,9}$$

γ) Συντελεστής γωνιακών παραθύρων **Z<sub>γ</sub> = 1**

δ) Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης **H = 0,24**

ε) **Σl = 2·α + 3·β**



Εικόνα 4

$$\underline{\text{Βόρεια όψη} = 31,90 \text{ m}^2}$$

$$\text{Π1} : 2 \times 0,90 + 3 \times 1,30 = 5,70 \text{ m}^2$$

$$\text{Π2} : 2 \times 1,05 + 3 \times 1,30 = 6,00 \text{ m}^2$$

$$\text{Π3} : 2 \times 0,60 + 3 \times 1,30 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Π4} : 2 \times 1,10 + 3 \times 1,30 = 6,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Π5} : 2 \times 0,90 + 3 \times 0,70 = 3,90 \text{ m}^2$$

$$\text{Π6} : 2 \times 0,60 + 3 \times 1,30 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Νότια όψη} = 32,70 \text{ m}^2}$$

$$\text{Π1} : 2 \times 0,80 + 3 \times 2,20 = 8,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Π2} : 2 \times 3,60 + 3 \times 1,00 = 10,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Π3} : 2 \times 1,30 + 3 \times 2,20 = 9,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Π4} : 2 \times 0,60 + 3 \times 1,30 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Δυτική όψη} = 66,60 \text{ m}^2}$$

$$\text{Π1} : 2 \times 0,80 + 3 \times 2,20 = 8,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Π2} : 2 \times 0,90 + 3 \times 1,30 = 5,70 \text{ m}^2$$

$$\text{Π3} : 2 \times 1,00 + 3 \times 2,20 = 8,60 \text{ m}^2$$

$$\text{Π4} : 2 \times 0,65 + 3 \times 2,20 = 7,90 \text{ m}^2$$

$$\text{Π5} : 2 \times 0,90 + 3 \times 1,10 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Π6} : 2 \times 1,00 + 3 \times 2,20 = 8,60 \text{ m}^2$$

$$\text{Π7} : 2 \times 0,90 + 3 \times 1,10 = 5,10 \text{ m}^2$$

$$\text{Π8} : 2 \times 0,80 + 3 \times 2,20 = 8,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Π9} : 2 \times 1,30 + 3 \times 2,20 = 9,20 \text{ m}^2$$

$$\underline{\text{Ανατολική όψη} = 25,60 \text{ m}^2}$$

$$\text{Π1} : 2 \times 0,95 + 3 \times 1,30 = 5,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Π2} : 2 \times 0,90 + 3 \times 2,20 = 8,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Π3} : 2 \times 2,40 + 3 \times 2,20 = 11,40 \text{ m}^2$$

$$\text{Σύνολο} = 156,80 \text{ m}^2$$

$$\text{Πρότυπο 1} : Q_A = 3 \times 156,80 \times 0,9 \times 0,24 \times 16 \times 1 \times 1,163 = 1890,69$$

$$\text{Πρότυπο 2} : Q_A = 2 \times 156,80 \times 0,9 \times 0,24 \times 16 \times 1 \times 1,163 = 1260,46$$

#### Σύνολο θερμικών απωλειών $Q_t$ σε W

$$\begin{aligned} \text{Πρότυπο 1} : Q_t &= W_{\epsilon\xi} + W_{op} + W_{\delta} + W_{\alpha\nu} + Q_A = \\ &= 3295,98 + 2348,88 + 2216,93 + (1812,51 + 867,61) + 1890,69 \\ &= 12432,60 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Πρότυπο 2} : Q_t &= W_{\epsilon\xi} + W_{op} + W_{\delta} + W_{\alpha\nu} + Q_A = \\ &= 1090,30 + 786,46 + 479,74 + (1046,61 + 583,97) + 1260,46 \\ &= 5247,54 \end{aligned}$$

