

**Πτυχιακή εργασία**

**ΤΕΙ Πάτρας**

**τμήμα ανακαίνισης και αποκατάστασης κτιρίων**

**Θέμα: παθητικά ηλιακά συστήματα  
\_από τη παραδοσιακή στη σύγχρονη αρχιτεκτονική**

Έρευνα - επιμέλεια: Στεφανίδης Αλέξανδρος

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Γεωργιάδη Αναστασία

Εξέταση κειμένων : Γεωργιάδου Έλλη

Μάιος 2007

Στην αρχιτέκτονα Έλλη  
Γεωργιάδου, που με στήριξε σε  
αυτή τη προσπάθεια και γιατί  
μου μετέδωσε την αγάπη της  
για το βιοκλιματικό σχεδιασμό  
και τις καθαρές τεχνολογίες  
δόμησης.



## Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

### 1Κεφάλαιο Κλιματική μεταβολή

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

### 2Κεφάλαιο Εισαγωγή στο βιοκλιματικό σχεδιασμό

1 2 3 4 5 6 7 8 9

### 3Κεφάλαιο Ήλιος – Άνεμος και κτίριο

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

### 4Κεφάλαιο Παθητικά ηλιακά συστήματα \_από την παραδοσιακή στη σύγχρονη αρχιτεκτονική

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25

### 5Κεφάλαιο Παραδείγματα

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

## Εισαγωγή

Όταν ένας μηχανικός σχεδιάζει μια μηχανή, μια γέφυρα, ή έναν ρυθμιστή, κάθε γραμμή στα σχέδιά του είναι το αποτέλεσμα μιας μεγάλης συσσώρευσης των νόμων και των αρχών από δωδεκάδες διαφορετικές μηχανικές επιστήμες. Ομοίως, όταν ένας αρχιτέκτονας σχεδιάζει μια πόλη ή ένα κτίριο, κάθε γραμμή καθορίζεται από την εφαρμογή του ίδιου σύνθετου συνόλου μηχανικών νόμων, με την προσθήκη ολόκληρης συλλογής άλλων επιστημονικών περιοχών λιγότερο καλά καθορισμένων από τις επιστήμες που αφορούν το άτομο στο περιβάλλον του και την κοινωνία.

Είναι μάλλον όπως τον πιανίστα που μπορεί να αρχίσει να ερμηνεύει τη μουσική που παίζει μόνο αφού έχει κατακτήσει την τεχνική να παίζει πιάνο.

Μια μηχανή είναι ανεξάρτητη από το περιβάλλον της. Επηρεάζεται ελάχιστα από το κλίμα και καθόλου από την κοινωνία. Ένα πρόσωπο, εντούτοις, είναι μέλος ενός ζωντανού οργανισμού που αντιδρά συνεχώς στο περιβάλλον του, μεταβάλλοντας το και μεταβαλλόμενος από αυτό.

Ένα φυτό παρέχει ένα καλό παράδειγμα της αμοιβαίας αλληλεπίδρασης μεταξύ ενός ζωντανού οργανισμού και του περιβάλλοντός του. Κατέχει τη δική του ποσότητα σε θερμοκρασία και νερό. Συνεπώς, τα φυτά ασκούν μια αντίδραση στο μικροκλίμα του περιβάλλοντός τους και ρυθμίζουν ως ένα ορισμένο βαθμό τη θερμοκρασία τους στις ιδιαίτερες ανάγκες τους.

Με τον ίδιο τρόπο, ένα κτήριο επηρεάζεται από το περιβάλλον του. Το κλίμα του τόπου σε συνδυασμό με τα κτίρια γύρω του, διαμορφώνουν το κτήριο, έτσι ώστε, ακόμα κι αν οι κοινωνικές, πολιτιστικές, και οικονομικές πτυχές είναι σημαντικές, οφείλει ένα μεγάλο μέρος της μορφής του σε αυτούς τους παράγοντες.

Hassan Fathy

## Κλιματική μεταβολή

### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

#### 1\_1 Εισαγωγή

#### 1\_2 Κλίμα

- Η κλιματική μεταβολή
  1. φυσική κλιματική μεταβολή
  2. ανθρωπογενής κλιματική μεταβολή

#### 1\_3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

- Παγετώνες
- Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

#### 1\_4 Η τρύπα του όζοντος

#### 1\_5 Η όξινη βροχή

#### 1\_6 Φαινόμενο θερμικής νήσου

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα, που γνώρισε ο αιώνας μας, μας έκαναν να συνειδητοποιήσουμε τους κινδύνους που απειλούν το κλίμα του πλανήτη και οδήγησαν την παγκόσμια κοινότητα στο να αναλάβει δράσεις για τη σωτηρία του πλανήτη, υιοθετώντας άμεσες και αποτελεσματικές λύσεις στα ζητήματα της ανάπτυξης, που να εγγυώνται οικονομική βιωσιμότητα, κοινωνική συνοχή, ευημερία, ποιότητα ζωής, ασφάλεια και κυρίως υψηλή προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας.

Οι σύγχρονες κοινωνίες είναι άρρωστες. Μαζί και οι πόλεις, που υφίστανται τις συνέπειες μιας γενικευμένης περιβαλλοντικής κρίσης, αποτέλεσμα των κυρίαρχων αναπτυξιακών λογικών για οικονομική μεγέθυνση, χωρίς όρια, περιορισμούς και κανόνες, που βασίστηκε στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και επέφερε πλήρη διαταραχή στην ισορροπία των φυσικών οικοσυστημάτων και στη λειτουργία των πόλεων.

Η εποχή μας επιβάλλει, με επιτακτικό τρόπο, μια συνολική αναβάθμιση του κτισμένου περιβάλλοντος και εν γένει, των οικισμών μας και πρέπει να δούμε τις πόλεις και τα κτίρια μας διαφορετικά, ώστε με μεράκι, φροντίδα και ενδιαφέρον να σχεδιάσουμε με 'ορθό', άρα και λογικό' τρόπο τα σύγχρονα κτίρια. Τα κτίρια του αύριο θα είναι υγιή κτίρια, ενεργειακά και περιβαλλοντικά αποδοτικά. Θα προσφέρουν υψηλή ποιότητα, θαλπωρή και άνετες συνθήκες διαβίωσης. Θα είναι όχι μόνο πιο ελκυστικά, αλλά και πιο αποδοτικά, συμβάλλοντας στον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου – κυρίως  $CO_2$  – άρα και στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής. Αρκεί να λάβουμε σοβαρά υπόψη ότι ο σχεδιασμός των πόλεων και των κτιρίων μας θα πρέπει να υπακούει στους φυσικούς νόμους και στην 'οικονομία της φύσης'.

Στη βάση αυτή η περιβαλλοντική κρίση φωτίζεται όλο και περισσότερο από βαθύτερες έννοιες, στις οποίες μας παραπέμπει η οικολογία. Το επίθετο ορθός ή ορθολογικός ερμηνεύεται ως φυσικός ή λογικός και μπορεί να αντικατασταθεί με τον όρο οικολογικός. Έτσι οι σύγχρονοι όροι οικολογικός σχεδιασμός, οικολογική δόμηση, οικολογικό κτίριο ή οικολογική πόλη, που επαναλαμβάνονται όλο και πιο συχνά παραπέμπουν σε συνειδητές επιλογές και πράξεις που είναι αποτέλεσμα ορθής – λογικής σκέψης και που βασίζονται στην αλληλεξάρτηση και αλληλεπίδραση του έργου με τον περιβάλλοντα και τον ευρύτερο χώρο.

Εξαιτίας του σφαιρικού σχήματος η γη θερμαίνεται περισσότερο στον ισημερινό, παρά στους πόλους. Στον ισημερινό οι υδάτινες μάζες εξατμίζονται και ο αέρας θερμαίνεται. Ο θερμός υγρός αέρας κινείται προς τα πάνω, ψύχεται και ξηραίνεται. Στα αέρια αυτά ρεύματα, γνωστά ως 'hardley cells' οφείλεται η δημιουργία ζωνών ερήμου και ξηρής γης στις περιοχές των τροπικών καρκίνου και του αιγόκερου, καθώς και οι καταρρακτώδεις τροπικές βροχοπτώσεις. Ο ψυχρός πολικός αέρας αντίθετα κινείται στην κατεύθυνση του ισημερινού, πάλι προς τις περιοχές χαμηλότερων πιέσεων, όπου θερμότερες αέριες μάζες εκτοπίζονται, ακολουθώντας ανοδική πορεία.

Στο παρελθόν ήταν αποκλειστικά το αποτέλεσμα φυσικών αιτιών. Οι αλλαγές του κλίματος που βλέπουμε τα τελευταία χρόνια και που θα δούμε τα επόμενα 80 χρόνια, είναι κυρίως αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης. Οι παράγοντες που οδηγούν στην αλλαγή του κλίματος είναι πολλοί και γνωστοί, σύμφωνα με τον καθηγητή κλιματολογίας του πανεπιστημίου Αθηνών Χρήστο Ζερεφό.

### 1\_2\_1\_1 Φυσική κλιματική μεταβολή

{αλλαγές που γίνονται στο σύστημα ατμόσφαιρα – υδρόσφαιρα – γεώσφαιρα – βιόσφαιρα ή αλλαγές που γίνονται σε πλανητικά δεδομένα (π.χ. αλλαγή στη μέση απόσταση ηλίου – γης και αλλαγές στη τροχιά της γης)}

Η κλιματική μεταβολή στην πορεία της ιστορίας του πλανήτη είναι ένα δεδομένο γεγονός. Το κλίμα μεταβάλλεται μέσα σε εκτεταμένες ιστορικές περιόδους. Οι μεταβολές αυτές έχουν φυσιολογικά τόσο αργό ρυθμό ώστε δεν γίνονται εύκολα αντιληπτές στη διάρκεια της ζωής των έμβιων οργανισμών. Για παράδειγμα, η άνοδος της θερμοκρασίας κατά ένα μόνο βαθμό Κελσίου είναι αρκετή για να επιφέρει βαθύτερες μεταβολές, όπως έδειξε το φαινόμενο της 'μικρής εποχής των παγετώνων', που εμφανίστηκε στη δυτική Ευρώπη στο τέλος του 17<sup>ου</sup> αιώνα. Πτώση της τάξης των 4<sup>ων</sup> βαθμών κελσίου είναι ικανή να προκαλέσει μια κανονική εποχή παγετώνων και στη συνέχεια βαθύτερες αλλαγές στο πλανητικό φυσικό περιβάλλον: κατά την εισβολή της τελευταίας εποχής παγετώνων, περίπου 11.000 χρόνια πριν, προέλασαν εκτεταμένα στρώματα πάγου, εξαφανίζοντας τεράστια δάση στο βόρειο ημισφαίριο, μέσα σε ένα μόνο αιώνα.

Είναι βέβαιο ότι και στο μέλλον θα δημιουργηθούν σοβαρότατες φυσικές κλιματικές αλλαγές. Μπορούμε όμως να ελπίζουμε στη δυνατότητα αντιμετώπισης τους, με την προϋπόθεση ότι έχουμε τον χρόνο να προσαρμοστούμε σ' αυτές, εφόσον συντελούνται με ομαλούς ρυθμούς και διακυμάνσεις.

## 1\_2\_1\_2 Ανθρωπογενής κλιματική μεταβολή (αλλαγές που γίνονται από τον άνθρωπο)

Η πρόσφατη κλιματική μεταβολή είναι η πιο θερμή φάση στο πιο συμπυκνωμένο χρονικό διάστημα, μέσα στους τελευταίους αιώνες.

Ήταν το 1898, όταν ο Σουηδός επιστήμονας Svante Arrhenius προειδοποίησε ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα θα μπορούσαν να οδηγήσουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Πολύ αργότερα, στη δεκαετία του '70, που οι επιστήμονες είχαν πλήρως κατανοήσει το σύστημα γη – ατμόσφαιρα, ήρθε στην επιφάνεια το, ως τότε σκοτεινό, επιστημονικό αυτό πεδίο. Παρ' όλ' αυτά ακόμη αργότερα, το 1990, δόθηκε στη δημοσιότητα μια πρώτη έκθεση εκτίμησης, που συνέταξε το διακυβερνητικό πάνελ για την κλιματική μεταβολή (ipcc) όπου τεκμηριώθηκε πλήρως η επίπτωση της αλόγιστης ανθρώπινης παρέμβασης πάνω στη φύση στην μεταβολή του κλίματος, που εκδηλώνεται με όλο και πιο σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα, όπως το φαινόμενο του θερμοκηπίου και η μείωση της στιβάδας του όζοντος. Η επιδείνωση των φαινομένων προκαλούν πλέον αυξανόμενη ανησυχία και δημιουργούν τεράστια ανασφάλεια για το μέλλον του πλανήτη. Είναι γεγονός οι μεγάλης κλίμακας αστικές συγκεντρώσεις, οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας, η χρήση και διαχείριση της ενέργειας, του νερού και άλλων φυσικών πόρων είχαν, μεταξύ άλλων, σαν αποτέλεσμα τη συρρίκνωση της χλωρίδας, την μεταβολή της σύστασης των εδαφών, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας.

Οι αστικές περιοχές συγκεντρώνουν στο τέλος του αιώνα το 50% του ανθρώπινου πληθυσμού. Τα 2/3 αυτού ζει σε πόλεις άνω των 100.000 κατοίκων και πάνω από το 20% των πόλεων συγκεντρώνουν πάνω από 1.000.000 κατοίκους η κάθε μία. Οι τεράστιες συγκεντρώσεις πληθυσμών σε αστικά κέντρα υψηλών πυκνοτήτων, αποτέλεσμα του μοντέλου ανάπτυξης, έχουν σαν συνέπεια την εντατική απορρόφηση φυσικών πόρων, τη βίαιη παρέμβαση στα οικοσυστήματα και τη δημιουργία μη προβλέψιμων τοπικών φαινομένων με επίπτωση στο παγκόσμιο κλίμα.

Οι συγκεντρώσεις και οι πυκνές μάζες διοξειδίου του άνθρακα, που παράγεται από την καύση φυσικών υλών και τα φωτοξείδια, που περιέχονται στα καυσαέρια, δημιουργούν ένα αδιαπέραστο, από τις θερμικές εκπομπές της γης και των κτιριακών όγκων, στρώμα. Ένα μέρος των εκπομπών εγκλωβίζεται στο περίβλημα της πόλης, κάτω από το νέφος, όπου οι αέριες μάζες αποκτούν πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες από αυτές των αερίων μαζών που βρίσκονται πάνω από το νέφος (ανάστροφη θερμοκρασίας).

Στα τέλη της δεκαετίας του 1960, η ανομβρία στο Sahel επέφερε καταστροφές σε ολόκληρα έθνη. Το 1972, άλλη μία περίοδος ξηρασίας, επέφερε παρόμοια καταστροφή στις σοβιετικές καλλιέργειες σιταρισμού και συνέβαλε στον τετραπλασιασμό των παγκόσμιων τιμών μέσα σε δύο χρόνια. Στην Ινδία, το 1974, ένας αργοπορημένος μουσώνας έπληξε πληθυσμούς εκατομμυρίων ανθρώπων. Το 1975, ρεύματα ψυχρού αέρα κατέστρεψαν τις βραζιλιάνικες σοδειές καφέ, προκαλώντας πληθωριστικές αναστατώσεις στις τιμές του σε ολόκληρο τον κόσμο.





Εικόνα 1  
Ξηρασία

Το κλίμα είναι μια εύθραυστη ισορροπία, ευαίσθητη σε όλες τις μορφές της ανθρώπινης παρέμβασης. Οι σοβαρότερες από αυτές, όπως η μεγάλη αστική συγκέντρωση, οι σύγχρονες μέθοδοι καλλιέργειας, η διαχείριση της ενέργειας των φυσικών πόρων και του νερού, συρρικνώνουν τη χλωρίδα και μεταβάλλουν τη σύσταση των εδαφών, των ωκεανών και της ατμόσφαιρας.

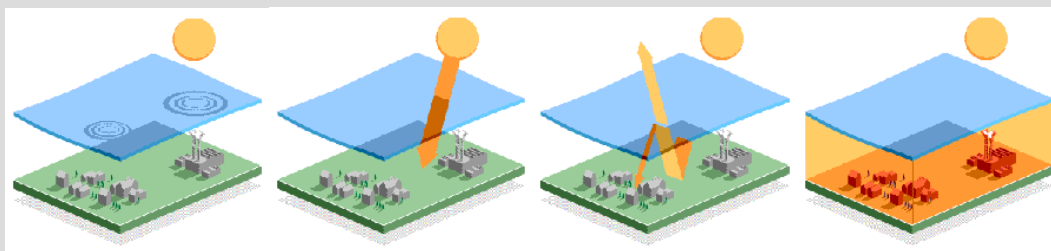
Είναι γεγονός ότι ορισμένοι φυσικοί μηχανισμοί λειτουργούν για τον πλανήτη ως μηχανισμοί αυτοπροστασίας. Για παράδειγμα. Τα αυξημένα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών, επειδή διευκολύνουν τη φωτοσύνθεση, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση της χλωρίδας. Όμως γενικά η αντισταθμιστική ικανότητα της γης είναι ανεπαρκής, όταν οι παραβιάσεις των ισορροπιών συμβαίνουν σε κρίσιμους τομείς, με ραγδαίους ρυθμούς και έχουν εκτεταμένες διαστάσεις.

Η διαφορά των αλλαγών που γίνονται από τον άνθρωπο από τις αλλαγές της φύσης είναι ότι η ανθρώπινη παρέμβαση οδηγεί σε μονότονη αλλά και ραγδαία αποσταθεροποίηση. Αντίθετα, οι φυσικές κλιματικές αλλαγές, παρουσιάζουν γενικά μακροχρόνιες διακυμάνσεις. Η ανθρώπινη παρέμβαση στη σύσταση της ατμόσφαιρας είναι θεαματική. Μέσα σε 30 χρόνια ο άνθρωπος κατάστρεψε τόσο όζον όσο έκανε η φύση να παραγάγει σε 2 δισεκατομμύρια χρόνια.

Μέσα στα ίδια 30 χρόνια ο άνθρωπος αύξησε περίπου κατά 30% τα αέρια του θερμοκηπίου δημιουργώντας σωρεία προβλημάτων, όπως η όξινη βροχή, τοπικές αλλαγές στις μεγαλουπόλεις, προβλήματα τα οποία η φύση δεν δημιουργεί.

Οι σοβαρότεροι παράγοντες που αποσταθεροποιούν την ομαλή πορεία της εξέλιξης των φυσικών κλιματικών μεταβολών και την οδηγούν βίαια σε μη προβλέψιμα αποτελέσματα (ακραία καιρικά φαινόμενα, καύσωνες, ξηρασία, λιγότερες αλλά έντονες βροχοπτώσεις, πλημμυρικά φαινόμενα, σπάνιοι άνεμοι) δεν δικαιολογούν κανενός είδους εφησυχασμό.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι κατ' αρχήν ένα φυσικό φαινόμενο. Οφείλεται στην ύπαρξη διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Το  $\text{CO}_2$  είναι από τα σημαντικότερα αέρια του ατμοσφαιρικού μίγματος. Παρ' όλο που αποτελεί μόνο το 0,003% του συνόλου του, παίζει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό του γήινου κλίματος, διότι, ενώ το στρώμα του είναι διαπερατό από την ηλιακή ακτινοβολία, έχει ταυτόχρονα την ιδιότητα να παγιδεύει μέρος της θερμικής εκπομπής της γης. Έτσι η θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος και της επιφάνειας του πλανήτη διατηρείται σε επίπεδα ανώτερα από αυτά που θα εμφανίζονταν χωρίς την παρουσία του  $\text{CO}_2$  και οι θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ ημέρας και νύχτας αμβλύνονται σημαντικά. Διατηρείται λοιπόν στην επιφάνεια της γης μία θερμική συνθήκη αναγκαία και πρόσφορη για την ανάπτυξη της ζωής. Το διοξείδιο του άνθρακα και το μεθάνιο διατηρούν τη μέση θερμοκρασία του πλανήτη μας στους περίπου 15 βαθμούς Κελσίου πάνω από το μηδέν, ενώ χωρίς αυτά η μέση θερμοκρασία της γης θα ήταν -18 βαθμοί Κελσίου! 'Χωρίς αυτά η γη θα ήταν παγωμένη παντού και ακατοίκητη. Επικράτησε να λέγεται φαινόμενο του θερμοκηπίου, γιατί, όπως στο θερμοκήπιο τα τζάμια, έτσι και τα αέρια εμποδίζουν τη γη να ψυχθεί, ακτινοβολώντας προς το διάστημα'.



Εικόνα 2 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η αύξηση της πυκνότητας του  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα παγιδεύει μεγαλύτερες ποσότητες θερμότητας στον αέρα και ανεβάζει απότομα τις θερμοκρασίες, με συνέπεια την σοβαρή αναστάτωση των βιώσιμων κλιματικών ισορροπιών, δηλαδή **το επιταχυνόμενο φαινόμενο του θερμοκηπίου**.

Η συγκέντρωση του  $\text{CO}_2$  στην ατμόσφαιρα αυξήθηκε κατά 30% από το 1950 έως το 1980. αναμένεται ότι θα αυξηθεί ακόμα κατά 75% ως το 2060.

Το διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχει στο συνολικό φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά περίπου 60% και το μεθάνιο κατά 20%. Το πρώτο ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα από τις πάσης φύσεως χρήσεις των ορυκτών καυσίμων, κυρίως στις μεταφορές και τη βιομηχανία, ενώ το μεθάνιο προέρχεται από την κτηνοτροφία και άλλες, βιολογικές και μη, διαδικασίες.

Στη διάρκεια του 20<sup>ου</sup> αιώνα, η μέση θερμοκρασία αυξήθηκε περίπου κατά 0,6 βαθμούς Κελσίου παγκοσμίως και σχεδόν κατά 1 βαθμό Κελσίου στην Ευρώπη. Η μέση θερμοκρασία του πλανήτη αυξάνεται πλέον κατά 0,2 βαθμούς Κελσίου. Κάνοντας μια ιστορική αναδρομή σε ότι αφορά το κλίμα, διαπιστώνουμε ότι πρόκειται για ένα απίστευτα ταχύ ρυθμό αλλαγής. Το 2005 ήταν το θερμότερο έτος στο βόρειο ημισφαίριο, ενώ τα 7 θερμότερα έτη που έχουν καταγραφεί, είναι όλα μετά το 1997.

Οι συνέπειες των κλιματικών αλλαγών, που λαμβάνουν ήδη χώρα, είναι πολύ σοβαρές και ορατές. Η Αυστραλία και η νότια Κίνα πλήττονται από έντονη ξηρασία. Οι πάγοι της αρκτικής λιώνουν και οι παγετώνες σε όλο τον κόσμο συρρικνώνονται. Σήμερα οι πολιτικές αρκούδες περπατούν κυριολεκτικά πάνω

σε ένα πολύ λεπτό στρώμα πάγου και απειλούνται με εξαφάνιση. Κατά τη διάρκεια του καύσωνα του περασμένου Ιουλίου στην Ευρώπη, οι εγκαταστάσεις παραγωγής ενέργειας υποχρεώθηκαν να μειώσουν ή ακόμη και να σταματήσουν εντελώς την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, επειδή ήταν πολύ ζεστό το νερό των ποταμών που χρησιμοποιείται για ψύξη. Το 2005, που είναι το θερμότερο έτος που έχει καταγραφεί ως σήμερα ήταν και η χρονιά με τους πιο καταστροφικούς τυφώνες όπως ο Katrina, ο οποίος προκάλεσε ζημιές ύψους πλέον των 125 δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Η γη δέχεται συνολικά ηλιακή ακτινοβολία, που αντιστοιχεί σε ροή περίπου 1366 βατ ανά τετραγωνικό μέτρο, στο όριο της ατμόσφαιρας. Ένα μέρος αυτής απορροφάται από το σύστημα γης- ατμόσφαιρας, ενώ το υπόλοιπο διαφεύγει στο διάστημα.

Περίπου το 30% της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται, σε ποσοστό 6% από την ατμόσφαιρα, 3% από τα νέφη και 4% από την επιφάνεια της γης

Το 70% της ηλιακής ακτινοβολίας απορροφάται, κατά 16% από την ατμόσφαιρα (συμπεριλαμβανομένου και του στρατοσφαιρικού στρώματος του όζοντος), κατά 3% από τα νέφη και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (51%) από την επιφάνεια και τους ωκεανούς.

Ένα μέρος λοιπόν της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την είσοδο της, περνά αναλλοίωτη στην ατμόσφαιρα, φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους και ακτινοβολείται προς τα πάνω με μεγαλύτερο μήκος κύματος.

Ένα μέρος αυτής απορροφάται από την ατμόσφαιρα, τη θερμαίνει και επανεκπέμπεται στην επιφάνεια του εδάφους. Το στρώμα των αερίων λοιπόν, επιτρέπει τη διέλευση της ακτινοβολίας αλλά ταυτόχρονα την εγκλωβίζει, μοιάζει με τη λειτουργία ενός θερμοκηπίου και ο Γάλλος μαθηματικός Fourier το ονόμασε το 1822 φαινόμενο του θερμοκηπίου.

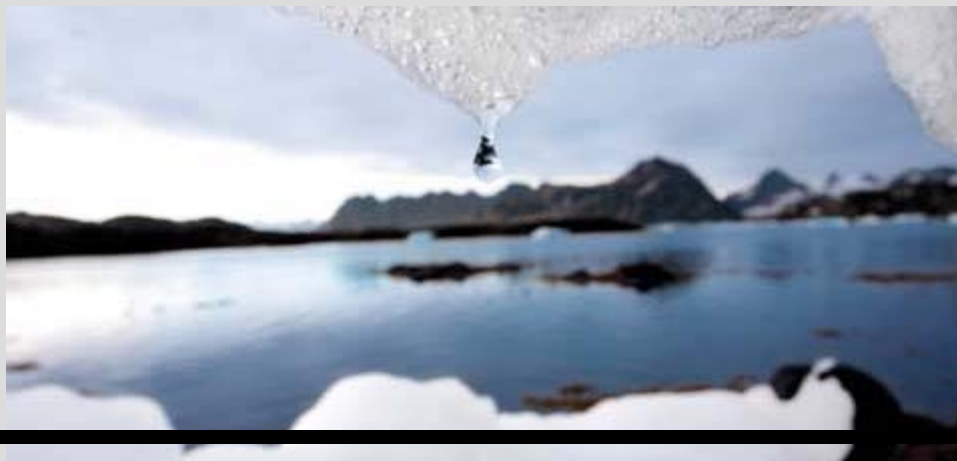
Περίπου το 86% της κατακρατούμενης από την ατμόσφαιρα γήινης ακτινοβολίας, οφείλεται στην παρουσία υδρατμών, διοξειδίου του άνθρακα και νεφών. Οι υδρατμοί αποτελούν το πλέον ενεργό συστατικό, κατά ποσοστό 60%, ενώ μικρότερη συνεισφορά έχουν και τα αέρια μεθανίου, οξειδίου του νατρίου και όζοντος.



Εικόνα 3 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Μέσα σε τρία χρόνια, παγετώνες 11.000 ετών στη Σιβηρία έγιναν λίμνες, 'περιβαλλοντική χιονοστιβάδα' χαρακτηρίζουν το φαινόμενο επιστήμονες που υποστηρίζουν ότι το οριστικό λιώσιμο των πάγων στη Σιβηρία δεν θα αποφευχθεί. Μια ακόμα θλιβερή επιβεβαίωση των λόγων όλων αυτών που εδώ και χρόνια κρούουν το κώδωνα κινδύνου για τις συνέπειες που θα έχει το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε όλο τον πλανήτη.

Για τον σχηματισμό των πάγων η φύση χρειάστηκε χιλιάδες χρόνια και ο άνθρωπος κατάφερε να καταστρέψει αυτό το οικοσύστημα μέσα σε μία μόλις τριετία, δήλωσε η Τζούντιθ Μαρκάου του πανεπιστημίου της Οξφόρδης.



Εικόνα 4  
Λιώσιμο  
πάγων

#### Τι θα κάνουμε χωρίς πάγους?

Σε τοπικό επίπεδο θα αλλάξει εντελώς το κλίμα της περιοχής και αυτό εννοείται ότι θα επηρεάσει τόσο την πανίδα και την χλωρίδα όσο και τις ανθρώπινες κοινωνίες. Ήδη πριν από 4 χρόνια η πόλη Λενσκ στην ανατολική Σιβηρία πνίγηκε γιατί οι επεμβάσεις των ανθρώπων δεν κατάφεραν να συγκρατήσουν τα νερά του ποταμού Λένα. Όσο οι πάγοι λιώνουν τόσο τα ποτάμια πλημμυρίζουν και πνίγουν καλλιέργειες, τις πόλεις και ότι συναντούν στο διάβα τους.



Εικόνα 5

Τα νερά όλων των πάγων που βρίσκονται πάνω σε στεριά μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Οι προβλέψεις του ipcc (intergovernmental panel climatic changes) αναφέρουν άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη μεταξύ 1,4 και 5,8 βαθμών κελσίου μέχρι το 2100, όμως, η άνοδος της στάθμης της θάλασσας υποβοηθείται και από την υπερθέρμανση του πλανήτη γιατί όταν το νερό θερμαίνεται διαστέλλεται άρα αυξάνεται ακόμα περισσότερο ο όγκος του. Αν ζεσταθούμε λοιπόν όσο μας υπόσχεται το ipcc, τότε οι ωκεανοί θα ανταποκριθούν ανάλογα.

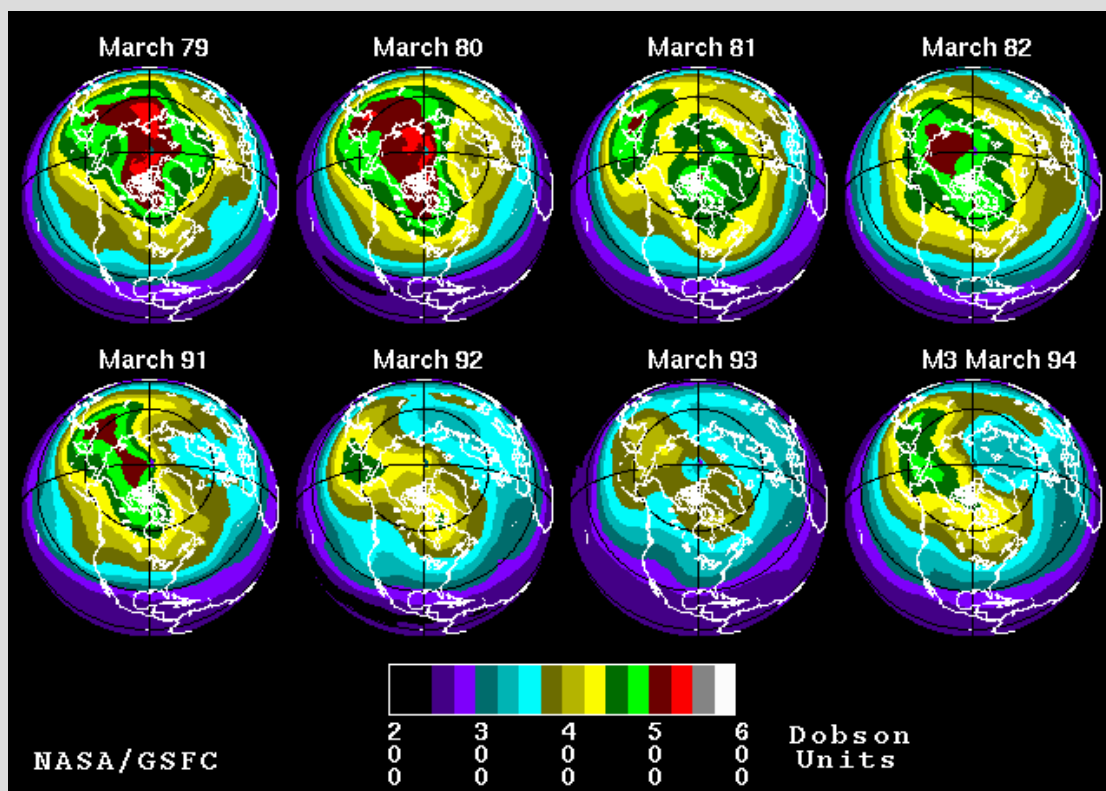


Εικόνα 6 Άνοδος της στάθμης της θάλασσας

Παραθαλάσσιες πόλεις της Ελλάδας όπως η Θεσσαλονίκη, αναμένεται να επηρεαστούν άμεσα από το φαινόμενο του θερμοκηπίου, καθώς ενδέχεται να υπάρξει άνοδος της στάθμης της θάλασσας, από 30 έως 88 εκατοστά. Όμως προβλήματα ενδέχεται να αντιμετωπίσουν από τις καθιζήσεις λιμάνια, παράκτιες εγκαταστάσεις, αεροδρόμια καθώς επίσης και δίκτυα αποχετεύσεων σε ολόκληρη τη χώρα. Στη δεκαετία του 2020, στη βόρεια και κεντρική Ευρώπη οι πολύ κρύοι χειμώνες θα είναι πολύ σπάνιο φαινόμενο και σχεδόν ανύπαρκτοι το έτος 2080. Από έρευνες προκύπτει ότι σε περίπτωση που συνεχιστεί η αλλαγή του κλίματος θα επηρεασθούν κυρίως τα είδη ψαριών που ζουν σε μεγαλύτερα βάθη λόγω του γεγονότος ότι είναι περισσότερο ευαίσθητα στις αλλαγές της θερμοκρασίας. Τα ανωτέρω επεσήμαναν επιστήμονες στη διάρκεια των εργασιών ημερίδας που πραγματοποιήθηκε στη Θεσσαλονίκη με θέμα κλιματικές αλλαγές και επιπτώσεις στους υδρόβιους και χερσαίους οργανισμούς, με πρωτοβουλία της επιτροπής Klimabio.

Παράγεται από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας (ή από επανειλημμένες ηλεκτρικές εκκενώσεις) στο μοριακό οξυγόνο και την ατμόσφαιρα, με τη διαδικασία της φωτόλυσης. Σε υψηλές πυκνότητες είναι δηλητηριώδες για μεγαλύτερους οργανισμούς καθώς και για τον άνθρωπο.

Οι ποσότητες του όζοντος στην επιφάνεια της γης είναι ελάχιστες. Η αύξηση τους συμβάλλει στη φωτοχημική ρύπανση που καλύπτει τις μεγαλουπόλεις. ένα μεγάλο ποσοστό του νέφους οφείλεται σε διάφορες χημικές ενώσεις του όζοντος. 24χλμ. πάνω από την επιφάνεια της γης, στην κατώτερη στρατόσφαιρα, σχηματίζεται όζον, λόγω της επίδρασης της υπεριώδους ακτινοβολίας. Εκεί βρίσκεται το 90% του συνόλου του ατμοσφαιρικού όζοντος. Εάν αυτό μεταφερόταν στην επιφάνεια της γης θα σχημάτιζε ένα μανδύα πάχους 2,5 – 3,5 mm. Το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας προστατεύει τη γη και τη βιόσφαιρα από τη 'βροχή' της κοσμικής σκόνης και φιλτράρει τη θανατηφόρα υπεριώδη ακτινοβολία. Παίζει ρόλο λεπτής προστατευτικής ομπρέλας.



Εικόνα 7 Η τρύπα του όζοντος

Παρά τις αισιόδοξες προβλέψεις του παρελθόντος, η τρύπα του όζοντος δεν κλείνει και όσο πλησιάζουμε προς τους πόλους γίνεται ακόμα μεγαλύτερη. Στην Ελλάδα, πάντως, βρίσκεται στα ίδια επίπεδα. Το όζον όπως είναι γνωστό προστατεύει τον κόσμο από την καρκινογόνο ακτινοβολία της υπεριώδους ακτινοβολίας.

Όπως ανακοινώθηκε στο συνέδριο η τρύπα του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική είναι η μεγαλύτερη από όλα τα άλλα σημεία του πλανήτη. Και το στρώμα του όζοντος εξακολουθεί να αραιώνει με ρυθμούς ίδιους με αυτούς των περασμένων χρόνων.

Οι μετρήσεις για την Ανταρκτική εμφάνισαν ότι η τρύπα του όζοντος έφθασε σε 28 εκατομμύρια τετραγωνικά χιλιόμετρα το Σεπτέμβριο του 2003, που είναι ίδια με το ιστορικό ρεκόρ όλων των εποχών, δηλαδή του Σεπτεμβρίου του 2000 και σε αντίθεση με τον περασμένο χρόνο όταν η τρύπα έσπασε στα δύο και ήταν η μικρότερη των τελευταίων δέκα χρόνων.

Και ως γνωστόν η παρουσία του όζοντος είναι καθοριστική για τη ζωή στον πλανήτη μας. Αν δεν υπήρχε η προστατευτική ομπρέλα του όζοντος, η θερμοκρασία στη γη θα ήταν 18 βαθμοί κάτω από το μηδέν.

Παγκοσμίως η αραίωση δεν ξεπερνά το 3-4%, ποσοστό σχετικά μικρό. Όμως στους πόλους η αραίωση είναι σαφώς πάνω από 5%, ενώ σε ορισμένες περιοχές ξεπερνά το 10%. Η αραίωση μεγαλώνει την άνοιξη. Μάλιστα, η κατάσταση χειροτερεύει περισσότερο την άνοιξη στο νότιο ημισφαίριο – δηλαδή κατά τον Αύγουστο. Στο βόρειο ημισφαίριο αυτό συμβαίνει στα τέλη του χειμώνα και τις αρχές της άνοιξης, όταν είναι πολύ ψυχρές οι πολικές περιοχές. Και αυτό γιατί να αραιώσει το στρώμα του όζοντος οι θερμοκρασίες στην ατμόσφαιρα πρέπει να είναι πολύ χαμηλές.

Ο καθηγητής Χρήστος Ζερεφός θεωρεί ότι ακόμα και αν πάρουμε τώρα μέτρα θα χρειαστούν εκατό χρόνια για να αντιστραφούν οι συνέπειες της αλόγιστης ανάπτυξης.

**Η αραίωση του όζοντος στην Ελλάδα φτάνει το 5%**

Στην Ελλάδα τα πράγματα είναι καλύτερα. Η συνολική αραίωση του όζοντος από τότε που εμφανίστηκε η τρύπα βρίσκεται στο 5%. Δεν θεωρείται υψηλό ποσοστό και δεν εντάσσει τη χώρα μας στην επικίνδυνη ζώνη.

Η απελευθέρωση επίσης των αερίων cfc στην ατμόσφαιρα από τα κουτιά των σπρέι που πετιούνται ή από διαρροές των ψυκτικών και κλιματιστικών συσκευών ή από την παραγωγή και καύση προϊόντων με πλαστικό αφρό αλλά και οι μονώσεις των κτιρίων έχει ως αποτέλεσμα την ανύψωση τους στη στρατόσφαιρα. Εκεί με την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας διασπώνται και απελευθερώνονται άτομα χλωρίου, που επιταχύνουν τη διάσπαση του όζοντος σε οξυγόνο και ατομικό οξυγόνο. Με τον τρόπο αυτό καταστρέφεται ταχύτερα από ότι σχηματίζεται το στρώμα του όζοντος της στρατόσφαιρας, που μας προστατεύει από την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία, δημιουργώντας την τρύπα του όζοντος.

Η όξινη βροχή σχηματίζεται από την απελευθέρωση οξειδίων του θείου και του αζώτου στην ατμόσφαιρα. Οι κύριες πηγές εκπομπών είναι τα εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, τα διυλιστήρια πετρελαίου και οι βιομηχανικοί βραστήρες. Τα υδατικά διαλύματα νιτρικού και θειικού οξέος, μολύνουν την επιφάνεια του εδάφους, τους ωκεανούς και τα αποθέματα νερού και μέσα από εκεί απορροφώνται, δηλητηριάζοντας έτσι τη χλωρίδα και την πανίδα με καταστροφικά αποτελέσματα.



Εικόνα 8 Όξινη βροχή

Η όξινη βροχή είναι ένα μεγάλο οικολογικό πρόβλημα πάνω στη γη μας. Αναγκάζει τα ψάρια και τα φυτά να πεθαίνουν στις λίμνες και τα ποτάμια. Επίσης προκαλεί ζημιά στον άνθρωπο, επειδή τρώει αυτά τα ψάρια και τα φυτά ενώ πίνει αυτό το νερό. Είναι ένα πρόβλημα που πρέπει όλοι να αντιμετωπίσουμε μαζί και να προσπαθήσουμε να το μειώσουμε. Εντούτοις η όξινη βροχή δεν δημιουργεί μόνο αυτά τα προβλήματα. Προκαλεί πολλά ακόμη προβλήματα όπως είναι η δηλητηρίαση του αργιλίου. Η όξινη βροχή είναι λοιπόν θανάσιμη.

Τι είναι όμως η όξινη βροχή?

Η όξινη βροχή είναι οτιδήποτε πέφτει από τον ουρανό πάνω στον πλανήτη μας, η βροχή, το χιόνι, η υγρασία κλπ, και που είναι αφύσικα όξινα. Να μη τη συγχέουμε με τη μη μολυσμένη βροχή που πέφτει, γιατί εκείνη η βροχή είναι φυσικώς ελαφρώς όξινη. Προκαλείται από τη σημερινή βιομηχανία που χρησιμοποιεί πολλές χημικές ουσίες για να κατασκευάζει διάφορα προϊόντα. Εντούτοις λόγω της δυσκολίας και του κόστους των προϊόντων εκπέμπονται συχνά στην ατμόσφαιρα, με ελάχιστη ή καμία επεξεργασία, πολλές χημικές ουσίες.