**Κόστος υλικών βελτίωσης από τη συνήθη κατασκευή  
στη βιοκλιματική κατασκευή**

Πίνακας 10

<b>Τιμές μονοτικών υλικών χωρίς Φ.Π.Α.</b>			
	<b>DOW</b>	υαλοβάμβακας	πολυστερίνη
πάχος μονοτικού υλικού	βάρος 32 + 35 kg/m <sup>3</sup>	βάρος 30 + 40 kg/m <sup>3</sup>	βάρος 20 + 28 kg/m <sup>3</sup>
3 cm	5 €/m <sup>2</sup>	2,2 €/m <sup>2</sup>	1,18 €/m <sup>2</sup>
4 cm	6,46 €/m <sup>2</sup>	2,93 €/m <sup>2</sup>	1,76 €/m <sup>2</sup>
5 cm	<b>7,63 €/m<sup>2</sup></b>	4,11 €/m <sup>2</sup>	2,64 €/m <sup>2</sup>
6 cm	<b>10 €/m<sup>2</sup></b>	4,7 €/m <sup>2</sup>	3,52 €/m <sup>2</sup>
8 cm	12,62 €/m <sup>2</sup>	6,46 €/m <sup>2</sup>	4,4 €/m <sup>2</sup>

Πίνακας 11

<b>Τιμές υαλοστασίων - υαλοπινάκων</b>	
Διπλό υαλοστάσιο με μεταλλικό ή πλαστικό πλαίσιο (ανηγμένη τιμή ανά m <sup>2</sup> )	264 €/m <sup>2</sup>
Διπλός υαλοπίνακας (χωρίς πλαίσιο)	<b>29 €/m<sup>2</sup></b>
Σύνηθες απλό ξύλινο υαλοστάσιο	<b>73 €/m<sup>2</sup></b>

**ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΙ ΤΟΙΧΟΙ**

DOW 6cm → 10 €

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό κόστος} &= \text{κόστος} \times \text{εμβαδό} \times \text{πληθωρισμό} = 10 \times 174,28 \times 1,04^4 = \\ &= \mathbf{2038,83 \text{ €}} \end{aligned}$$

**ΟΡΟΦΗ**

DOW 5cm → 7,63 €

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό κόστος} &= \text{κόστος} \times \text{εμβαδό} \times \text{πληθωρισμό} = 7,63 \times 109,23 \times 1,04^4 = \\ &= \mathbf{974,98 \text{ €}} \end{aligned}$$

**ΛΑΠΕΛΟ**

DOW 5cm → 7,63 €

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό κόστος} &= \text{κόστος} \times \text{εμβαδό} \times \text{πληθωρισμό} = 7,63 \times 109,23 \times 1,04^4 = \\ &= \mathbf{974,98 \text{ €}} \end{aligned}$$

**ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ**

**Παράθυρα & Εξωστόθυρες**

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό κόστος} &= \text{κόστος} \times \text{εμβαδό} \times \text{πληθωρισμό} = \\ &= (73 + 29/2) \times 21,66 \times 1,04^4 = \mathbf{2217,17 \text{ €}} \end{aligned}$$

κόστος διπλού υαλοπίνακα □

**Εξώθυρες Συμπαγείς**

Κόστος 117€

$$\begin{aligned} \text{Συνολικό κόστος} &= \text{κόστος} \times \text{εμβαδό} \times \text{πληθωρισμό} = \\ &= 117 \times 17,38 \times 1,04^4 = \mathbf{2378,86 \text{ €}} \end{aligned}$$

**Συνολικό κόστος μονοτικών και υαλοστασίων = 8584,82 €**

**Μέσοι συντελεστές θερμοπερατότητας κατοικίας για τις δύο κατασκευές και έλεγχος συμβατότητας προς τον Κ.Θ.Κ.**

$$F_{ολ} = 431,68$$

$$V_{ολ} = V_{ισ} + V_{πατ} = 305,84 + 67,86 = 373,70$$

$$\frac{F}{V} = \frac{431,68}{373,70} = 1,155$$

**ΜΕΓΙΣΤΟΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΟΣ ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΛΟΓΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΓΚΟ ΤΟΥ (F / V)**