Εικόνα 9 Διάβρωση από όξινα αποθέματα

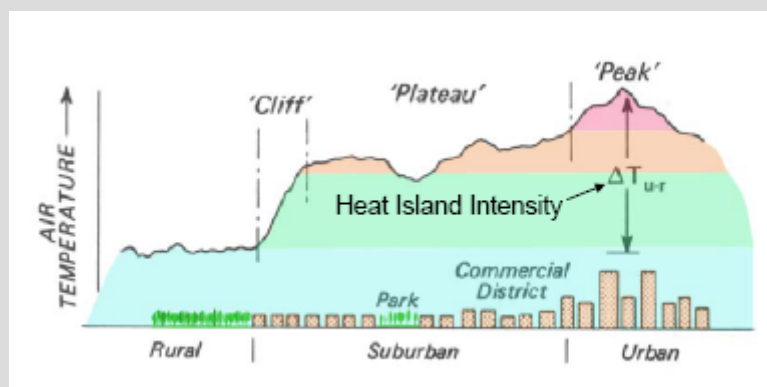
Ο όρος πρωτοαναφέρθηκε περίπου 20 χρόνια πριν όταν οι επιστήμονες στη Σουηδία και τη Νορβηγία θεώρησαν αρχικά ότι η όξινη βροχή μπορεί να προκαλέσει μεγάλη οικολογική ζημιά στον πλανήτη. Το πρόβλημα όμως ήταν, ότι ώσπου να καταλάβουν τις επιπτώσεις της όξινης βροχής, το πρόβλημα ήδη είχε γίνει πολύ μεγάλο. Η ανίχνευση μιας όξινης λίμνης είναι συχνά αρκετά δύσκολη. Μια λίμνη δεν γίνεται όξινη κατά τη διάρκεια μιας νύχτας. Συμβαίνει μέσα σε μια περίοδο πολλών ετών, ακόμη και μερικών δεκαετιών. Οι αλλαγές γίνονται συνήθως για αυτές που παρατηρούνται νωρίς.

Συμπέρασμα: η όξινη βροχή είναι ένα μεγάλο πρόβλημα. Προκαλεί το θάνατο των λιμνών μας, της άγριας ζωής και επιπλέον βλάπτει τους ανθρώπους. Επίσης προκαλεί άλλα προβλήματα που είναι πολύ σοβαρά όπως η ελευθέρωση του αργιλίου και του μόλυβδου στις παροχές τους νερού μας.

Όταν αναφερόμαστε στο φαινόμενο θερμικής νήσου εννοούμε τη θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ του αστικού και αγροτικού περιβάλλοντος. Οι διαφορές μεταξύ αγροτικού και αστικού περιβάλλοντος εντοπίζονται σε τέσσερα σημεία

1. Στις οπτικές και υδροθερμικές ιδιότητες (αλμπέδο, ικανότητα εκπομπής, θερμοχωρητικότητα, πορώδες)
2. Στη γεωμετρία
3. Στις εξαμισοδιαπνοητικές επιφάνειες (φυτά)
4. Στις συγκεντρωμένες ανθρώπινες δραστηριότητες στον αστικό χώρο, που προκαλούν ανθρωπογενή έκλυση θερμότητας και μόλυνση.

Η ένταση της θερμικής νήσου εξαρτάται κυρίως από το μέγεθος της πόλης και όχι από το κλίμα. Όμως στα θερμά κλίματα παρατηρείται αύξηση της έντασης θερμικής νήσου τη θερινή περίοδο, σε σχέση με τη χειμερινή.



Εικόνα 10 Ένταση θερμικής νήσου

Στην παραπάνω εικόνα παρατηρούμε ότι όσο πλησιάζουμε προς κέντρο της πόλης η θερμοκρασία αυξάνεται ενώ στα σημεία που βρίσκεται κάποιο πάρκο η θερμοκρασία μειώνεται σημαντικά.

Ο δεκαήμερος καύσωνας στην Αθήνα το 1987 κόστισε 1000 ζωές. Μελέτες έχουν δείξει ότι αν οι αστικές θερμοκρασίες μειωθούν κατά 0.5 – 1.0C, η αστική θνησιμότητα μπορεί να ελαττωθεί κατά 10-20%. Επιβαρύνεται ακόμη περισσότερο η βιωσιμότητα με τέτοιες θερμοκρασίες λαμβάνοντας υπόψη τη κλιματική μεταβολή καθώς και την τάση του αστικού πληθυσμού να αυξάνεται συνεχώς.

Παρατηρείται σημαντική μείωση της αστικής θερμοκρασίας αν καλυφθούν τα δώματα οι στέγες και οι τοίχοι των κτιρίων (δηλαδή το κέλυφος των κτιρίων) με φυτά. Έτσι επιτυγχάνεται η βελτίωση του κλίματος της πόλης και η μείωση των αυξημένων θερινών θερμοκρασιών.

### Εισαγωγή στο βιοκλιματικό σχεδιασμό

#### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

2\_1 Εισαγωγή

2\_2 Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική στην Ελλάδα

2\_3 Ενεργειακή απόδοση βιοκλιματικού σχεδιασμού στην Ελλάδα

2\_4 Οφέλη και κόστος

2\_5 Επεμβάσεις στο υπάρχον κτιριακό απόθεμα

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων ή βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά το σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών – υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με την ενσωμάτωση των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

- Τη μελέτη του δομημένου περιβάλλοντος και των προβλημάτων που αυτό δημιουργεί (αύξηση θερμοκρασίας, συγκέντρωση αέριων ρύπων, δυσκολία στην κυκλοφορία αέρα)
- Το σχεδιασμό των κτιρίων
- Την επιλογή των δομικών υλικών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις θερμικές και οπτικές τους ιδιότητες, όσο και την τοξικολογική τους δράση.

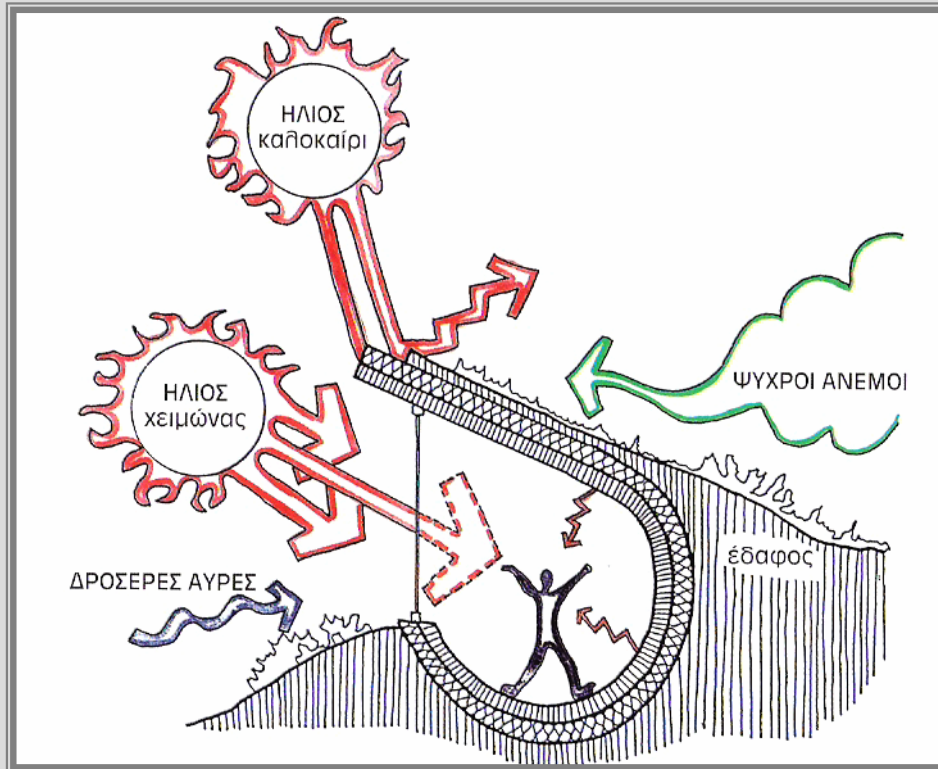
Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων αποτελούν τα παθητικά συστήματα, τα οποία αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου. Τα παθητικά συστήματα λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο θερμαίνουν, αλλά και δροσίζουν τα κτίρια.

Μπορούν να χωριστούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
2. Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
3. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ενός κτιρίου συνεπάγεται τη συνύπαρξη και συνδυασμένη λειτουργία όλων των παραπάνω συστημάτων, ώστε να συνδυάζουν θερμικά και οπτικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική με τις παρεμβάσεις της στο σχεδιασμό, στον τρόπο και στα υλικά κατασκευής, ικανοποιεί τις ανάγκες των κτιρίων για θέρμανση, φωτισμό και δροσισμό, τα εναρμονίζει με το φυσικό περιβάλλον, χρησιμοποιώντας στοιχεία από αυτό και εξασφαλίζει την εξοικονόμηση ενέργειας. Σ' ένα καλά σχεδιασμένο βιοκλιματικό κτίριο, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού μπορεί να μειώσει μέχρι και 80% την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει τις ρίζες της στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική πολλών λαών και μπορεί να προσφέρει στη σύγχρονη κατοικία λύσεις και ιδέες φιλικές προς το περιβάλλον.



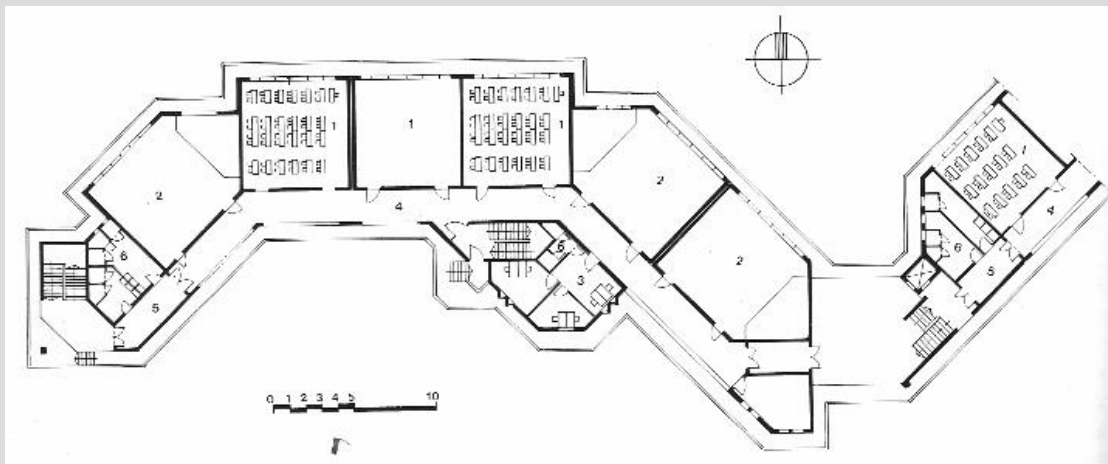
Εικόνα 11

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική επανατοποθετεί, σε θέση αφητηριακής αρχής, τον παράγοντα της δυναμικής, αρμονικής αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία της φύσης, τον τοπικό φυσικό χώρο και το κτίριο, μ' αυτόν τον τρόπο επαναφέρει σε ισχύ ένα πρώτο βασικό κριτήριο εξειδίκευσης και ιδιαιτερότητας και στη συνέχεια ανακαλύπτει ότι για να είναι αποτελεσματική, πρέπει να διερευνήσει τα ειδικά χαρακτηριστικά και να σεβαστεί τις ιδιομορφίες των χρηστών της, ώστε να τους κάνει συμμετόχους. Πρέπει να γνωρίσει τα χαρακτηριστικά της κοινωνίας στην οποία απευθύνεται. Οδηγείται στην ανάγκη να επανασυνδέσει ένα νήμα που κόπηκε εδώ και πολύ καιρό και κινδυνεύει να χαθεί οριστικά, το νήμα της ιστορικής εμπειρίας και γνώσης, για να τις αξιοποιήσει επιστημονικά εμπλουτίζοντας τις με τα εφόδια της σύγχρονης τεχνογνωσίας και να τις αναπτύξει με τις ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής.

Τα πεδία μελέτης είναι τα ακόλουθα:

- η παραδοσιακή αρχιτεκτονική του κάθε τόπου
- η αρχιτεκτονική των σύγχρονων παραδοσιακών κοινωνιών
- η διερεύνηση και κατανόηση με σύγχρονα επιστημονικά μέσα: α) των κλιματικών και φυσικών φαινομένων που σχετίζονται με τα κτίρια β) της συμπεριφοράς των κτιρίων στο χώρο τους γ) των ιδιοτήτων των υλικών που προϋποθέτει η βιοκλιματική λογική δ) των κατασκευαστικών μεθόδων, των αρχιτεκτονικών και πολεοδομικών τύπων που βελτιώνουν την ποιότητα του δομημένου χώρου.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω των παθητικών ηλιακών συστημάτων επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία: εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.



Εικόνα 12 ΤΕΙ Πάτρας, Κάτοψη ισογείου

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός - αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.

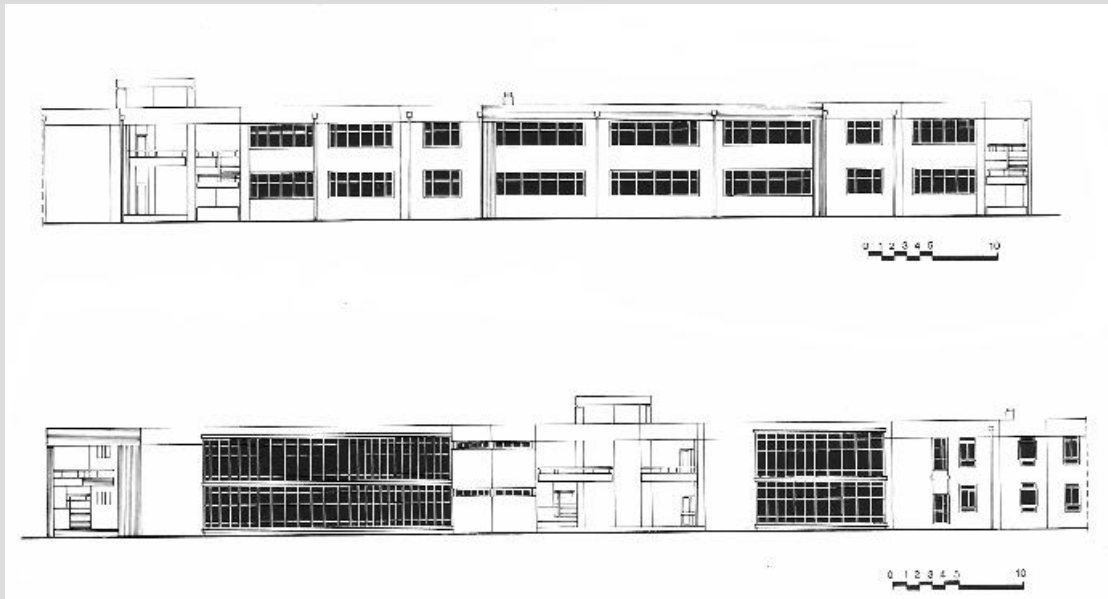
Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους: εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων, παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου, δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι), διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά 'ευαίσθητο' σε εξωγενείς και μη – τεχνικούς παράγοντες. Για τον λόγο αυτό, βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι:

η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών, η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων, η χρήση τεχνικό – οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

Οι πρώτες εφαρμογές βιοκλιματικού σχεδιασμού στη σύγχρονη αρχιτεκτονική του ελληνικού χώρου χρονολογούνται στα μέσα της δεκαετίας του '70. ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά κτίρια ήταν η κατοικία Βασιλειάδου στο Μαραθώνα αττικής που σχεδιάστηκε το 1977 από τον αρχιτέκτονα Β. Μπουριώτη. Στη Θεσσαλονίκη το πρώτο βιοκλιματικό κτίριο, στη Νέα Ραιδεστό, σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1982 από τους ιδιοκτήτες του, Γ. Καρβούνη και R. Vahrelmann.

Στα χρόνια που ακολούθησαν εμφανίστηκαν αρκετές δεκάδες βιοκλιματικών κτιρίων (γύρω στα 200 σύμφωνα με το ΚΑΠΕ) κυρίως στην περιοχή της Αθήνας (65μαζί με το ηλιακό χωριό Πεύκης), της Θεσσαλονίκης (50) και στην Κρήτη. Δυο από αυτά αποτελούν οικιστικά σύνολα. Οι πρώτες αυτές εφαρμογές ήταν αποτέλεσμα της επαγγελματικής πρωτοβουλίας μηχανικών, κυρίως αρχιτεκτόνων, που μέσα από την αναζήτηση της ποιότητας στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό και μια ιδιαίτερη οικολογική ευαισθησία προσέγγισαν και εφάρμοσαν στις μελέτες τους την βιοκλιματική λογική. Επίσης ήταν αποτέλεσμα της πρωτοβουλίας ερευνητικών και κυβερνητικών κέντρων της χώρας, που για την περίοδο αυτή έπαιξαν σημαντικότερο ρόλο στη διάδοση, στην ερευνητική και στη χρηματοδοτική υποστήριξη αυτής της προσπάθειας (όπως ελληνική εταιρεία ηλιακής ενέργειας, ινστιτούτο ηλιακής τεχνικής του ΑΠΘ, το ΕΜΠ, το Υβετ, το ΚΑΠΕ, η ΕΕ κ.α.)



Εικόνα 13 Ανάπτυγμα Βορεινής - Νότιας πλευράς, ΤΕΙ Πάτρας

Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού και των καθαρών τεχνολογιών δόμησης αποτελεί έναν από τους κύριους στόχους για την προστασία του περιβάλλοντος και για τη μείωση των εκπομπών  $CO_2$  στην ατμόσφαιρα.

Η προσπάθεια αυτή είναι ακόμη πολύ νέα και παρουσιάζει εγγενείς αδυναμίες. Παρ' όλο που διαδίδεται ραγδαία σε όλο τον κόσμο, έχει ακόμα έντονα χαρακτηριστικά πρωιμότητας, είτε με τη μορφή αναπαραγωγής των κυρίαρχων προτύπων δόμησης, είτε με τη μορφή απομίμησης των μοντέλων της παράδοσης.

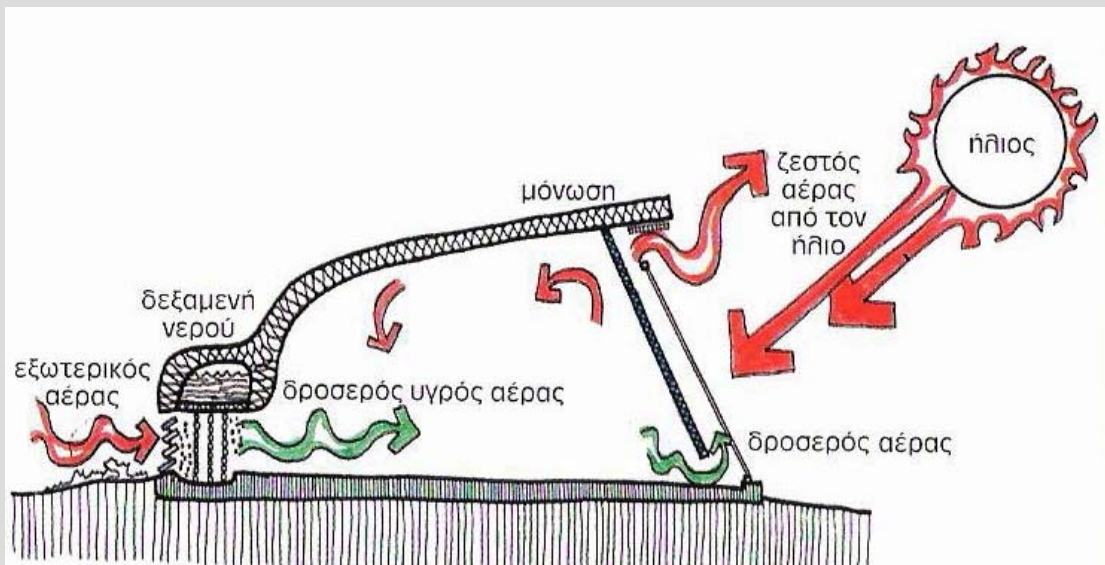
Προϋποθέτει για την αποδέσμευση της από αυτά τα χαρακτηριστικά και για τη δημιουργική της εξέλιξη, είναι η εμβάθυνση στη γνώση των τομέων που προαναφέρθηκαν σε συνδυασμό με την αντικειμενική αξιολόγηση των συμπερασμάτων των πρώτων σύγχρονων βιοκλιματικών κατασκευών. Το πεδίο της μελέτης, της έρευνας και της δημιουργικής δυνατότητας που ανοίγεται, είναι τεράστιο.



Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του έργου και των προσομοιώσεων ειδικότερα που εκπονήθηκαν βάσει των καταγεγραμμένων πραγματικών συνθηκών χρήσης των κτιρίων, οι ενεργειακές καταναλώσεις που προκύπτουν για τη θέρμανση των βιοκλιματικών κατοικιών (κτιρίων συνεχούς χρήσης) στην Α' κλιματική ζώνη κυμαίνονται από 25 έως 42 kWh/m<sup>2</sup>, στη Β' κλιματική ζώνη από 28 έως 55 kWh/m<sup>2</sup>, ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη από 44 έως 90 kWh/m<sup>2</sup> ετησίως. Εκτιμάται δε ότι σε σχέση με τα συνήθη συμβατικά κτίρια κατασκευής μετά το 1979 (έτος εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) τα βιοκλιματικά κτίρια παρουσιάζουν εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 30%, ενώ σε σχέση με παλαιότερα αμόνωτα κτίρια η αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας ανέρχεται σε ποσοστό της τάξης του 80% .

Από τα αποτελέσματα του έργου προκύπτει ότι η εξοικονόμηση ενέργειας που επιφέρει η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων είναι ιδιαίτερα σημαντική - ανεξαρτήτως της χρήσης των βιοκλιματικών κτιρίων. Αποτελεί όμως παράμετρο σχεδιασμού, η οποία πρέπει να συνδυάζεται παράλληλα με τη λήψη μέτρων ηλιοπροστασίας και σκιασμού, για μείωση των ηλιακών κερδών κατά τη θερινή περίοδο (και άρα, των αναγκών δροσισμού).

Εκτός από τα σημαντικά θερμικά οφέλη των συστημάτων άμεσου κέρδους, η συμβολή άλλων συστημάτων έμμεσου κέρδους στη συνολική ενεργειακή συμπεριφορά των βιοκλιματικών κτιρίων είναι εξίσου σημαντική.



Εικόνα 14 Φυσική ψύξη κελύφους μέσω εξάτμισης νερού, κατά την είσοδο του ζεστού αέρα απέξω

Ειδικότερα, από την προσομοιωτική ανάλυση προκύπτει ότι στην υφιστάμενη κατάσταση των κτιρίων: οι θερμοκηπιακοί χώροι αποδίδουν έως 30%. Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (ηλιακοί) μπορούν να επιφέρουν εξοικονόμηση ενέργειας που ξεπερνά το 40% σε κτίρια κατοικιών στην Α και Β κλιματική ζώνη, ενώ στη Γ' κλιματική ζώνη φθάνει το 12%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας λόγω των αυξημένων νότιων ανοιγμάτων εξαρτάται από την επιφάνεια των ανοιγμάτων, αλλά και τη συνολική λειτουργία του κτιρίου (μόνωση, εσωτερικά κέρδη, κλίμα της περιοχής, κλπ.). Σε ορισμένες περιπτώσεις, η αυξημένη γυάλινη επιφάνεια, λόγω των μεγάλων νυχτερινών απωλειών θερμότητας σε περιοχές με ψυχρές νύχτες, συντελεί στην αύξηση του φορτίου θέρμανσης του κτιρίου. Το φαινόμενο αυτό μπορεί να περιοριστεί με τη χρήση νυχτερινής μόνωσης στα ανοίγματα.

Τα θερμοκήπια (ηλιακοί χώροι) είναι το πιο διαδεδομένο παθητικό ηλιακό σύστημα στα κτίρια στην Ελλάδα. Η απόδοσή τους εξαρτάται από το μέγεθός τους και τον τρόπο χρήσης τους και είναι παρόμοια και στις 3 κλιματικές ζώνες της χώρας.

Όλα τα θερμοκήπια έχουν σύστημα σκίασης, είτε εξωτερικά είτε εσωτερικά και έχουν ανοιγόμενα τμήματα για το θερινό αερισμό τους. Η θερινή αυτή προστασία των θερμοκηπίων έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει ιδιαίτερη θερμική επιβάρυνση του κτιρίου από τα θερμοκήπια. Στις περισσότερες περιπτώσεις τα θερμοκήπια έχουν αδιαφανή οροφή, ή η οροφή τους είναι απόλυτα σκιαζόμενη κατά τους θερινούς μήνες. Η θερμική επιβάρυνση από την οροφή είναι σημαντική το καλοκαίρι, και για το λόγο αυτό, συνιστώνται τα θερμοκήπια με αδιαφανή στέγη.

Η απόδοση των ηλιακών τοίχων εξαρτάται από το μέγεθός τους σε σχέση με το κτίριο, αλλά και από τη χρήση του κτιρίου. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και θερμοσιφωνικά πανέλα μικρά σε μέγεθος έχουν μικρή συνεισφορά στην ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Οι ηλιακοί τοίχοι, όταν δεν σκιάζονται και δεν αερίζονται, επιβαρύνουν εν γένει το κτίριο το καλοκαίρι. Μπορούν όμως να συνεισφέρουν και θετικά εφόσον σκιάζονται και ιδιαίτερα, όταν αξιοποιούνται για το φυσικό αερισμό του κτιρίου.

Να θυμάσαι ότι το να κτίζεις, σημαίνει κατ' ουσία να τραυματίζεις τον πλανήτη μας. Λοιπόν να είσαι τρυφερός, να πατάς ελαφριά γιατί διαθέτουμε μόνο έναν από το είδος αυτό. Ο Bucky Fuller τον απεκάλεσε τόσο εύστοχα το 'διαστημόπλοιο μας'. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΤΟΜΠΑΖΗΣ

Η περιβαλλοντική απόσβεση είναι από τους πιο σημαντικούς λόγους που καθιστούν, ίσως, απαραίτητη τη σωστή σχεδίαση των κτιρίων με τέτοιο τρόπο ώστε να εξοικονομούν ενέργεια και να αποτελούνται από καθαρά υλικά δόμησης. Η ένταξη των παθητικών συστημάτων δεν αυξάνει σε τίποτα επιπλέον το κόστος ενός κτιρίου, λαμβάνοντας υπόψη τις βιοκλιματικές κατοικίες που υπάρχουν σήμερα στην Ελλάδα. Αντίθετα αν μάλιστα συνυπολογίσουμε την οικονομική απόσβεση που θα έχουμε από τον πρώτο κιόλας χρόνο ζωής σε ένα τέτοιο κτίριο, το κόστος μειώνεται σημαντικά. Ένα σημαντικός παράγοντας ακόμη είναι ευεξία που νιώθει κανείς σε ένα τέτοιο χώρο έχοντας εξασφαλίσει την θερμική άνεση, όταν μάλιστα αυτό το στοιχείο δεν παρατηρείται σε μεγάλο βαθμό στη σύγχρονη κατοικία.

Οι διάφορες μελέτες που έχουν κατά καιρούς εκπονηθεί για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων του ευρύτερου τομέα (κυρίως δημόσιου), έδειξαν σχετικά υψηλές καταναλώσεις τόσο για θέρμανση-ψύξη των χώρων όσο και ηλεκτρικής ενέργειας, για την κάλυψη των υπολοίπων αναγκών. Το παράδοξο είναι ότι παρά τη σχετικά υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, τα επίπεδα θερμικής άνεσης στα περισσότερα δημόσια κτίρια απέχουν πολύ από το να είναι ικανοποιητικά. Το πρόβλημα εμφανίζεται ιδιαίτερα έντονο κατά τη θερινή περίοδο, οπότε και προκύπτει η ανάγκη κλιματισμού. Στα περισσότερα κτίρια που χρησιμοποιούνται για τις ανάγκες των δήμων, οι κλιματιστικές, συσκευές τοποθετήθηκαν εκ των υστέρων, με αποτέλεσμα να μην εντάσσονται σε ένα ορθολογικό ενεργειακό σχεδιασμό για το σύνολο του κτιρίου. Επιπλέον, τα κλιματιστικά καλούνται συχνά να καλύψουν ανάγκες δροσισμού σε κτίρια που δεν ηλιοπροστατεύονται, έχουν κακή αεροστεγανότητα ή δεν είναι καν θερμομονωμένα. Ως συνέπεια, εγκαθίστανται κλιματιστικές συσκευές που καλούνται να καλύψουν ψυκτικά φορτία πολύ μεγαλύτερα από αυτά που πραγματικά θα απαιτούνταν για την επίτευξη ικανοποιητικών συνθηκών άνεσης, εφόσον είχαν προηγηθεί παρεμβάσεις αναβάθμισης των κτιρίων.



Εικόνα 15 Φυτεμένοι τοίχοι

Βασικές αρχές επεμβάσεων στα υφιστάμενα κτίρια.

Ο κανονισμός θερμομόνωσης που ισχύει από το 1979, όχι απλώς έχει ξεπεραστεί πλέον από την πραγματικότητα, αλλά έχει αφήσει εξαρχής εκτός παρεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή τους απόδοση. Τα παλιά υφιστάμενα κτίρια αποτελούν όμως την πλειοψηφία του κτιριακού αποθέματος και συνεπώς θα έπρεπε να δοθεί ιδιαίτερη έμφαση και βαρύτητα σ' αυτά. Οι βασικές παρεμβάσεις που μπορεί και πρέπει να κάνει κανείς προκειμένου να εξοικονομήσει ενέργεια, αφορούν: οικοδομικές επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος και επεμβάσεις στον μηχανολογικό εξοπλισμό.

Ιδιαίτερα οι πρώτες επεμβάσεις θα πρέπει να στοχεύουν και στα εξής:

- Να μη προσβάλλουν και να σέβονται την αρχιτεκτονική του κτιρίου, αποφεύγοντας κατά το δυνατόν αλλοιώσεις που αλλάζουν τη φυσιογνωμία του, εκτός αν η απόφαση για επέμβαση αποβλέπει και προς αυτό το σκοπό.
- Να προκύπτουν ως αποτέλεσμα ολοκληρωμένης μελέτης που θα έχει υπολογίσει τα ενεργειακά μεγέθη του κτιρίου και θα έχει προσδιορίσει τον τρόπο κατανομής των θερμικών απωλειών από τα διάφορα δομικά στοιχεία του κελύφους.
- Να λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαιτερότητες του κτιρίου. Λύσεις κατάλληλες για κάποιο κτίριο δεν σημαίνει ότι μπορούν να εφαρμοστούν με την ίδια ευκολία σε κάποιο άλλο.
- Να είναι ρεαλιστικά επιτεύξιμες από οικονομική άποψη.

Αναφέρω μερικές επεμβάσεις βιοκλιματικού χαρακτήρα:

- Δημιουργία προθάλαμου ανάσχεσης της ροής θερμότητας από την είσοδο του κτιρίου
- Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων. Όπου είναι δυνατόν
- Τοποθέτηση εσωτερικών ή εξωτερικών ηλιοπροστατευτικών διατάξεων
- Βελτίωση του φυσικού φωτισμού και προσαρμογή των συστημάτων φωτισμού
- Βελτίωση του φυσικού αερισμού και δροσισμού
- Δημιουργία πράσινης στέγης στο δώμα του κτιρίου για βελτίωση των συνθηκών άνεσης και της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου
- Ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο κέλυφος του κτιρίου.

### Ήλιος – Άνεμος και κτίριο

#### Α' ΜΕΡΟΣ – Ήλιος και κτίριο

##### 3\_1 Ηλιασμός και Ηλιοπροστασία

##### 3\_2 Ήλιος και κτίριο κατά τη θερινή περίοδο

1. Ο Νότιος θερινός ηλιασμός
  - Η νότια στέγη
  - Το δώμα
  - Η Νότια πλευρά
2. Ηλιοπροστασία από το Νότιο ηλιασμό
3. Ο Ανατολικός και ο Δυτικός θερινός ηλιασμός
4. Ηλιοπροστασία από τον Ανατολικό και Δυτικό ηλιασμό
5. Η Βόρεια πλευρά κατά τη θερινή περίοδο

##### 3\_3 Ήλιος και κτίριο κατά τη χειμερινή περίοδο

1. Οι ψυχρές πλευρές του κτιρίου
  - Η Βόρεια πλευρά
  - Η στέγη και το δώμα
2. Ο Ανατολικός και ο Δυτικός χειμερινός ηλιασμός
3. Ο Νότιος χειμερινός ηλιασμός

#### Β' ΜΕΡΟΣ – Άνεμος και κτίριο

##### 3\_4 Αερισμός και Ανεμοπροστασία

##### 3\_5 Φυσικός δροσισμός

##### 3\_6 Επίδραση των ανέμων στο κέλυφος του κτιρίου

- Μετάδοση θερμότητας με συναγωγή
- Μετάδοση θερμότητας με μεταφορά μέσω αρμών

##### 3\_7 Προστασία των κτιρίων, του κτιριακού κελύφους και του περιβάλλοντος χώρου από τους ανέμους

##### 3\_8 Προστασία του εσωτερικού χώρου από τους θερμούς ανέμους

##### 3\_9 Αξιοποίηση των δροσερών καλοκαιρινών ανέμων

##### 3\_10 Θερμική διαστρωμάτωση του αέρα – αιολικά ρεύματα και αύρες

##### 3\_11 Κατακόρυφος αερισμός

##### 3\_12 Έλεγχος ηλιασμού - σκιασμού ελεύθερων χώρων

Η κύρια και πρωταρχική πηγή ενέργειας για τη γη είναι ο ήλιος. Η ηλιακή ακτινοβολία, έχει τροφοδοτήσει και εξακολουθεί να τροφοδοτεί με ενέργεια όλες σχεδόν τις ανανεώσιμες και μη πηγές ενέργειας.

Κάθε ημέρα φτάνει μέσω ακτινοβολίας στην Ελλάδα τόση ηλιακή ενέργεια που θα μπορούσε να καλύψει τις ενεργειακές ανάγκες των κατοίκων της για ενάμισι χρόνο.



Εικόνα 16 Αλεξάνδρεια, Αίγυπτος

Για το Μεσογειακό κλίμα ο ηλιασμός και η ηλιοπροστασία είναι οι βασικότεροι και ουσιαστικότεροι στόχοι του βιοκλιματικού σχεδιασμού υπαίθριων χώρων. Με ηλιασμό εννοούμε την επιλεκτική έκθεση χώρων στην ηλιακή ακτινοβολία. Ηλιοπροστασία είναι η ηθελημένη αποφυγή της ηλιακής ακτινοβολίας. Το πότε, και κατά πόσο, σε ένα χώρο προτιμάται ηλιασμός ή ηλιοπροστασία είναι συνάρτηση τόσο της χρήσης του χώρου όσο και από των κλιματικών συνθηκών της περιοχής. Σε υπαίθριους χώρους η έκθεση ενός ατόμου στον Ήλιο ισοδυναμεί με ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα. Για παράδειγμα, για ένα άτομο που βρίσκεται σε υπαίθριο χώρο ένα μεσημέρι του

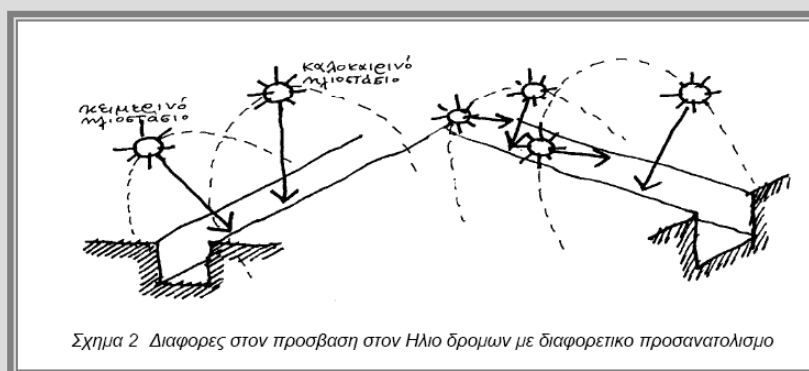
χειμώνα στη Θεσσαλονίκη με εξωτερική θερμοκρασία του αέρα 10-15 βαθμών Κελσίου, η έκθεση σε ηλιακή ακτινοβολία της τάξης των 300-400 W/m<sup>2</sup> (μέσες τυπικές τιμές κατά το μεσημέρι το χειμώνα) ισοδυναμεί με ανύψωση της θερμοκρασίας του αέρα κατά 4-6 βαθμούς Κελσίου, δηλαδή αντιστοιχεί σε αισθητές θερμοκρασίες της τάξης των 14 με 20 βαθμών Κελσίου. Αυτό σημαίνει ότι ενώ χωρίς Ήλιο μάλλον δεν θα καθόταν κανείς έξω για πολλή ώρα, στον Ήλιο και με τον κατάλληλο ρουχισμό οι συνθήκες θερμικής άνεσης γίνονται πιο ευνοϊκές. Αντίθετα, αν η θερμοκρασία του αέρα είναι ήδη υψηλή, η έκθεση στον ήλιο είναι ανεπιθύμητη. Για παράδειγμα, με θερμοκρασίες αέρα πάνω από 25 βαθμούς Κελσίου ένα άτομο που κάθεται σε εξωτερικό χώρο για κάποιο χρονικό διάστημα θα χρειασθεί σχεδόν οπωσδήποτε ηλιοπροστασία. Με καλή ηλιοπροστασία, και παράλληλη κίνηση αέρα, είμαστε σε θέση να ανεχτούμε θερμοκρασίες υψηλότερες από 30 βαθμούς χωρίς ιδιαίτερη δυσφορία. Οι παραδοχές αυτές δείχνουν ότι σε υπαίθριους χώρους που είναι σε θέση να προσφέρουν είτε ηλιασμό είτε ηλιοπροστασία, μπορούμε να διευρύνουμε τη χρήση τους έτσι ώστε και με παράλληλη εφαρμογή και άλλων μέτρων βιοκλιματικού σχεδιασμού να καλύπτει σχεδόν όλο το χρόνο.

Στα Ελληνικά κλίματα επιδίωξη τόσο του ηλιασμού όσο και της ηλιοπροστασίας υπαίθριων χώρων είναι εποχιακοί στόχοι. Στα ψυχρότερα και πιο νεφοσκεπή κλίματα της Βόρειας Ευρώπης οι μέρες με ηλιοφάνεια είναι ευπρόσδεκτες ανεξάρτητα από την θερμοκρασία του αέρα και ο κόσμος βγαίνει έξω και καταλαμβάνει όλους τους διαθέσιμους υπαίθριους χώρους είτε χειμώνα είτε καλοκαίρι. Στο άλλο άκρο, σε τροπικά κλίματα όπου η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλή όλο το χρόνο, η απρόσκοπτη έκθεση στον ήλιο είναι σχεδόν πάντα ανεπιθύμητη.



Εικόνα 17 Κατοικία στη Σίφνο, Κυκλάδες

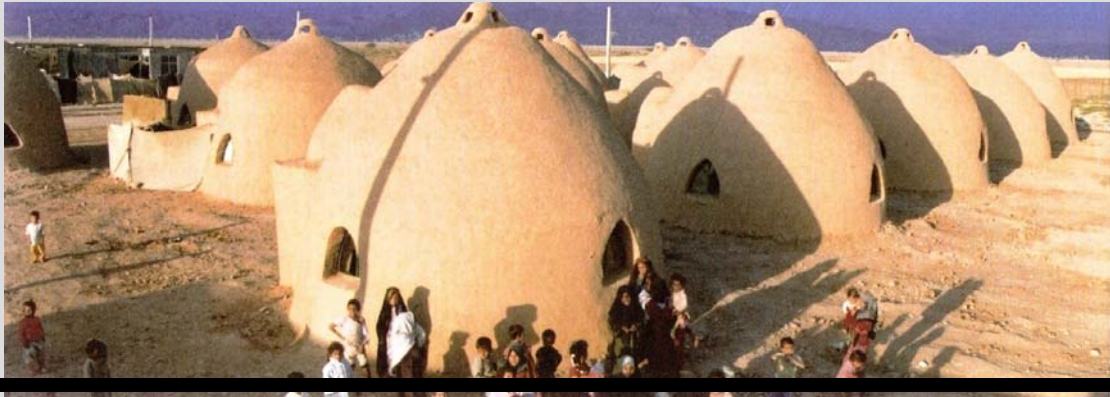
Με δεδομένο γεωγραφικό πλάτος και ατμοσφαιρικές συνθήκες, ο προσανατολισμός των δρόμων της πόλης, και η διατομή τους, είναι οι κύριοι ρυθμιστικοί παράγοντες του ηλιασμού. Για παράδειγμα, ένας δρόμος με κατεύθυνση βορρά-νότου, έχει συμμετρική πρόσβαση στον ήλιο, ενώ σε δρόμο με κατεύθυνση ανατολής-δύσης ο ηλιασμός είναι ασύμμετρος διότι ο Ήλιος "βλέπει" μόνο το νότιο τμήμα του δρόμου. Και στις δυο περιπτώσεις η θέα του ήλιου που έχει ένας διαβάτης από το δρόμο είναι συνάρτηση της σχέσης ύψους και πλάτους του δρόμου (λόγος υ/π), Σχ. 2.