Πίνακας 12

F / V (m <sup>-1</sup> )	V / F (m)	K <sub>m</sub> , max σε kcal/m <sup>2</sup> h °C			K <sub>m</sub> , max σε W/m <sup>2</sup> °C		
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ
<= 0,25	>= 4,0	1,393	1,083	0,851	1,620	1,260	0,990
0,3	3,333	1,29	1,003	0,788	1,500	1,167	0,917
0,4	2,500	1,161	0,903	0,709	1,350	1,050	0,825
0,5	2,000	1,083	0,843	0,662	1,250	0,980	0,770
0,6	1,667	1,032	0,802	0,63	1,200	0,933	0,733
0,7	1,429	0,995	0,774	0,608	1,157	0,900	0,707
0,8	<b>1,250</b>	0,967	0,752	0,591	<b>1,125</b>	0,875	0,688
0,9	1,111	0,946	0,736	0,578	1,100	0,856	0,672
>= 1,0	<=1,0	0,929	0,722	0,567	1,080	0,840	0,660

**Πρότυπο 1**

$$K_m = \frac{(K_{\tau} \cdot F_{\tau}) + (K_{\pi} \cdot F_{\pi}) + (\alpha \cdot K_o \cdot F_o) + (0,5 \cdot K_{\delta} \cdot F_{\delta}) + (K_{\theta} \cdot F_{\theta})}{F_{\tau} + F_{\pi} + F_o + F_{\delta}} = 1,653 > 1,125$$

**Πρότυπο 2**

$$K_m = \frac{(K_{\tau} \cdot F_{\tau}) + (K_{\pi} \cdot F_{\pi}) + (\alpha \cdot K_o \cdot F_o) + (0,5 \cdot K_{\delta} \cdot F_{\delta}) + (K_{\theta} \cdot F_{\theta})}{F_{\tau} + F_{\pi} + F_o + F_{\delta}} = 0,652 < 1,125$$

Μετά από αυτούς τους υπολογισμούς ο Πίνακας 13 συμπληρώνεται ως εξής:



## Τοίχος Trombe-Michel & Θερμοκήπιο

Αυτά τα βιοκλιματικά συστήματα τοποθετούνται στη ΝΑ ή ΝΔ πλευρά της κατοικίας και σχεδιάζονται ως εξής:

### ΤΟΙΧΟΣ TROMBE-MICHEL

Η τοποθέτηση του τοίχου γίνεται στη νότια πλευρά της κατοικίας, σε τοίχο που να έχει όσο το δυνατό λιγότερα ανοίγματα.

Ο τοίχος θα τοποθετηθεί καθ' όλο το ύψος ενώ ο χώρος που θερμαίνεται είναι ο ξενώνας και έχει εμβαδό:

$$E = 3,40\text{m} \times 4,35\text{m} = 14,79 \text{ m}^2$$
$$\text{επιφάνεια τοίχου} = 3,40 \text{ m} \times 2,80 \text{ m} = 9,52 \text{ m}^2$$

Ισχύει:  $0,25 \leq \text{επιφάνεια τοίχου} \leq 075$

Εμβαδόν δαπέδου θερμαινόμενου χώρου:

$0,25 \leq 9,52 \leq 075$  ο λόγος αυτός ισούται με 0.64 άρα ισχύει 14,79

Αποθηκευτική ικανότητα τοίχου:

Θερμοχωρητικότητα τούβλων:  $394\text{kcal/m} \text{ }^\circ\text{C}$

Για τοίχο 30cm  $\rightarrow 118 \text{ kcal/m} \text{ }^\circ\text{C}$

Διαστάσεις εξαρτημάτων:

πάχος τοίχου 30cm

(10 έως 45 cm συνήθως 30 cm)

διάκενο αέρα μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου: 7,5 cm

(5 έως 12 cm, συνήθως 7,5 cm)

το μέγεθος θερμοσιφωνικών ανοιγμάτων προκύπτει από τη σχέση:

$\text{επιφάνεια άνω και κάτω ανοιγμάτων} / \text{επιφάνεια τοίχου} = 0,02$

(0,01 – 0,02)

Η συνολική επιφάνεια των θερμοσιφωνικών είναι ίση με 0,19 cm

Τα ανοίγματα αυτά θα είναι  $40,047\text{m}^2$  το κάθε ένα

και οι διαστάσεις τους 0,1m x 0,47m

## ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

Η τοποθέτηση του θερμοκηπίου γίνεται στη νότια πλευρά της κατοικίας, σε τοίχο με υαλοστάσια.