Εικόνα 18



Οι θερμότεροι καλοκαιρινοί μήνες είναι κατά κανόνα ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Παρ' όλο που η 21<sup>η</sup> Ιουνίου είναι η μεγαλύτερη μέρα του έτους (διάρκεια 14,4 ώρες) με την πλησιέστερη στην κάθετη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο, ο Ιούλιος και ο Αύγουστος είναι θερμότεροι από τον Ιούνιο και το Μάιο, γιατί σ' αυτούς τους μήνες, στη θερμική ενέργεια που δέχεται η γη από τον ήλιο, προστίθεται η θερμότητα που έχει συσσωρεύσει το έδαφος, η ατμόσφαιρα και η θάλασσα (για τον αντίθετο ακριβώς λόγω ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος είναι οι ψυχρότεροι μήνες από το Νοέμβριο και το Δεκέμβριο).

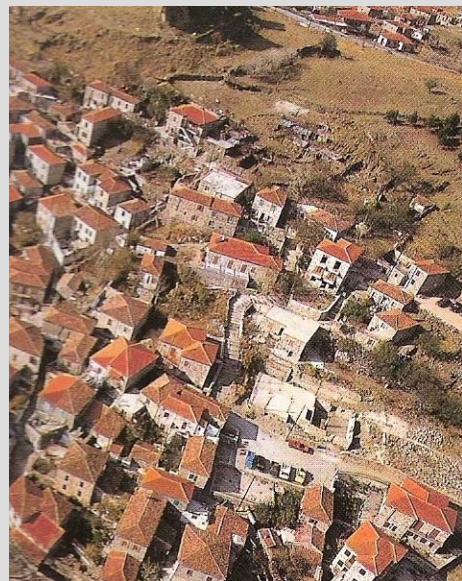


Εικόνα 19 Μέθοδος super adobe, Κατοικίες στο Πακιστάν

Θα εξετάσουμε την καλοκαιρινή λειτουργία των κτιρίων αναφερόμενοι στους μήνες αιχμής, σε συνδυασμό με τις ημερήσιες ώρες αιχμής, για την κάθε επιφάνεια ενός κτιρίου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούμε τους ηλιακούς χάρτες, διαγράμματα για το κάθε γεωγραφικό πλάτος, που περιγράφουν τη φαινόμενη τροχιά του ήλιου την 21<sup>η</sup> του κάθε μήνα του έτους και στα οποία μπορεί κανείς να διαβάσει για την κάθε χρονική στιγμή της ημέρας τόσο το ύψος (κάθετος άξονας), όσο και το αζιμούθιο (οριζόντιος άξονας) του ήλιου.

- **Η νότια στέγη**

Τα μεγαλύτερα θερμικά φορτία τα δέχεται μια νότια προσανατολισμένη στέγη με κλίση 30 – 35%, που είναι σχεδόν κάθετη στη γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στους μήνες αιχμής και πολύ συνηθισμένη στην περιοχή της Μακεδονίας και γενικά στην Ελλάδα. Νότιες στέγες αυτής της κλίσης είναι ανάγκη να αποφεύγονται ή να προστατεύονται ιδιαίτερα. Λύσεις που μπορούν να εφαρμοστούν είναι η αλλαγή της κλίσης τους, η μείωση της επιφάνειάς τους, ή η αποφυγή τους με την αντικατάστασή τους από στέγες, που δημιουργούν κατακόρυφο αέτωμα στη νότια πλευρά. Η προστασία τους μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική.



Εικόνα 20 Σποράδες

Εσωτερική προστασία των στεγών επιτυγχάνεται με την πολύ καλή μόνωση, τον αερισμό τους ή τη δημιουργία ψευδοροφής που τις απομονώνει από το εσωτερικό του κτιρίου, παρεμβάλλοντας μια μονωτική μάζα αέρα. Εξωτερική προστασία επιτυγχάνεται με το χρώμα (τα ανοιχτά χρώματα ανακλούν την ακτινοβολία) και με το σκιασμό ή τη φύτευση τους.

- **Το δώμα**

Η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών στο δώμα είναι κατά τους μήνες αιχμής από 18° ως 40°. η φράση 'πυρωμένη ταράτσα που κάνει το σπίτι να βράζει', είναι οικεία, στους κατοίκους των τελευταίων ορόφων των πολυκατοικιών, και για τα μονώροφα ή διώροφα κτίρια που καλύπτονται από πλάκα μπετόν χωρίς μόνωση. Ένα από τα διαδεδομένα συστήματα για θέρμανση νερού στην αρχιτεκτονική μας παράδοση, ήταν το κουλουριασμένο μαύρο λάστιχο στα δώματα των νησιώτικων σπιτιών. Εκεί όμως η επιφάνεια του δώματος ήταν πάντα καλά προστατευμένη, από θερμική άποψη, με στρώματα ασβέστη, πατημένο χώμα και στρώσεις σκουριάς ή καρβουνόσκονης.

Η προστασία των οριζόντιων δωματίων από την υπερθέρμανση, απαιτεί είτε καλή μόνωση σε συνδυασμό με αερισμό, είτε εξωτερικό σκιασμό με πέργκολα ή φύτευση, ή ακόμα καλύτερα το συνδυασμό των δύο μεθόδων.



Εικόνα 21 Δώματα κατοικιών, Κυκλάδες

- **Η νότια πλευρά**

Σε αντίθεση με το δώμα, η νότια όψη του κτιρίου δέχεται το καλοκαίρι μικρά θερμικά φορτία. Κατά τις ώρες αιχμής (11π.μ. – 2μ.μ.) δέχεται στο τέλος του Ιουνίου το 35% της ακτινοβολίας που δέχεται ένα οριζόντιο επίπεδο (δώμα / έδαφος). Η γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών στη νότια όψη κυμαίνεται κατά τους μήνες αιχμής μεταξύ των 50° και 72°.

Οι αδιαφανείς επιφάνειες της νότιας όψης (οι τοίχοι), ανακλούν τη μεγαλύτερη ποσότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας, ιδιαίτερα όταν είναι λευκοί και λείοι. Η ροή προς το εσωτερικό της μικρής ποσότητας θερμότητας που απορροφούν μπορεί να εμποδιστούν με καλή εξωτερική μόνωση.

Τα τμήματα της νότιας όψης, που πρέπει να προσεχθούν ιδιαίτερα, είναι τα ανοίγματα της. Από ένα άνοιγμα ύψους δύο μέτρων, ο ήλιος εισέρχεται στο κτίριο τις μεσημβρινές ώρες του Ιουνίου σε μια ζώνη βάθους 60 εκατοστών, που είναι μεγάλο βάθος για τη διατήρηση θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο.

Τον Αύγουστο, το βάθος της ζώνης αυτής φτάνει τα 1,1μ το μεσημέρι και είναι μεγαλύτερο κατά τις υπόλοιπες ώρες αιχμής. Η σοβαρότητα του προβλήματος γίνεται εμφανέστερη αν συνδυαστεί με το γεγονός ότι ένα μεγάλο μέρος της νότιας όψης των βιοκλιματικών κτιρίων είναι διαφανές, προκειμένου να δέχεται το χειμώνα την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση του κτιρίου.

Η ηλιοπροστασία των νότιων ανοιγμάτων μπορεί να είναι εσωτερική ή εξωτερική.

Η εσωτερική ηλιοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί με κουρτίνες, στόρια, περσίδες, ή όποιου είδους προστατευτικά πετάσματα. Αυτά εμποδίζουν την άμεση πρόσπτωση της ακτινοβολίας στα δομικά στοιχεία του εσωτερικού χώρου, όχι όμως τη θέρμανση του εσωτερικού αέρα που βρίσκεται μεταξύ του πετάσματος και του τζαμιού. Ο αέρας αυτός θερμαινόμενος, ρέει προς τα πάνω. Ο δροσερός αέρας του χώρου τον αντικαθιστά εισερχόμενος από την κάτω πλευρά του πετάσματος και θερμαίνεται με τη σειρά του, κ.ο.κ. έτσι δημιουργείται ένα σταθερό κύκλωμα παραγωγής θερμού αέρα, που μετριάζεται μόνο με το άνοιγμα των παραθυρόφυλλων, το οποίο όμως, τις θερμές καλοκαιρινές ώρες δεν είναι πάντα επιθυμητό. Συμπερασματικά, μπορούμε να καταλήξουμε στο ότι η εσωτερική ηλιοπροστασία δεν ενδείκνυται για τη διατήρηση του επιπέδου θερμικής άνεσης.

Η εξωτερική ηλιοπροστασία μπορεί να επιτευχθεί με αρχιτεκτονικές σταθερές προεξοχές, με κινητά σκίαστρα και με τον φυσικό σκιασμό της βλάστησης.

### 1. αρχιτεκτονικές προεξοχές

Ο σκιασμός επιτυγχάνεται με οριζόντια κυρίως στοιχεία, γιατί ο ήλιος έρχεται κυρίως από ψηλά. Ο σκιασμός ενός ανοίγματος ύψους 2μ (μπαλκονόπορτα), απαιτεί στο τέλος Ιουνίου, το μεσημέρι ένα στέγαστρο πλάτους 70εκ., όταν αυτό βρίσκεται στο ύψος της άνω παρειάς του ανοίγματος. Ένα τέτοιο στέγαστρο μειώνει τα ηλιακά κέρδη που μπορεί να δεχτεί αυτό το άνοιγμα το Δεκέμβριο σκιάζονταν το και τότε, σε ένα ποσοστό 20%.

Για να είναι αποτελεσματικός ο σκιασμός στη διάρκεια όλων των ωρών αιχμής, είναι αναγκαίο το μήκος του στεγάστρου να υπερβαίνει το πλάτος του παραθύρου προεξέχοντας δεξιά και αριστερά απ' αυτό. Πρακτικά, η πιο αποτελεσματική μορφή σταθερών στεγάστρων των ανοιγμάτων της νότιας όψης είναι οι εξώστες του υπερκείμενου ορόφου, ή οι προεξοχές της στέγης, αρκεί να έχουν αρκετό πλάτος και μήκος, ώστε να παίζουν αποτελεσματικά αυτόν το ρόλο κατά τις ώρες και τους μήνες αιχμής.

## 2. κινητά σκίαστρα

κινητά σκίαστρα είναι για παράδειγμα, οι τέντες και τα παντζούρια. Αρκεί να προβλεφθεί η σωστή τους ενσωμάτωση στο συνολικό αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου, καθώς και η προστασία τους από γρήγορη φθορά.

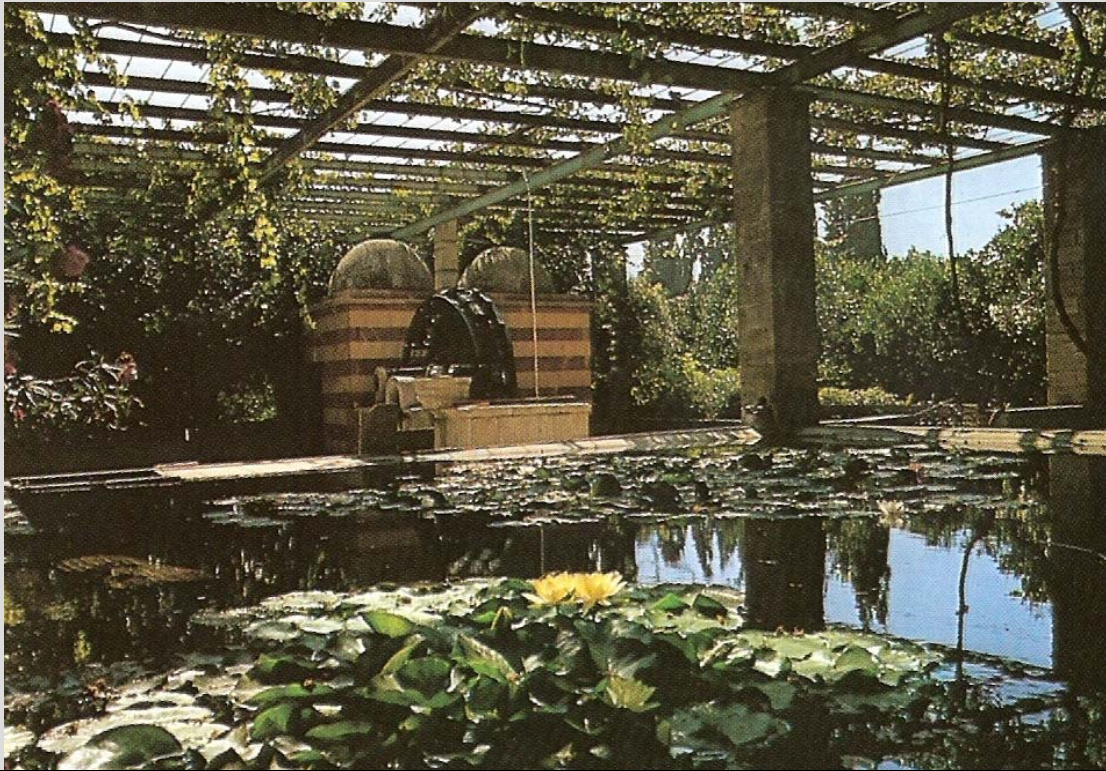
Τα παντζούρια, ως κινητά στοιχεία που εξυπηρετούν και άλλες ανάγκες, είναι επίσης ρυθμιζόμενα σκίαστρα. Μπορούν τις ώρες αιχμής να κλείνουν, αρκεί η κατασκευή τους να είναι τέτοια ώστε να μην παρεμποδίζουν τον αερισμό και να μη στερούν τελείως τον φυσικό φωτισμό από τον εσωτερικό χώρο.



Εικόνα 22 Κτίριο Ινστιτούτου Ερευνών, Ολλανδία

## 3. βλάστηση

σημαντικότερος παράγοντας στην εξωτερική ηλιοπροστασία είναι η βλάστηση. Τα φυτά πρέπει να είναι φυλλοβόλα για να σκιάζουν τη νότια όψη μόνο το καλοκαίρι, χωρίς να εμποδίζουν τον ήλιο το χειμώνα. Η υψηλή βλάστηση είναι αναποτελεσματική για τον σκιασμό της νότιας όψης, γιατί οι ακτίνες του ηλίου έρχονται από ψηλά και ρίχνουν τη σκιά των δέντρων στο οριζόντιο επίπεδο. Είναι όμως χρήσιμη, γιατί σκιάζει τον υπαίθριο χώρο μπροστά στο κτίριο, με αποτέλεσμα να τον διατηρεί σε χαμηλότερη θερμοκρασία, μειώνοντας παράλληλα την έμμεση ακτινοβολία που θα δεχόταν η νότια όψη από το έδαφος, αν δεν υπήρχε αυτή η σκιά.



Εικόνα 23 Σκιασμένος χώρος με πέργκολα

Το καλοκαίρι (Ιούνιο), ο ήλιος ανατέλλει όπως είδαμε, 30° βόρεια της ανατολής και δύει 30° βόρεια της δύσης. Η ανατολική και η δυτική όψη, δέχονται στη διάρκεια της μέρας για πολλές ώρες (5:30 – 11:30) τα ίδια ποσά και την ίδια ένταση ηλιακής ακτινοβολίας.

Στα φορτία που δέχεται η δυτική όψη από την ηλιακή ακτινοβολία, προστίθενται τα θερμικά φορτία της ήδη αυξημένης διάχυτης ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας του αέρα που έχει αυξηθεί σημαντικά στη διάρκεια των προηγούμενων ωρών. Εδώ πρέπει να συνυπολογίσουμε το γεγονός ότι η εσωτερική θερμοκρασία του κτιρίου είναι τις απογευματινές ώρες ψηλότερη απ' ότι τις πρωινές, πράγμα που σημαίνει ότι οποιοδήποτε πρόσθετο φορτίο είναι εξαιρετικά δυσάρεστο.

Έτσι ενώ τα μέτρα ηλιοπροστασίας είναι όμοια και για την ανατολική και για τη δυτική πλευρά του κτιρίου, τα μέτρα ανάσχεσης της ροής θερμότητας, μέσω του κελύφους, προς τον εσωτερικό χώρο, διαφέρουν για το ανατολικό και δυτικό τμήμα του κτιριακού περιβλήματος.

Για την ηλιοπροστασία της ανατολικής και δυτικής όψης είναι αναγκαία κυρίως τα κατακόρυφα σκίαστρα, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά και στις ώρες αιχμής έχει κατεύθυνση σχεδόν οριζόντια.

- Σκιασμός ανοιγμάτων

Τα εξωτερικά κατακόρυφα σκίαστρα όταν είναι κάθετα προς την όψη και σταθερά (κατακόρυφες αρχιτεκτονικές προεξοχές), δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά. Μπορούν να σκιάσουν τα ανοίγματα όταν ο ήλιος βρίσκεται προς Β. ή προς Ν., όχι όμως τις ώρες που έχει ανατολική ή δυτική θέση και χαμηλό ύψος, οπότε διεισδύει στο μεγαλύτερο βάθος του εσωτερικού χώρου, θερμαίνοντας τον αέρα του ή τα δομικά στοιχεία που συναντάει.

- Κινητά σκίαστρα

η τέντα στην ανατολική ή δυτική όψη πρέπει να είναι κατακόρυφη, περιστρεφόμενη γύρω από οριζόντιο άξονα, να παίζει δηλαδή το ρόλο που θα έπαιζε ένα κατακόρυφο εξωτερικό στόρι.

Ενδείκνυται να βρίσκεται σε κάποια απόσταση από τον τοίχο, ειδικά στην περίπτωση που η περιοχή δέχεται δροσερά ρεύματα με κατεύθυνση B-N ή N-B.

Τα παντζούρια (περιστρεφόμενα γύρω από κατακόρυφο άξονα), είναι η συνηθέστερη, η πιο προσιτή, αλλά και πολύ αποτελεσματική λύση σκιασμού.

Οι κατακόρυφες εξωτερικές ρυθμιζόμενες περσίδες προσφέρουν επίσης την αναγκαία ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων, έχουν όμως μεγάλο κόστος και περίπλοκη κατασκευή (για την ενσωμάτωση και την προστασία τους).

Τα κινητά εξωτερικά σκίαστρα (τέντες, παντζούρια) παρουσιάζουν το πλεονέκτημα ότι όλη την υπόλοιπη μέρα, εκτός από τις ώρες αιχμής αφήνουν ελεύθερη τη θέα προς το περιβάλλον.

- Βλάστηση

Η φύτευση του ανατολικού και δυτικού χώρου γύρω από το κτίριο, με σκοπό την ηλιοπροστασία του, πρέπει να συνθέτει υψηλή, χαμηλή και μεσαία βλάστηση, έτσι ώστε να σχηματίζει ένα κατακόρυφο πυκνό φράγμα φυτών, αρκεί να μην εμποδίζει τη θέα. Το φράγμα αυτό πρέπει να είναι ψηλότερο στη νότια άκρη του. Για να σκιαστεί η νότια περιοχή μιας ανατολικής όψης ύψους 3μ στις 9π.μ. από δέντρα φυτεμένα σε απόσταση 5μ από το κτίριο, απαιτείται ύψος δέντρων 8μ. όλα τα φυτά πρέπει να είναι αειθαλή. Για πολυώροφα κτίρια, μια τέτοια λύση είναι ανέφικτη.



Εικόνα 24 Βλάστηση, Ήπειρος

Η κάλυψη της ανατολικής και δυτικής όψης με αναρριχώμενα παρουσιάζει τα πρόσθετα πλεονεκτήματα που ήδη έχουν αναφερθεί. Ιδιαίτερα στη δυτική πλευρά του κτιρίου, τα αναρριχώμενα αναστέλλουν την υπερθέρμανση της από τη διάχυτη ακτινοβολία και την υψηλή θερμοκρασία του αέρα. Στην περίπτωση αυτή, είναι προτιμότερα τα φυλλοβόλα αναρριχώμενα.

- Θερμική προστασία της Δυτικής πλευράς

Η δυτική όψη του κτιρίου δέχεται, όπως ήδη προαναφέρθηκε, τα μεγαλύτερα θερμικά φορτία από όλες τις εξωτερικές επιφάνειες κτιρίου. Είναι λοιπόν απαραίτητο, εκτός από τα μέτρα ηλιοπροστασίας της, να είναι η καλύτερα μονωμένη πλευρά του κτιρίου, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση, κατά τη θερινή περίοδο.

Η βόρεια όψη του κτιρίου, δέχεται κατά τους κρίσιμους καλοκαιρινούς μήνες άμεση ηλιακή ακτινοβολία επί τρεις περίπου ώρες τόσο κατά την ανατολή, όσο και κατά τη δύση του ηλίου. Η ακτινοβολία αυτή είναι χαμηλής έντασης. Τις υπόλοιπες ώρες της ημέρας, η βόρεια όψη είναι σκιασμένη και δέχεται μόνο μέρος της διάχυτης ακτινοβολίας καθώς και τα θερμικά φορτία του θερμαινόμενου αέρα.

Ο χώρος που περιβάλλει τη βόρεια πλευρά του κτιρίου, είναι επίσης σκιασμένος τις περισσότερες ώρες της ημέρας. Αυτό σημαίνει ότι ο βορινός χώρος είναι ο πιο δροσερός του άμεσου περιβάλλοντος του κτιρίου κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής. Μπορεί λοιπόν να αποτελέσει πηγή τοπικών δροσερών ρευμάτων αναπνοής του κτιρίου για αυτές τις ώρες.

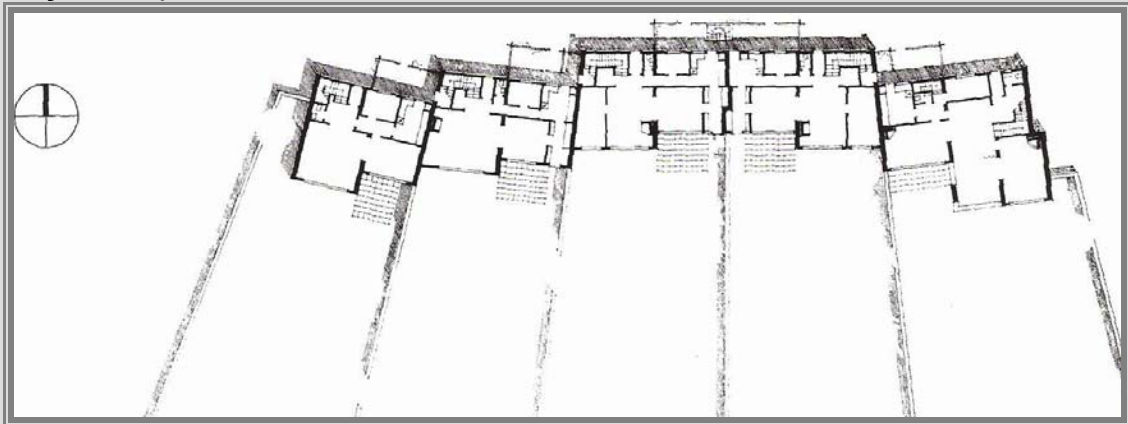
Η συνθήκη αυτή μπορεί να βελτιωθεί αισθητά, αν φροντίσουμε για την ηλιοπροστασία αυτού του χώρου τις πρώτες πρωινές και τις τελευταίες απογευματινές ώρες.

Η ηλιοπροστασία του βορινού χώρου του κτιρίου επιτυγχάνεται αποτελεσματικά και εύκολα με βλάστηση μορφής κατακόρυφου φράγματος σχετικά μικρού ύψους. Τα φυτά είναι προτιμότερο να είναι κωνοφόρα γιατί, εκτός από την ηλιοπροστασία, παρέχουν και αποτελεσματική προστασία του κτιρίου από τους ψυχρούς βορινούς ανέμους κατά τη χειμερινή περίοδο.

Τα ανοίγματα της βορεινής όψης είναι απολύτως αναγκαία, γιατί λειτουργούν ως πνεύμονες δροσισμού του κτιρίου, κατά τη διάρκεια των ωρών αιχμής. Για αυτή τη λειτουργία αρκούν μικρές σχετικά διαστάσεις.

Η 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου είναι η μικρότερη μέρα του χρόνου, με διάρκεια 9,2 ώρες. Ο ήλιος διαγράφει μια μικρή τροχιά, χαμηλά στον ορίζοντα. Ανατέλλει 30° νότια της ανατολής και δύει 30° νότια της δύσης. Το ύψος του το μεσημέρι στο ζενίθ, είναι 26,5°. παρ' όλα αυτά, οι ψυχρότεροι χειμερινοί μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος.

Κατά τους ψυχρότερους μήνες, οι θερμότερες ώρες της μέρας εμφανίζονται με μια χρονική μετατόπιση 1-2 ωρών προς το απόγευμα, δηλαδή στη 1μ.μ.-2μ.μ. το ζενίθ του ήλιου κυμαίνεται τον Ιανουάριο και τον Φεβρουάριο μεταξύ 30° έως 40° περίπου.



Εικόνα 25 Κατοικίες στη Sunila του Alvar Aalto

‘Μόνον η νότια κλίση των λόφων είναι κατάλληλα για κατοικία’. Alvar Aalto

- Η Βόρεια πλευρά

πρόκειται για την ψυχρότερη πλευρά του κτιρίου, καθώς δε δέχεται άμεση ακτινοβολία, ενώ η διάχυτη ακτινοβολία που δέχεται είναι ιδιαίτερα ασθενής. Επειδή το χειμώνα τα βόρεια ανοίγματα παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, είναι καλό να έχουν περιορισμένες διαστάσεις και πολύ καλή απόφραξη αρμών. Στην περίπτωση που η θέα του κτιρίου είναι προς Β., που σημαίνει ότι απαιτούνται μεγάλα ανοίγματα, θα ήταν επιθυμητή η κατασκευή διπλού παραθύρου, καθώς και απαραίτητη η νυχτερινή προστασία με παντζούρι. Η κάλυψη της βόρειας πλευράς με αιθαλές αναρριχώμενο δημιουργεί ένα στρώμα προστασίας που μπορεί να διατηρήσει την επιφάνεια της κατά 1° έως 2° θερμότερη. Τέλος ιδιαίτερα αποτελεσματική είναι η μείωση της συνολικής επιφάνειας της βόρειας όψης, είτε με βαθιές στέγες, είτε με επιχωμάτωση.



- Η στέγη και το δώμα

Η ακτινοβολία που δέχεται η επιφάνεια μιας νότια προσανατολισμένης στέγης, είναι πολύ λιγότερη από αυτήν που δέχεται η νότια κατακόρυφη επιφάνεια του κτιρίου, όπου η γωνία πρόσπτωσης φτάνει τις  $26,5^\circ$ .

Έτσι αν θέλουμε να έχουμε ανοίγματα στη νότια περιοχή της στέγης, είναι προτιμότερο αυτά να βρίσκονται στο νότιο αέτωμα δίριχτης στέγης, ή να δημιουργούνται νότιοι φεγγίτες με άνοιγμα στην κατακόρυφη νότια πλευρά τους.

Το δώμα δέχεται ακόμη λιγότερη ακτινοβολία απ' ό τι η κεκλιμένη στέγη. Η μεσημβρινή γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας στις 21 Δεκεμβρίου στο δώμα, είναι  $63,5^\circ$ . Άρα, είναι κυρίως προστατεύσιμη επιφάνεια.

Το δώμα και η στέγη των κτιρίων εμφανίζουν κατά κανόνα τις μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί τα θερμότερα στρώματα του αέρα του εσωτερικού χώρου ως ελαφρύτερα, συγκεντρώνονται πάντα στην οροφή του χώρου.

Η ανατολική και δυτική πλευρά του κτιρίου είναι πλευρές θερμικά ενδιάμεσες. Δέχονται για μικρό χρονικό διάστημα την ηλιακή ακτινοβολία (στις 21 Δεκεμβρίου περίπου 3,5 ώρες η κάθε μια), η οποία όμως είναι αξιοποιήσιμη, γιατί έχει σχεδόν οριζόντια κατεύθυνση και διεισδύει σε μεγάλο βάθος στο κτίριο.

Για τη βελτίωση της απόδοσης ενός ανατολικού ή δυτικού ανοίγματος τόσο κατά τη χειμερινή, όσο και κατά τη θερινή περίοδο, ιδιαίτερα ευνοϊκή θα ήταν μια στροφή αυτών των ανοιγμάτων προς Ν.

Είναι η πλευρά που δέχεται τα μεγαλύτερα ωφέλιμα φορτία το χειμώνα.

-Κατά τη χειμερινή περίοδο η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι η μεγαλύτερη όλου του χρόνου.

-ο ήλιος κινείται αυτήν την εποχή χαμηλά στο στερέωμα με αποτέλεσμα οι ακτίνες του να διεισδύσουν βαθιά μέσα στο κτίριο.

Έτσι η νότια όψη του κτιρίου καθίσταται η κατ' εξοχήν επιφάνεια της συλλογής και αξιοποίησης της ηλιακής ακτινοβολίας.

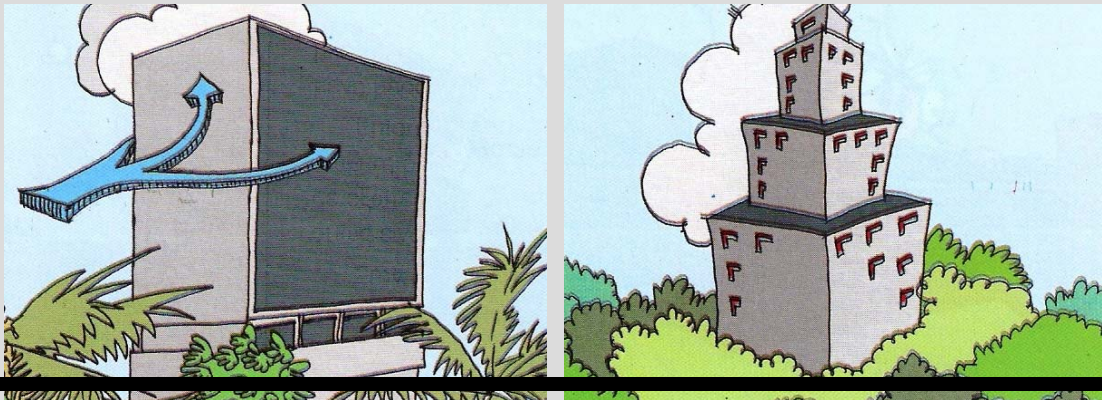
Οι νότιες τοιχοποιίες, θερμαίνονται από τον ήλιο και μπορούν να μεταφέρουν τη θερμότητα που παραλαμβάνουν από την εξωτερική, στην εσωτερική τους επιφάνεια. Σε συνθήκες καθημερινής ηλιοφάνειας, όταν έχουν σημαντικό πάχος χωρίς μόνωση, μπορούν να αποτελέσουν πηγή θερμικών προσόδων για το κτίριο.

Το χειμώνα όμως εμφανίζονται περίοδοι συννεφιάς που διαρκούν περισσότερο από 1 – 2 μέρες. Σ' αυτά τα διαστήματα, οι αμόνωτες νότιες τοιχοποιίες θα λειτουργούσαν ως γέφυρες μεταφοράς θερμότητας από το κτίριο προς τα έξω. Το γεγονός αυτό καθιστά αναγκαία την εξωτερική τους μόνωση.

Οι ισχυροί ψυχροί ή θερμοί άνεμοι, που πνέουν περιοδικά σε μία περιοχή, οφείλονται στην επίδραση (σε μακροκλιματικό επίπεδο) της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης και της θάλασσας και στην ατμόσφαιρα. Η ένταση, η συχνότητα εμφάνισής τους, η θερμοκρασία τους καθώς και η στάθμη υγρασίας τους αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν σοβαρά ή και διαμορφώνουν πολλές φορές, το μικροκλίμα ενός τόπου

Η αξιοποίηση των ψυχρών του ρευμάτων είναι δυνατό να μειώσει σοβαρά τα θερμικά φορτία των κτιρίων.

Τα κτίρια λειτουργούν σαν εμπόδια στον άνεμο και μέχρι ενός σημείου και σαν ανεμοπροστασία για τους εξωτερικούς χώρους. Αποτέλεσμα είναι ότι οι ταχύτητες του ανέμου στις πόλεις είναι γενικά μικρότερες απ' ό,τι στην ανοικτή ύπαιθρο. Αυτό μειώνει την διάχυση του θερμικού πλεονάσματος εντείνοντας την αστική θερμική νησίδα. Έχει επίσης επιπτώσεις και στη διασπορά των ρύπων και κατά συνέπεια και στην ποιότητα του αέρα και τον αερισμό των υπαίθριων χώρων και των κτιρίων. Ο τρόπος κίνησης του αέρα μέσα στην πόλη είναι συνάρτηση της γεωμετρίας του αστικού ιστού. Όπου οι δρόμοι είναι παράλληλοι προς την κατεύθυνση του ανέμου η κίνηση του αέρα είναι πιο ελεύθερη. Όσο φαρδύτεροι είναι οι δρόμοι τόσο λιγότερη είναι η αντίσταση στην κίνηση του αέρα. Όταν η κατεύθυνση του ανέμου σχηματίζει οξεία γωνία με τον δρόμο, η κίνηση μοιράζεται σε δυο, το ένα τμήμα ακολουθεί την κατεύθυνση του δρόμου. Οι ακάλυπτοι χώροι των οικοδομικών τετραγώνων παραμένουν συνήθως έξω από την πνοή του ανέμου. Τα ψηλά κτίρια και η διοχέτευση του αέρα μέσα από τα στενά φαράγγια των δρόμων προκαλούν πολύπλοκες κινήσεις με δίνες και στροβίλους δημιουργώντας μια σειρά από προβλήματα για τους γύρω χώρους, τα κτίρια και τους διαβάτες.

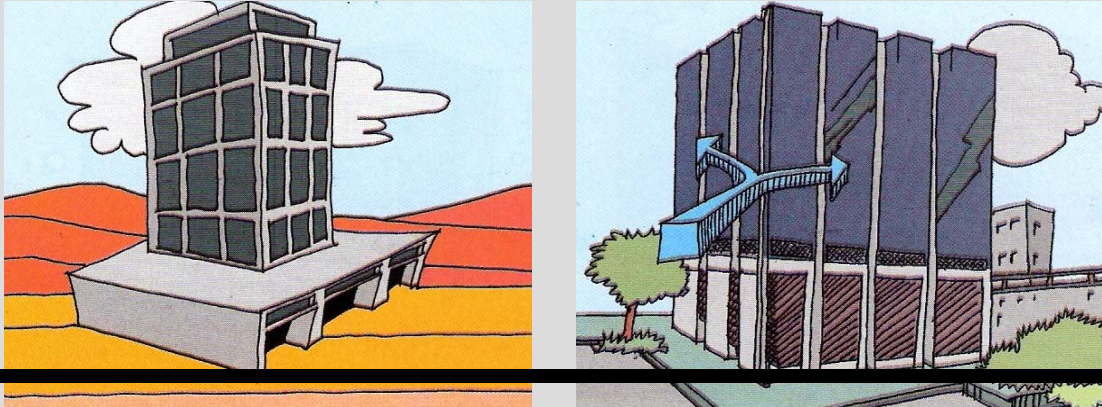


Εικόνα 26 Ευνοϊκές θέσεις των κτιρίων ως προς τον άνεμο α)το κτίριο στρέφει τη μικρότερη επιφάνεια του στον άνεμο β)το κτίριο έχει σχήμα πυραμίδας

Με δόμηση εν σειρά η ευθυγράμμιση των δρόμων με την κατεύθυνση του ανέμου επιτυγχάνει τον αποτελεσματικότερο αερισμό. Με πανταχόθεν ελεύθερα κτίρια καλύτερο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται όταν ο άνεμος πνέει με κλίση 45 μοιρών προς την κατεύθυνση του δρόμου.

Το κατά πόσο είναι επιθυμητή η μεταβολή της ταχύτητας ή η ευθυγράμμιση της κατεύθυνσης του ανέμου με τις αρτηρίες της πόλης εξαρτάται και από άλλους κλιματικούς παράγοντες.

Ένα γενικό κριτήριο είναι η ταχύτητα του ανέμου να μην υπερβαίνει τα 5m/s. Πάνω από αυτό το όριο ο άνεμος προκαλεί ενόχληση και πάνω από 10m/s γίνεται δυσάρεστος. Σε ψυχρά κλίματα η ανεμοπροστασία είναι ένας από τους περιβαλλοντικούς στόχους ιδιαίτερα όταν η δόμηση είναι αραιή.



Εικόνα 27 Ευνοϊκές θέσεις των κτιρίων ως προς τον άνεμο α)το κτίριο έχει πλατιά βάση, η οποία εμποδίζει τη δημιουργία στροβίλων στην επιφάνεια κίνησης πεζών, β)το κτίριο είναι τοποθετημένο διαγώνια στην κατεύθυνση του ανέμου

Η πτώση της θερμοκρασίας του αέρα την νύχτα επιτρέπει τη διάχυση θερμότητας από τις επιφάνειες κτιρίων και υπαίθριων χώρων. Παράλληλα, θερμότητα αποβάλλεται από τον ιστό της πόλης με την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας προς τον ουρανό. Αυτός είναι και ο κύριος φυσικός μηχανισμός για την απόρριψη του γήινου θερμικού πλεονάσματος. Η θερμοκρασία έξω από την ατμόσφαιρα της Γης βρίσκεται στο απόλυτο μηδέν (-273oC). Ψηλά στην ατμόσφαιρα η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται στους -40oC. Αυτό σημαίνει ότι προς την κατεύθυνση του ουρανού υπάρχει ένας εξαιρετικά ισχυρός απαγωγέας θερμότητας (heat sink). Η ένταση της διαφεύγουσας θερμικής ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερη στην περιοχή του ζενίθ, κατά τη διάρκεια της νύχτας και στο φάσμα των 8-14μm που αποτελεί το λεγόμενο "ατμοσφαιρικό" (φασματικό) παράθυρο (atmospheric window). Στις πόλεις οι κατακόρυφες επιφάνειες των κτιρίων και τα καταστρώματα των δρόμων έχουν ιδιαίτερα μειωμένη ορατότητα του ουρανού. Οι στέγες και τα δώματα και οι ανοικτοί υπαίθριοι χώροι έχουν καλύτερη ορατότητα αυτού του τμήματος του ουράνιου θόλου. Ένα τρίτο σημαντικό μέσο είναι ο εξατμιστικός δροσισμός. Η εξάτμιση είναι φυσικό φαινόμενο που λαμβάνει χώρα σε κάθε υδάτινη επιφάνεια. Η αλλαγή φάσης από νερό σε αέριο απορροφά θερμότητα μειώνοντας έτσι τη θερμοκρασία του αέρα ενώ παράλληλα αυξάνεται η περιεκτικότητά του σε υγρασία.

Για τη Θεσσαλονίκη ο σημαντικότερος άνεμος είναι ο Βαρδάρης. Είναι άνεμος ισχυρός, ψυχρός και ξηρός. Πνέει από Β - ΒΔ προς Ν - ΝΑ με μέση ταχύτητα 20 - 40 miles / h (~6-7 Beaufort).

Εμφανίζεται κατά μέσο όρο μία έως δύο φορές το μήνα, και πνέει επί ένα έως τρία 24ωρα. Παρ' όλο που πνέει περιοδικά, χαρακτηρίζει την πόλη, γιατί την επηρεάζει, όπως και την ευρύτερη περιοχή της (τη βλάστηση, τη στάθμη υγρασίας, και τις θερμοκρασίες), τόσο το καλοκαίρι, όσο και το χειμώνα. Το καλοκαίρι, η επίδραση του Βαρδάρη είναι εξαιρετικά ευεργετική.

Μειώνει δραστικά τις θερμοκρασίες, κατεβάζει τη στάθμη υγρασίας και απομακρύνει το νέφος απαλλάσσοντας την πόλη από το φαινόμενο της αναστροφής θερμοκρασίας.

Συμπερασματικά και με την προϋπόθεση ενός σωστού βιοκλιματικού σχεδιασμού, ο Βαρδάρης μπορεί να θεωρηθεί ως ευεργετικός και αξιοποιήσιμος άνεμος για όλες τις εποχές του έτους.



Εικόνα 28 Η Θεσσαλονίκη πριν το Βαρδάρη



Εικόνα 29 Η Θεσσαλονίκη μετά το Βαρδάρη

Η επίδραση των ανέμων στο κτιριακό κέλυφος σχετίζεται με δύο φαινόμενα μετάδοσης θερμότητας α) τη συναγωγή ανάμεσα στον άνεμο και την εξωτερική επιφάνεια του συμπαγούς κελύφους και β) τη μεταφορά μέσω των αρμών του κτιρίου (κουφώματα, στέγες κτλ).

- Με συναγωγή

Η κάθε πλευρά του κτιριακού κελύφους επηρεάζεται από τους ανέμους με τρόπο διαφορετικό και ανάλογο με τη θέση της και τη γωνία που σχηματίζει με την κατεύθυνση πνοής τους.

Στις προσήνεμες επιφάνειες του κτιρίου, που είναι κάθετες στην κατεύθυνση του ανέμου, εμφανίζεται αυξημένη πίεση, ανάλογη της ταχύτητάς του. Η αύξηση της αιολικής πίεσης μεγαλώνει τον συντελεστή συναγωγής.