μήκος = 4,5 m

πλάτος = 2 m

Άρα η επιφάνεια του δαπέδου του θερμοκηπίου θα είναι ίση με 9 m<sup>2</sup>

Θα πρέπει: γυάλινο περίβλημα = 0,1-0,5

Επιφάνεια δαπέδου που πρόκειται να θερμάνει

Για τιμή 0,3 → γυάλινο περίβλημα = 0,3 → γυάλινο περίβλημα = 0,3

$9 + (1,1 \cdot 1,8) + (1,2 \cdot 3,9) + (4,6 \cdot 2) + (4,6 \cdot 2) \cdot 1,5 = 38,81$

Άρα το γυάλινο περίβλημα θα είναι ίσο με 11,64 m<sup>2</sup>

Επιφάνεια Νότιου υαλοστασίου:

$0,6 \leq 9 \leq 1,6$  ο λόγος αυτός ισούται με 0,77 άρα ισχύει 11,64

Ποσότητα θερμοσυσσώρευσης ανά m<sup>2</sup> είναι ίση με 100 kcal/ °C

(75 έως 200 kcal/ °C, συνήθως 100 kcal/ °C)

Για τα 9 m<sup>2</sup> ισούται με 900 kcal/°C

Διαστάσεις εξαρτημάτων:

επιφάνεια εσωτερικών ανοιγμάτων της επιφάνειας

του δαπέδου του θερμοκηπίου:  $A \cdot B = 0,015 \cdot 9 = 0,135 \text{ m}^2$

(κατά προσέγγιση 0,01 – 0,02, χρησιμοποιούμε 0,015)

το κάθε εσωτερικό άνοιγμα θα έχει εμβαδόν:  $0,135/4 = 0,034 \text{ m}^2$

και διαστάσεις 0,1m x 0,34m

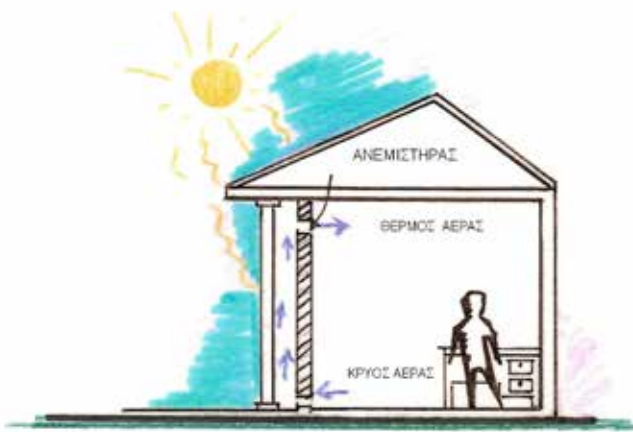
η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των ανοιγμάτων είναι 2,3m > 2,0m

επιφάνεια εξωτερικού ανοίγματος είναι ίση με:

$1/20$  της επιφάνειας του δαπέδου, δηλαδή

$1/20 \cdot 9 = 0,45 \text{ m}^2$  και έχει διαστάσεις 1,5m x 0,3m

## ΤΟΙΧΟΣ ΤΡΟΜΒΕ-MICHEL



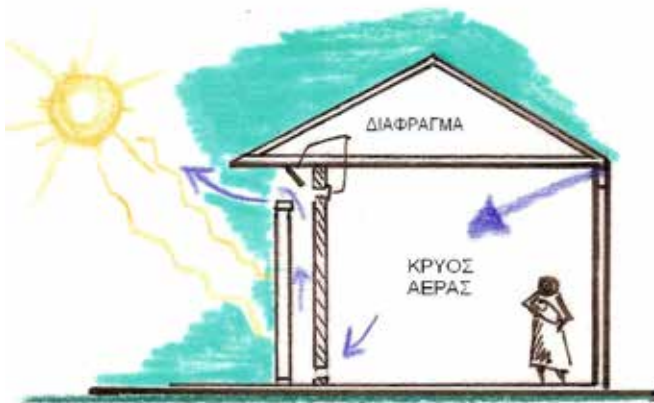
ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΗΜΕΡΑ

Ο ανεμιστήρας ενισχύει τη μεταφορά της θερμότητας



ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΝΥΧΤΑ

Ένα διάφραγμα εμποδίζει την αντίστροφη κίνηση του αέρα



ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ – ΗΜΕΡΑ

Το φαινόμενο της καπνοδόχου αυξάνει το φυσικό αερισμό



ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ – ΝΥΧΤΑ

Η αντίστροφη ροή του αέρα τη νύχτα κρύνει το χώρο



## ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ



ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΗΜΕΡΑ



ΧΕΙΜΩΝΑΣ – ΝΥΧΤΑ

Θερμοκήπιο προσαρτημένο στο σπίτι μεγιστοποιεί τη θερμική λειτουργία συλλογής, αποθήκευσης και μεταφοράς



ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ – ΗΜΕΡΑ



ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ – ΝΥΧΤΑ

Πρέπει να δοθεί φροντίδα ώστε να αποτραπεί η υπερθέρμανση του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Αυτό γίνεται συνήθως με σκιασμό της γυάλινης επιφάνειας ή με κατάλληλα πτερύγια.  
Μερικός δροσισμός μπορεί να επιτευχθεί εξαερίζοντας τη θερμική μάζα του τοίχου κατά τη νύχτα

## Φωτοβολταϊκά στοιχεία & Ηλιακοί συλλέκτες

Τοποθετούνται στη στέγη της κατοικίας και προορίζονται για τη θέρμανση της κατοικίας ή την κάλυψη των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια.

Τα απαιτούμενα στοιχεία για τον υπολογισμό ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι:  
α) οι τιμές ηλιοφάνειας της συγκεκριμένης θέσης β) οι απαιτήσεις του φορτίου που θέλουμε να εξυπηρετήσει. Γι αυτά θα μας βοηθήσουν οι παρακάτω πίνακες.

### § Μέγεθος μπαταριών

Μια προσεγγιστική εκτίμηση του μεγέθους των μπαταριών μπορεί να επιτευχθεί πολλαπλασιάζοντας το ημερήσιο φορτίο με ένα σταθερό αριθμό ημερών αποθήκευσης. Ο επόμενος πίνακας δίνει κατά προσέγγιση τον αριθμό των ημερών αποθήκευσης.

Πίνακας 20

Γεωγραφικό πλάτος	Ημέρες αποθήκευσης	Μέγεθος μπαταριών ΑΗ		
0 <sup>0</sup> -30 <sup>0</sup>	15	15	X	Ημερήσιο φορτίο σε ΑΗ/day
30 <sup>0</sup> -40 <sup>0</sup>	20	20		
40 <sup>0</sup> -50 <sup>0</sup>	25	25		
50 <sup>0</sup> και άνω	30	30		

### § Υπολογισμός των "ωρών αιχμής" της ηλιοφάνειας

Οι τιμές ηλιοφάνειας σε Langleys, προς απλοποίηση των υπολογισμών, μετατρέπονται σε "ώρες αιχμής". Αυτές είναι ο ισοδύναμος μέσος αριθμός ωρών ηλιοφάνειας την ημέρα σε σταθερές συνθήκες. Η μετατροπή γίνεται πολλαπλασιάζοντας τον αριθμό των Langleys/day με ένα συντελεστή 0,0116 (1/87).