Έτσι, στην περίπτωση ψυχρών ανέμων, εμφανίζονται αυξημένες απώλειες, ενώ στην περίπτωση θερμών ανέμων έχουμε αύξηση των θερμικών φορτίων στο κτίριο. Στις πλευρές των κτιρίων, που είναι παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου παρατηρείται αύξηση της ταχύτητας του ανέμου.

Η εξωτερική επιφάνεια του κελύφους έρχεται σε επαφή με κινούμενες, διαρκώς ανανεωνόμενες αέριες μάζες, πράγμα που ευνοεί το φαινόμενο της μετάδοσης θερμοκρασίας με συναγωγή.

Στις υπήνεμες πλευρές του κτιρίου, η μετάδοση θερμότητας μειώνεται, λόγω μείωσης της ταχύτητας του ανέμου (σκιά ανέμου) και εμφάνισης υποπίεσης.

Παρατηρείται όμως το δυσάρεστο φαινόμενο της δημιουργίας δινών και στροβίλων.

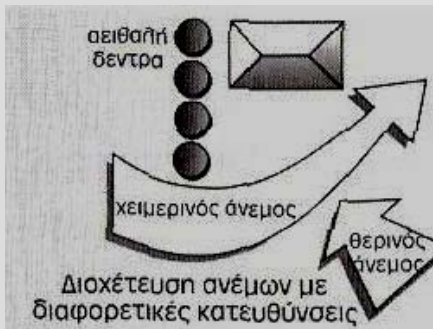
- Με μεταφορά μέσω αρμών

Οι πιο σημαντικοί αρμοί σ' ένα κτίριο είναι αυτοί που εμφανίζονται μεταξύ τοιχοποιίας και κασωμάτων ή μεταξύ τοιχοποιίας και ξύλινης στέγης.

Στις προσήνεμες πλευρές μεγάλων πιέσεων ο άνεμος διεισδύει, μέσω των αρμών, στο εσωτερικό του κτιρίου. Στις πλευρές όπου δημιουργείται υποπίεση (τις παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου) ο εσωτερικός αέρας του κτιρίου διαφεύγει προς τον εξωτερικό χώρο. Παρ' όλο που το δεύτερο φαινόμενο γίνεται πιο δύσκολα αντιληπτό από ότι το πρώτο, επιδρά εξίσου σημαντικά στη διατάραξη της εσωτερικής θερμικής άνεσης. Σε περιοχές με συχνούς ισχυρούς ανέμους απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό και την τοποθέτηση των κουφωμάτων, ανάλογα με τη θέση τους ως προς τον άνεμο.

Η πυκνότητα της δομής τους είναι αποφασιστικός παράγοντας της αποτελεσματικότητάς τους. Δεν πρέπει να αποτελούν φράγματα παρεμπόδισης των ανέμων, γιατί τότε προκαλούν μεγάλες πιέσεις στην προσήνεμη πλευρά τους και υπό πίεση με δυσάρεστους στροβίλους στην υπήνεμη. Πρέπει να παίζουν το ρόλο φίλτρου που μειώνει την ταχύτητα των ανέμων. Έτσι η πυκνότητά τους καθορίζεται από την ένταση των ανέμων στην κάθε συγκεκριμένη περίπτωση.

Το μήκος της έκτασης που προστατεύει ένας ανεμοφράκτες, μπορεί να φτάσει το δωδεκαπλάσιο, έως και το εικοσαπλάσιο του ύψους του.



Ανεμοφράκτες μπορούν να κατασκευαστούν από δομικά στοιχεία και υλικά (για παράδειγμα διάτρητοι τοίχοι ή «καφασωτά»), να δημιουργηθούν από τη σύνθεση ψηλής, χαμηλής και μέσου ύψους βλάστησης ή να αποτελούν συνδυασμό και των δύο περιπτώσεων.

Εικόνα 30

Η προστασία του συμπαγούς κελύφους (τοιχοποιίας) εξασφαλίζεται με την καλή εξωτερική μόνωση, η οποία σε περιοχές ισχυρών και συχνών ανέμων, πρέπει να ενισχύεται στις προσήνεμες πλευρές.

Η μείωση των απωλειών από τα ανοίγματα, επιτυγχάνεται με τη μείωση της επιφάνειάς τους ή τη βελτίωση της προστασίας τους στις προσήνεμες πλευρές καθώς και στις πλευρές που είναι παράλληλες με την πνοή των ανέμων.

Η βελτίωση της προστασίας επιτυγχάνεται με την προσθήκη τρίτου υαλοπίνακα ή και ενισχυμένων παντζουριών, με ιδιαίτερη φροντίδα για την πλήρη απόφραξη των αρμών των κουφωμάτων.

Οι ισχυροί άνεμοι δίνουν το καλοκαίρι κατά κανόνα την αίσθηση της δροσιάς, ανεξάρτητα σχεδόν από τη θερμοκρασία τους. Αυτό οφείλεται στο φαινόμενο της αύξησης του ρυθμού εξάτμισης του ιδρώτα, λόγω της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου.

Η αίσθηση αυτή μας ωθεί στο άνοιγμα των παραθύρων, ώστε τα ρεύματα να εισέρθουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Όμως ενώ έτσι δημιουργείται το αίσθημα της θερμικής άνεσης, δεν συντελείται ταυτόχρονα πραγματικός δροσισμός του κτιρίου.

Τα θερμά ισχυρά ρεύματα μεταδίδουν θερμότητα στα εσωτερικά δομικά στοιχεία του κτιρίου προσθέτοντας σημαντικά θερμικά φορτία στο εσωτερικό της κατασκευής, πράγμα που γίνεται έντονα αντιληπτό μετά τη διακοπή τους. Κατά τη διάρκεια της πνοής των θερμών ανέμων, είναι καλό τα προσήνεμα τουλάχιστον παράθυρα να είναι σφραγισμένα.

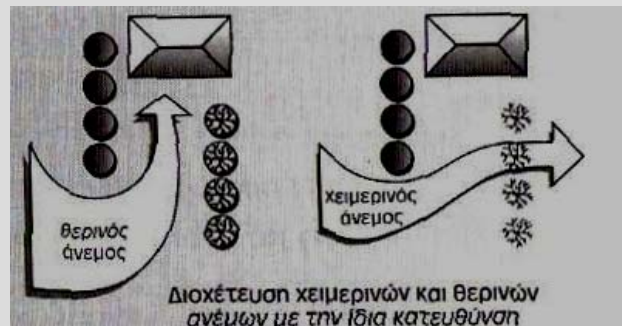
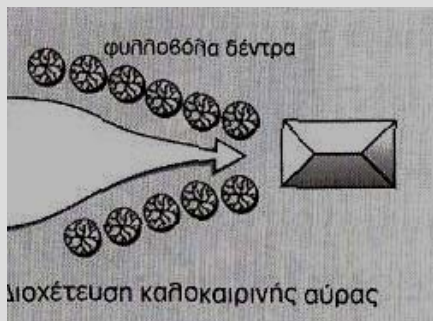
Επειδή ισχυροί θερμοί άνεμοι είναι κατά κανόνα οι νοτιάδες και η νότια πλευρά των βιοκλιματικών κτιρίων είναι η περισσότερο «ανοιχτή» στο περιβάλλον, η επισήμανση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Η αξιοποίηση των δροσερών καλοκαιρινών ανέμων, μπορεί να απαλλάσσει περιοδικά το κτίριο από σημαντικά θερμικά φορτία και αθροιστικά μπορεί να συμβάλει σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας δροσισμού κατά την θερινή περίοδο.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι ο Βαρδάρης, που ήδη αναφέρθηκε.

Η αξιοποίηση του δροσερού καλοκαιρινού ανέμου προϋποθέτει:

- α) την πρόβλεψη ανοιγμάτων εισόδου του στο κτίριο,
- β) μια εσωτερική διάταξη που να επιτρέπει τη διέλευσή του από όλους τους χώρους, τη μετάδοση θερμότητας με συναγωγή από όσο το δυνατό μεγαλύτερες επιφάνειες των δομικών στοιχείων στο εσωτερικό του κτιρίου και την δυνατότητα απαγωγής της θερμότητας με μεταφορά προς τον εξωτερικό χώρο,
- γ) την ύπαρξη ικανής θερμικής αδράνειας του κτιρίου και
- δ) την αποτελεσματική προστασία του κτιρίου τις επόμενες μέρες ώστε να καθυστερήσει η απορρόφηση νέων θερμικών φορτίων.



Εικόνα 31

Εικόνα 32



Στις περιοχές που δεν δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία και όπου δεν πνέουν ισχυροί άνεμοι, ο αέρας εμφανίζει μια φυσική θερμική διαστρωμάτωση. Οι ψυχρότερες αέριες μάζες, ως βαρύτερες καταλαμβάνουν τους χαμηλούς χώρους, κοντά στο έδαφος. Όσο απομακρυνόμαστε από το έδαφος, η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται.

Οι περιοχές γύρω από το κτίριο που μπορούν στη διάρκεια της μέρας να τροφοδοτήσουν τον εσωτερικό χώρο με δροσερό αέρα, είναι οι μόνιμα και περισσότερο σκιασμένες που βρίσκονται, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Δηλαδή οι χαμηλοί χώροι γύρω από τη βορινή πλευρά του κτιρίου.

Εάν προστατεύσουμε αυτούς τους χώρους με πρόσθετο σκιασμό κατακόρυφης υψηλής και χαμηλής βλάστησης, τόσο από την έμμεση ακτινοβολία όσο και από την άμεση των πρώτων πρωινών και των τελευταίων απογευματινών ωρών, μπορούμε να διατηρήσουμε σ' αυτές τις θέσεις σημαντικές μάζες δροσερού αέρα πολύτιμες για το δροσισμό του κτιρίου, σε όλη τη διάρκεια της ηλιοφάνειας.

Στις περιοχές που δέχονται άμεση ηλιακή ακτινοβολία, η θερμική διαστρωμάτωση του αέρα διαταράσσεται και εμφανίζονται στη θέση της αιολικά ρεύματα. Εκτός από αυτά τα τοπικά αιολικά ρεύματα, στη διάρκεια του καλοκαιριού, πνέουν καθημερινά απόγειες και θαλάσσιες αύρες.

Ο διαμπερής αερισμός, όταν δεν είναι ελεγχόμενος ως προς τη θερμοκρασία των ρευμάτων δροσισμού, συμβάλλει φαινομενικά και όχι πραγματικά στο δροσισμό των κτιρίων.

Στο εσωτερικό των κτιρίων παρατηρείται η θερμική διαστρωμάτωση του αέρα που περιγράφηκε. Ο θερμότερος αέρας συγκεντρώνεται στις οροφές των χώρων. Εκεί εγκλωβίζεται μεταξύ των δοκών, στο χώρο πάνω από τα υπέρυθρα, μένει ακίνητος, ακόμη και κατά τη διάρκεια οριζόντιου αερισμού, θερμαίνοντας τις δοκούς και τις πλάκες της οροφής.

Είναι αναγκαία η εξασφάλιση μεθόδων εναλλαγής ή επαγωγής αυτών των θερμών αερίων μαζών. Η εναλλαγή τους επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής. Οι ανεμιστήρες, για να είναι αποτελεσματικοί, πρέπει να έχουν το αναγκαίο μέγεθος και να λειτουργούν κατά τη διάρκεια της ημέρας αδιάκοπα.

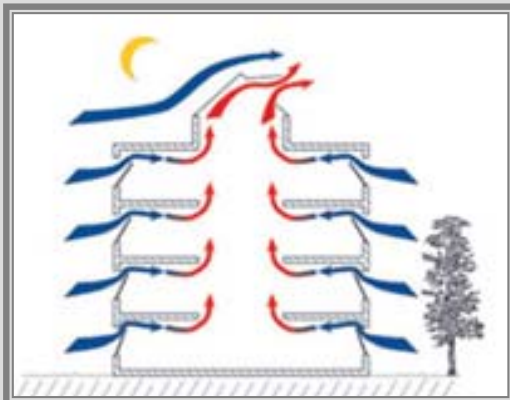


Εικόνα 33  
Κατακόρυφος  
αερισμός

Η απαγωγή του θερμού αέρα με τη φυσική άνωση μπορεί να εξασφαλιστεί όταν στην ανώτατη ζώνη των εσωτερικών χώρων προβλεφθούν δίοδοι προς τα έξω ή προς τους υπερκείμενους ορόφους. Αυτό συμβαίνει για παράδειγμα σε χώρους που γειτνιάζουν με κλιμακοστάσια, χωρίς τη μεσολάβηση δοκών, ή όταν μία από τις εξωτερικές δοκούς ενός χώρου είναι ανεστραμμένη και τα ανοίγματα εκείνης της πλευράς φτάνουν μέχρι την οροφή.

Το κλιμακοστάσιο, όπως και όλοι οι κατακόρυφοι χώροι που διατρέχουν το κτίριο σε όλο του το ύψος, αποτελούν ιδανική διάταξη κατακόρυφου αερισμού. Ευνοούν το φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού ή της καμινάδας. Το φαινόμενο αυτό διευκολύνεται από ανοίγματα μεγάλου μεγέθους στο ανώτατο τμήμα της απόληξης των κατακόρυφων αυτών χώρων. Οι διαφορές που εμφανίζονται στους κάθετους αυτούς χώρους, έχουν ως αποτέλεσμα τη διαφυγή θερμού αέρα προς το περιβάλλον από τα υψηλότερα επίπεδα και την εισαγωγή νέου από τα χαμηλά επίπεδα του κτιρίου. Ο νέος αέρας που εισέρχεται στο κτίριο πρέπει να έχει τη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία. Πρέπει να προέρχεται από σκιασμένες περιοχές κοντά στο περιμετρικό έδαφος του κτιρίου, όπου οι θερμοκρασίες είναι πλησιέστερες στο επίπεδο θερμικής άνεσης.

Ο κατακόρυφος αερισμός στηρίζεται στη θερμική διαστρωμάτωση του αέρα και στη φυσική ανοδική κίνηση των θερμότερων στρωμάτων του.



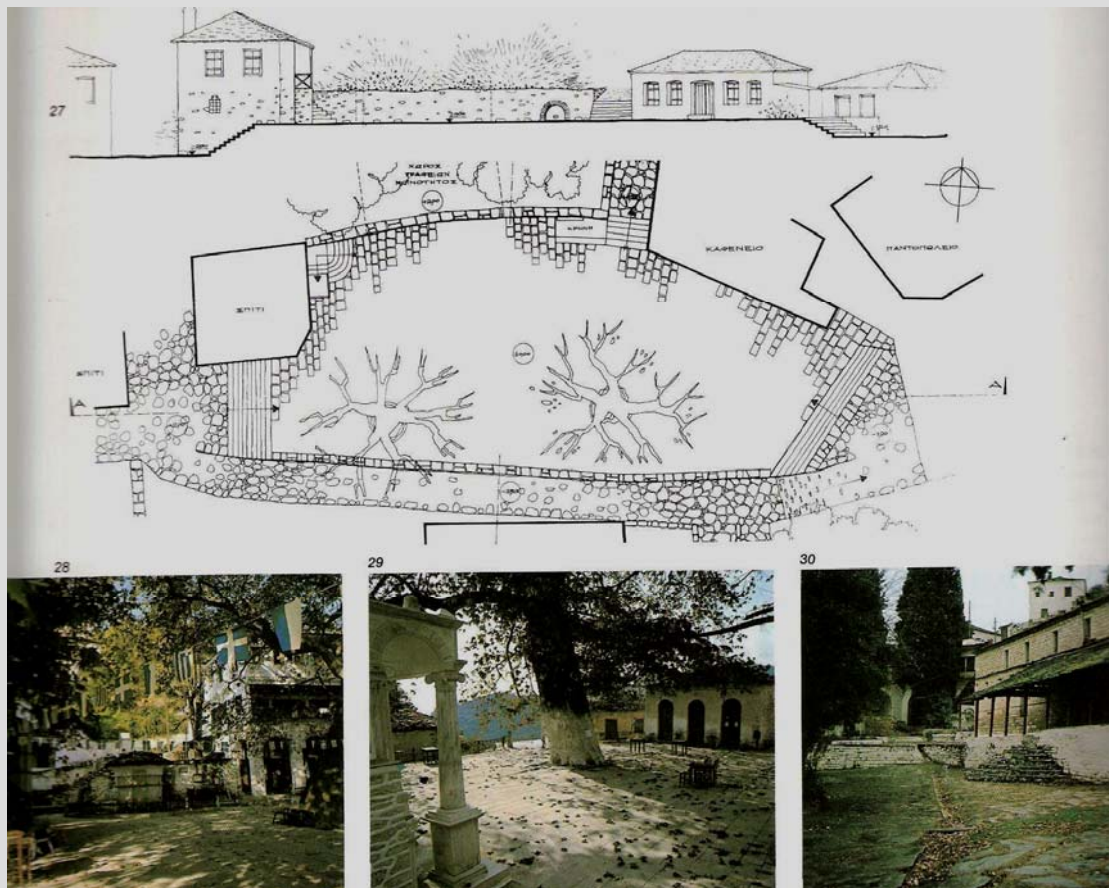
Δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ανέμων ή ρευμάτων, δεν δημιουργεί φαινόμενα όχλησης και μπορεί να εξασφαλίσει τον πιο αποτελεσματικό δροσισμό εάν ρυθμίσουμε την είσοδο αέρα χαμηλής θερμοκρασίας από τα κατώτερα επίπεδα του κτιρίου.

Εικόνα 34 Κατακόρυφος αερισμός

Η γνώση της πορείας του ήλιου καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αποτελεί αναγκαία προϋπόθεση για τον έλεγχο ηλιασμού – σκιασμού των διαφόρων επιφανειών. Οι ελεύθεροι, ανοικτοί αστικοί χώροι περιβάλλονται συνήθως από κτιριακούς όγκους οι οποίοι και σκιάζουν εποχιακά κάποιες περιοχές, ανάλογα με τον προσανατολισμό, την απόστασή τους από το χώρο και το τελικό τους ύψος.

Η σκίαση των ανατολικών και κυρίως δυτικών επιφανειών θα πρέπει να αποτελεί μία από τις βασικές μελέτες του χώρου για τη δημιουργία άνετων περιβαλλοντικών συνθηκών τη θερινή περίοδο όλες τις ώρες της ημέρας και την προσέλκυση χρηστών ακόμη και τις μεσημβρινές ώρες. Ο έλεγχος του ηλιασμού – σκιασμού των χώρων θα πρέπει να αφορά τόσο τη θερινή, όσο και τη χειμερινή περίοδο.

Τα μέτρα που θα μπορούσε να προτείνει κανείς εντάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αντιμετώπιση του προβλήματος με φυσικά μέσα, ή τεχνητές διατάξεις, σταθερές ή κινητές. Ο συνδυασμός των δύο θα αποτελούσε ίσως μία τρίτη ελκυστική αντιμετώπιση, όπου το τοπίο και η μορφή του χώρου θα εναλλάσσεται μεταξύ φυσικών και τεχνητών στρατηγικών (με χρήση ίσως φυσικών υλικών όπως ξύλο, πέτρα, κ.ά.).



Εικόνα 35

Ο σκιασμός των ελεύθερων χώρων μπορεί να επιτευχθεί με την επιλογή φυτικής κάλυψης. Η ποσότητα του επιθυμητού σκιασμού ελέγχεται με την επιλογή των κατάλληλων φυτών.

Εάν για παράδειγμα επιδιώκεται άφθονη σκιά, τα πλατάνια ή τα σφενδάμια θα αποτελούσαν μία καλή επιλογή καθώς αυτά αναπτύσσουν ένα πυκνό πλέγμα φυλλώματος. Στις περιπτώσεις όμως που επιδιώκεται ο απρόσκοπτος ηλιασμός των επιφανειών τη χειμερινή περίοδο, οι επιλογές θα έπρεπε να στρέφονται στη λύση των φυλλοβόλων δέντρων τα οποία και επιτρέπουν τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας διαμέσου του γυμνού από φύλλωμα σκελετού και συνεπώς συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας των κατώτερων στρωμάτων αέρα, των κτιριακών κελυφών και φυσικά δημιουργούν αίσθημα θερμικής άνεσης στους ανθρώπους. Η επίδραση της βλάστησης εξαρτάται από το είδος και το μέγεθος των φυτών. Γενικά όμως είναι γνωστό ότι τα φυτά μπορεί να απορροφήσουν έως και το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα μειώνουν έως και 10% την ταχύτητα του ανέμου. Το τελευταίο, θεωρείται μία ασυμβίβαστη λειτουργία με αυτή που θέλει ενισχυμένη την κυκλοφορία του αέρα τη θερινή περίοδο, για λόγους φυσικού δροσισμού. Η επιλογή δέντρων με γυμνό από φύλλωμα τον κορμό τους θα αποτελούσε μία λύση που θα επέτρεπε την κυκλοφορία του αέρα στο επίπεδο ζωής.