Μέσες ακτινοβολίες σε Langleys/day  
(1 Langley = 1 cal/cm<sup>2</sup> = 10 kcal/m<sup>2</sup>)

Πίνακας 21

	I	Φ	M	A	M	I	I	A	Σ	O	N	Δ	Μ.Ο. έτους
<u>Αθήνα</u>	161	227	305	421	527	585	608	560	427	288	200	150	371
<u>Θεσσαλονίκη</u>	136	177	266	387	423	533	569	494	375	241	158	122	323
<b>Ηράκλειο</b>	164	230	305	433	544	613	627	569	450	291	215	161	<b>383</b>

## ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

α) Το ημερήσιο φορτίο της κατοικίας είναι:

$$\begin{aligned} \text{ψυγείο} & : \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V}} \cdot 24 \text{ h} = 0,90 \text{ A} \cdot 24 \text{ h} = 21,6 \text{ A}\cdot\text{h} \\ \text{Φωτισμός} & : \frac{420 \text{ W}}{220 \text{ V}} \cdot 10 \text{ h} = 1,90 \text{ A} \cdot 10 \text{ h} = 19,0 \text{ A}\cdot\text{h} \\ \text{Τηλεόραση} & : \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V}} \cdot 24 \text{ h} = 0,90 \text{ A} \cdot 24 \text{ h} = 21,6 \text{ A}\cdot\text{h} \\ \text{Μικροσυσκευές} & : \frac{200 \text{ W}}{220 \text{ V}} \cdot 3 \text{ h} = 0,90 \text{ A} \cdot 3 \text{ h} = 2,7 \text{ A}\cdot\text{h} \end{aligned}$$

**Σύνολο 64,9 A·h/day**

β) Μέση ηλιοφάνεια στο Ηράκλειο (πλησιέστερη πόλη της Ιεράπετρας)  
είναι ίση με 383 langleys/day και οι ώρες αιχμής είναι  $383/87 = 4,40 \text{ h}$

γ) Χρησιμοποιούμε στοιχεία με ονομαστική τάση 16V και ρεύμα 2A

δ) Αριθμός στοιχείων σε σειρά:  $\frac{220\text{V}}{16 \text{ V}} = 13,75 \rightarrow 14$  στοιχεία

ε) Το παραγόμενο φορτίο από κάθε στοιχείο:  
ώρες αιχμής · ρεύμα =  $4,40 \cdot 2 = 8,80 \text{ A}\cdot\text{h/day}$

στ) Αριθμός στοιχείων εν παραλλήλω:  $\frac{64,9}{8,80} = 7,38 \approx 7$  στοιχεία

ζ) Συνολικός αριθμός στοιχείων:  $14(\text{σε σειρά}) \cdot 7(\text{εν παραλλήλω}) = 98$  στοιχεία

η) Μέγεθος μπαταριών :  $20 \cdot 64,9 = 1298 \text{ A}$

θ) Συνολική επιφάνεια που καταλαμβάνουν τα φωτοβολταϊκά στοιχεία:  
 $0,44 \text{ m}^2 \cdot 98 = 43,2 \text{ m}^2$

Θα τοποθετηθούν στο δώμα της κατοικίας και θα έχουν **κλίση 35°** όσες και το **γεωγραφικό πλάτος της Ιεράπετρας**.

## ΗΛΙΑΚΟΙ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

Θέση : Ιεράπετρα, γεωγραφικό πλάτος 35°

Μήνας : Φεβρουάριος

Ολική ημερήσια ακτινοβολία στο συλλέκτη : παίρνουμε τα αποτελέσματα της Ιεράπετρας ως πλησιέστερη πόλη του Αγίου Νικολάου

Πίνακας 22

<b>Ιεράπετρα</b>			
<b>Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης</b>			
<b>Μήνες</b>	<b>30 °</b>	<b>45 °</b>	<b>60 °</b>
Ιανουάριος	88	93	93
Φεβρουάριος	96	98	96
Μάρτιος	145	144	136
Απρίλιος	162	154	138
Μάιος	194	176	149
Ιούνιος	199	175	142
Ιούλιος	213	188	154
Αύγουστος	213	195	168
Σεπτέμβριος	184	178	162
Οκτώβριος	148	149	143
Νοέμβριος	112	118	117
Δεκέμβριος	86	92	92

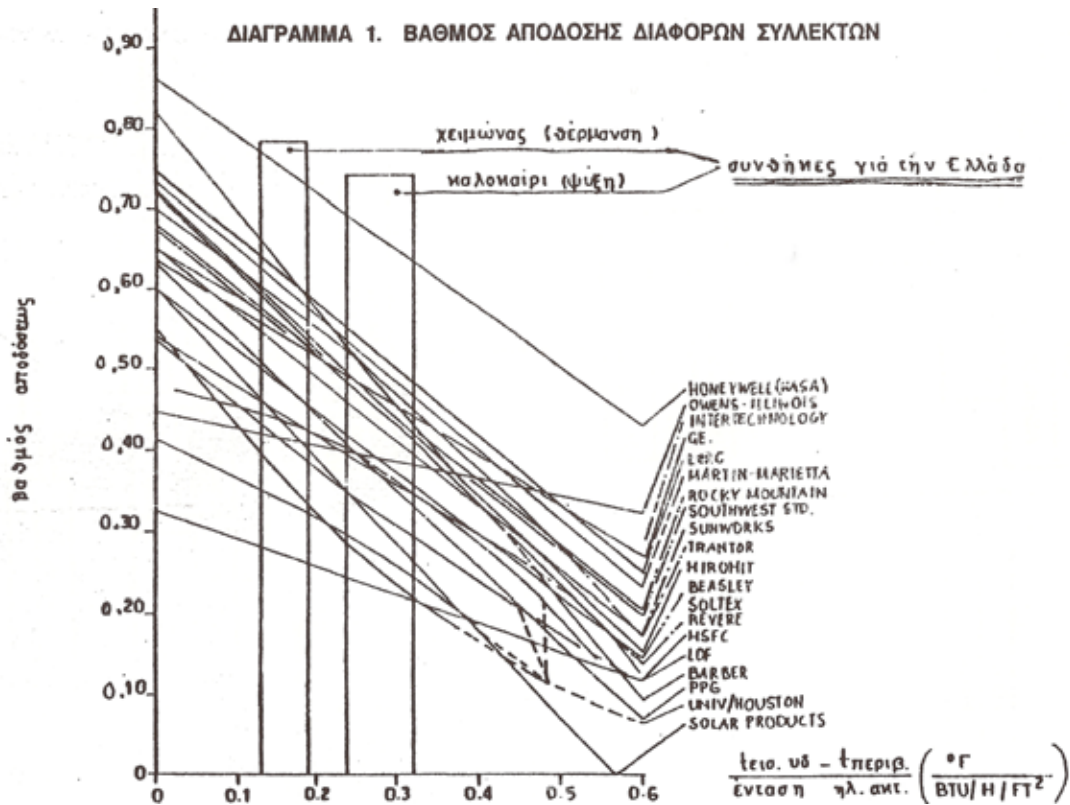
$J_T = 96 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{mo}$  για 30°

$J_T = 98 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{mo}$  για 45°

Από παρεμβολή  $97 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{mo}$  για 35°

Και ημερησίως  $97 / 28 = 3,46 \text{ kW} \cdot \text{h} / \text{m}^2 \cdot \text{mo}$

Διάγραμμα 23



κάλυψη από  
ηλιακή  
ενέργεια:  
 $\sigma = 0,5$

συντελεστής  
απωλειών:  
 $nL = 0,1$

ο ημερήσιος  
βαθμός  
απόδοσης από  
το διάγραμμα  
ισούται με:  
 $n_{cd} = 0,6$

$$Ac = \frac{s' Q1}{J_T' n_{cd}' (1 - n_L)}$$

$$Q1 = \frac{SQ_{T2} - Sq_{wf2}}{28h\text{m}^2\text{eV}} \text{ για το Φεβρουάριο} = 85,97$$

$$\text{Όμως, } Ac = \frac{0,5' 85,97}{3,46' 0,6' (1 - 0,1)} = 26,5 \text{ επιλέγουμε συλλέκτη } 1\text{m} \cdot 2\text{m} = 2\text{ m}^2$$

$$\text{Και έτσι } \frac{26,5}{2} = 13,25 \text{ άρα } 14 \text{ συλλέκτες}$$

## **Γ' ΜΕΡΟΣ**

### **ΣΧΕΔΙΑ**