Στις τεχνητές διατάξεις, θα μπορούσε να αναφέρει κανείς: σταθερά ή κινητά ρυθμιζόμενα στέγαστρα με την υπόδειξη της πρόβλεψης ανοιγμάτων αερισμού στο ψηλότερο σημείο, ώστε να απεγκλωβίζεται ο θερμός υποκάτω αέρας και να διευκολύνεται η κίνησή του, και επιπλέον με επιλογή υλικών στέγασης που να απωθούν την ηλιακή ακτινοβολία (ανοικτού χρώματος πανιά, ξύλινες πέργκολες με αναρριχόμενα φυλλοβόλα φυτά).

Η διευκόλυνση της κίνησης του αέρα τη θερινή περίοδο, θα μπορούσε να επιτευχθεί με πρόβλεψη ειδικών διατάξεων για την εξαναγκασμένη κίνησή του στο χώρο ζωής της βυθισμένης πλατείας. Ενισχυτικά στο δροσισμό των ελεύθερων αστικών χώρων εκτός των συστημάτων σκίασης και της επίδρασης της φυτικής κοινότητας, θα μπορούσαν να επιδράσουν και οι υδάτινες επιφάνειες (λίμνες, ρυάκια κ.ά.) με στόχο την περαιτέρω αύξηση του εξατμιστικού δροσισμού. Αυτές εκτός από το γεγονός ότι αναβαθμίζουν ποιοτικά τους ελεύθερους αστικούς χώρους, συντελούν και στον έλεγχο των κλιματικών τους συν-θηκών, καθώς απορροφούν μεγάλα ποσά θερμότητας από τον θερμό αέρα του περιβάλλοντος, ανάλογα φυσικά με την έκταση και τον υδάτινο όγκο. Αν αυτές οι υδάτινες επιφάνειες συνδυαστούν και με συστήματα όπως, πίδακες, σιντριβάνια, καταρράκτες κ.λ.π., τότε βελτιώνεται και η βιοκλιματική λειτουργία τους, αλλά και η αισθητική του συγκεκριμένου μέτρου. Γενικά αναφέρεται ότι οι υδάτινες επιφάνειες παρουσιάζουν μικρή ανακλαστικότητα, έως 30% τις περιόδους με μέγιστη ηλιακή ακτινοβολία και μεγάλη απορροφητικότητα που μπορεί να φθάσει έως και 90%. Η απορρόφηση, ενεργοποιεί συγχρόνως την εξάτμιση από την επιφάνεια του ύδατος, με αποτέλεσμα τη μετρίαση των εξωτερικών θερμοκρασιών και την επίτευξη καλλίτερων συνθηκών ζωής στους συγκεκριμένους χώρους όπου και εφαρμόζεται το μέτρο.

Ο συνδυασμός των παραπάνω τεχνικών (σκιασμός, φύτευση, υδάτινες επιφάνειες) πιστεύεται ότι λύνει σε μεγάλο βαθμό πολλά από τα προβλήματα που παρουσιάζονται κυρίως τη θερινή περίοδο στους ανοικτούς αστικούς χώρους. Τη χειμερινή αντίστοιχα περίοδο, η απενεργοποίηση της λειτουργίας των παραπάνω, καθώς και η διευκόλυνση του ηλιακού φωτός, ώστε αν είναι δυνατό να καλύψει μεγαλύτερη επιφάνεια του χώρου, αποτελούν σχεδιαστικούς χειρισμούς και παρεμβάσεις με αναμφισβήτητη αποτελεσματικότητα.



Εικόνα 36 Πλατεία Λευκού Πύργου, Θεσσαλονίκη

### Παθητικά ηλιακά συστήματα \_από την παραδοσιακή στη σύγχρονη αρχιτεκτονική

#### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

##### 4\_1 Εισαγωγή

##### 4\_2 Περιβαλλοντικός σχεδιασμός στην Ελλάδα – Η πρόσφατη παράδοση

##### 4\_3 Τρόποι προσαρμογής κτιρίων στις περιβαλλοντικές συνθήκες

- Το εξωτερικό περίβλημα
- Ο ημιυπαίθριος χώρος και η αυλή

##### 4\_4 Τα παθητικά ηλιακά συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους

- Η ηλιοπροστασία ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός/φωτισμός των χώρων
- Απόδοση του συστήματος
- Άμεσα ηλιακά κέρδη – Θερμική άνεση

##### 4\_5 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

- Ηλιακοί τοίχοι μάζας
- Ηλιακοί τοίχοι Trombe
- Ηλιακοί τοίχοι και θερμική άνεση
- Απόδοση του συστήματος
  1. το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου,
  2. το πάχος του τοίχου και τα υλικά της κατασκευής του,
  3. το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του
- Φυτεμένες στέγες-δώματα, φυτεμένοι τοίχοι
- Τοίχος νερού
- Αεροσυλλέκτες

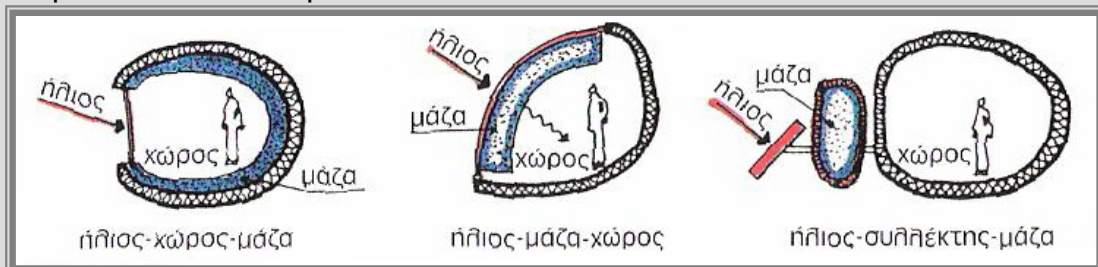
##### 4\_6 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους

- Ηλιακός χώρος - Θερμική συμπεριφορά
- Απόδοση συστήματος ηλιακού χώρου
  1. Ο προσανατολισμός και η σύνδεση του με το κτίριο,
  2. Το μέγεθος του,
  3. Τα υλικά κατασκευής και η κλίση του υαλοστασίου
- Ηλιακό αίθριο

Στο κέλυφος του κτιρίου γίνονται ανταλλαγές θερμότητας, ανάμεσα στο κτίριο και το εξωτερικό περιβάλλον του. Τα κύρια αρχιτεκτονικά στοιχεία τα οποία ρυθμίζουν τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου είναι:

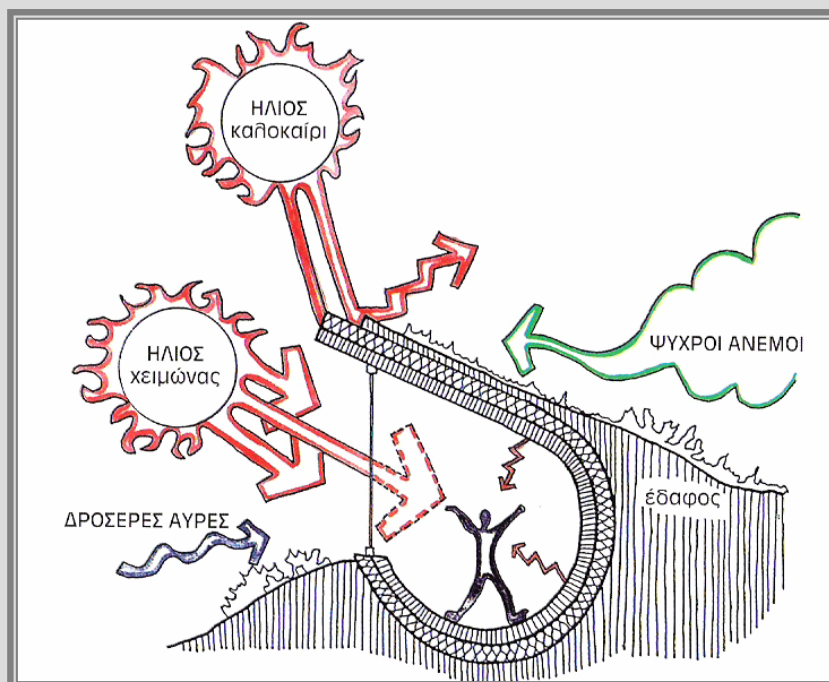
- Τα ανοίγματα του
- Η μάζα (δομικά στοιχεία απορρόφησης και αποθήκευσης θερμότητας)
- Οι μονώσεις
- Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα χαρακτηριστικά αυτά στοιχεία του κελύφους, μέσω του ενεργειακού σχεδιασμού, διαδραματίζουν ένα ρόλο σημαντικό στην διαδικασία ανταλλαγής θερμότητας, ένα ρόλο 'ενεργητικό', με την έννοια ότι προσθέτουν και συγκρατούν στο κτίριο την ηλιακή θερμότητα. Το κρίσιμο, βέβαια, ζήτημα είναι αυτή η συνεισφορά θερμότητας να μην επιβαρύνει τον εσωτερικό χώρο την περίοδο του καλοκαιριού.



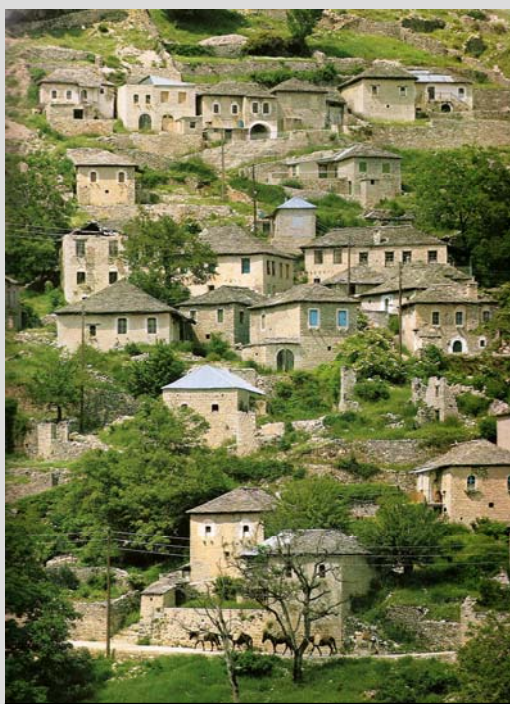
Εικόνα 37 σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας συλλογής και αποθήκευσης της ηλιακής ενέργειας από το κέλυφος του κτιρίου

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν 'ήπιες' τεχνικές και τεχνολογίες, στην ουσία κατασκευές ενταγμένες στο κέλυφος, οι οποίες επαυξάνουν τη δυνατότητα απορρόφησης της ηλιακής ενέργειας και συμβάλλουν αποτελεσματικότερα στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ονομάζονται παθητικά διότι λειτουργούν βάση των φυσικών φαινομένων χωρίς μηχανική υποστήριξη.

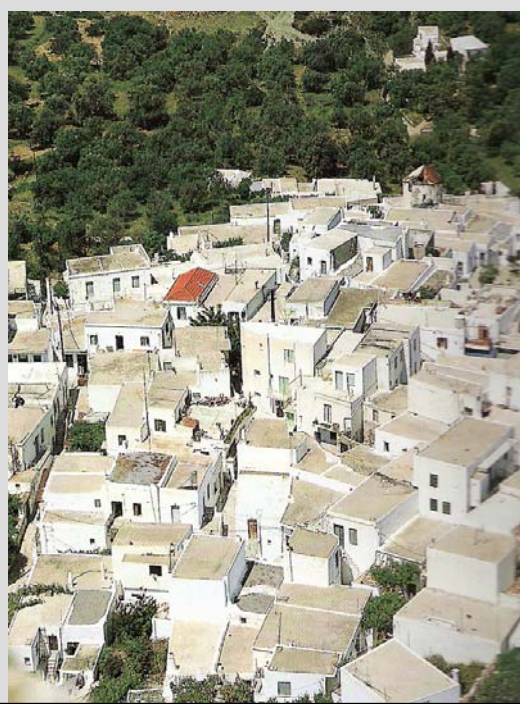


Εικόνα 38 Διαγραμματικό κέλυφος που αξιοποιεί τα θετικά κλιματικά στοιχεία

Το ενδιαφέρον για τους ελληνικούς παραδοσιακούς οικισμούς και γενικά για τη λαϊκή μας αρχιτεκτονική ξεκίνησε από τους ξένους περιηγητές που επισκέφτηκαν τη χώρα μας από το 16<sup>ο</sup> αιώνα και μετά. Ωστόσο, κατά τον 20<sup>ο</sup> αιώνα τη σχετική έρευνα διεξήγαγαν λαογράφοι (Χατζημιχάλη, Μέγας κ.α.) και όχι αρχιτέκτονες, με μόνη ίσως φωτεινή εξαίρεση τους Α. Ζάχο και Δ. Πικιώνη. Μόνο την περίοδο μετά το Β' παγκόσμιο πόλεμο πρώτος ο Α. Κωνσταντινίδης διαπιστώνει τη γενικότερη σημασία των παραδοσιακών κτιρίων ως 'δοχείων ζωής', με αξία διαχρονική, τα οποία προσφέρουν στους σημερινούς αρχιτέκτονες μαθήματα δημιουργίας χώρων κατεξοχήν προσαρμοσμένων στις ανθρώπινες ανάγκες. Στη συνέχεια ο Π. Μιχελής, μέσα από την εργασία που πραγματοποίησε στη σχολή αρχιτεκτόνων στο πλαίσιο των μαθημάτων που παρέδιδε με αντικείμενο τη μορφολογία, αρχίζει μια συστηματική εξέταση των παραδοσιακών κτισμάτων και οικισμών.



Εικόνα 39 Συρράκο Ιωαννίνων



Εικόνα 40 Σποράδες, Σκύρος, άποψη της χώρας

Όταν μελετάμε τους παραδοσιακούς οικισμούς, παρατηρούμε, στην περίπτωση που νεότεροι οικισμοί δημιουργήθηκαν κοντά ή πάνω στα ερείπια παλιότερων, μεγάλη ομοιότητα στη θέση και στις διατάξεις των δρόμων αλλά και στον προσανατολισμό των κατοικιών. Αυτή η διαπίστωση ερμηνεύεται από πολλούς μελετητές με τη λειτουργία της συλλογικής μνήμης των κατοίκων της, της εμπειρίας αλλά και της ύπαρξης βασικών ανθρώπινων αναγκών, που είναι αναλλοίωτες στο πέρασμα των αιώνων. Έτσι, οι αναλλοίωτοι στο πέρασμα του χρόνου παράγοντες διατηρούσαν εκείνα τα κριτήρια επιλογής τόπου και εκείνες τις αρχές σχεδιασμού που πρώτος ο Αριστοτέλης είχε διατυπώσει για την κατοικία και τους οικισμούς με βάση την 'υγεία' και την ασφάλεια.



Οι αρχές του Αριστοτέλη σχετίζονται με τέσσερα βασικά φυσικά χαρακτηριστικά, **το έδαφος, τον αέρα, το νερό και τον ήλιο**, που πρέπει να εξασφαλίζουν η θέση και η οργάνωση ενός οικισμού, δηλαδή έχουν άμεση σχέση με τον προσανατολισμό. Δεν πρέπει λοιπόν να απορούμε για το γεγονός ότι ο πιο γνωστός πολεοδόμος της αρχαιότητας, ο Ιππόδαμος ο Μιλήσιος, που έδωσε το όνομα του στην με ορθογώνιο κάναβο οργάνωση πολλών αρχαίων πόλεων (Πειραιάς, Μίλητος, Πριήνη, Όλυθος κ.α.), ονομάζεται και 'μετεωρολόγος'.



Εικόνα 41

Πολλούς αιώνες αργότερα βρίσκουμε τον ίδιο προβληματισμό ν' αναπτύσσεται από τον Γ. Γαζή, όταν διατυπώνει το λήμμα 'τοποθεσία κατάλληλοι δια χώραν ή μικράν πόλιν' στο λεξικό Επαναστάσεως των Ελλήνων, το 1847. Εξετάζοντας ως παράδειγμα τις τοποθεσίες όπου μπορεί να μεταφερθεί ένα χωριό της Ηπείρου, το Δελβινάκι, γράφει ότι τα σπίτια πρέπει να είναι στον 'κατήφορον' ενώ οι εκκλησίες και τα σχολεία να είναι σε 'ισάδιον', τα χωράφια να είναι 'προσηλιακά' και η ποιότητα και η ποσότητα του νερού κατάλληλες και επαρκείς.

Την οικιστική οργάνωση των παραδοσιακών οικισμών όπως αυτή εξελίσσεται στο χρόνο καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και οι εκάστοτε φυσικές (όπως π.χ. για την Ελλάδα η σεισμική δραστηριότητα), κοινωνικές και ιστορικές μεταβολές.

- Το εξωτερικό περίβλημα

Από την άποψη του κλίματος μπορούμε να διαιρέσουμε την Ελλάδα σε τρεις ζώνες. Η πρώτη, η 'παράκτια', περιλαμβάνει τα νησιά και τις περιοχές των ακτών (Α), η δεύτερη, η πεδινή 'μεσόγειος' ζώνη, περιλαμβάνει τις πεδιάδες αλλά και τα μικρού ύψους βουνά και η τρίτη, η 'ορεινή', αναφέρεται στις ορεινές περιοχές της Ελλάδας.

Τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά κάθε ζώνης είναι τα εξής:

**Πρώτη ζώνη:** ηλιοφάνεια στο μεγαλύτερο μέρος του έτους με παροδικές συννεφίες, συχνούς ψυχρούς βόρειους ανέμους το χειμώνα αλλά και το καλοκαίρι, μεγάλη εαρινή περίοδο με υψηλές θερμοκρασίες, διαρκείς και έντονες θαλάσσιες απόγειες αύρες.

**Δεύτερη ζώνη:** βροχές και μερικές χιονοπτώσεις το χειμώνα και συννεφίες με κάποια διάρκεια, καθαροί ουρανοί το καλοκαίρι και κάποτε κύματα καύσωνα, αφού οι βόρειοι άνεμοι δεν έχουν μεγάλη συχνότητα.

**Τρίτη ζώνη:** ψυχρός χειμώνας με βροχές, συχνές χιονοπτώσεις και βόρειους ανέμους αλλά και ενίοτε με μέρες ηλιόλουστες, σχετικά ψυχρά καλοκαίρια με ισχυρούς ανέμους.

Σε εκείνους τους παραδοσιακούς οικισμούς όπου τα κτίσματα αποτελούν ένα πυκνό ενιαίο σύνολο με κοινές μεσοτοιχίες και πολλά πατώματα σημασία έχει για τη θερμική άνεση, η προστασία των επιφανειών εκείνων που είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένες στον ήλιο, όπως τα δώματα καθώς και ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων των τοίχων (πόρτες/παράθυρα). Οι μικρές ιδιωτικές αυλές, όπου υπάρχουν, βοηθούν στον έλεγχο των κλιματολογικών συνθηκών. Αντιθέτως, σε κτίσματα που βρίσκονται σε οικισμούς με πιο χαλαρή δομή και που έχουν κατασκευαστεί ως ανεξάρτητες οικοδομές σε σχετικά μεγάλο οικόπεδο τα στοιχεία που παίζουν ρόλο στη καλή ενεργειακή συμπεριφορά τους είναι ο προσανατολισμός, ο τύπος των ανοιγμάτων καθώς και τα δομικά στοιχεία της αυλής (στοές, προστεγάσματα κ.λπ.).



Εικόνα 42 Σιφνέικη κατοικία

- Ο ημιυπαίθριος χώρος και η αυλή

Όπως έλεγαν κάποιοι περιηγητές, 'οι Έλληνες χρίζουν τα σπίτια τους ώστε να μένουν έξω από αυτά'. Και είναι αλήθεια ότι ένα μεγάλο μέρος της ημέρας το περνάμε σε υπαίθριους ή ημιυπαίθριους χώρους. Το κλίμα στις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι ήπιο και φιλικό προς τον άνθρωπο. Έτσι, π.χ., η ηλιοπροστασία το καλοκαίρι μπορεί να εξασφαλιστεί με ένα απλό προστέγασμα, ενώ το χειμώνα για να καθίσει κανείς στην αυλή τις μέρες με ήλιο δεν απαιτείται παρά η προστασία από τους ψυχρούς ανέμους. Ακόμη και η βροχή, που δεν είναι δυνατή ή συνεχής, δεν εμποδίζει να πραγματοποιούνται δραστηριότητες στο ύπαιθρο όταν εξασφαλιστεί ένα απλό στέγαστρο που να προστατεύει.

Το στοιχείο της αυλής έχει χρησιμοποιηθεί από πολύ παλιά στην Ελλάδα και το συναντάμε κυρίως στην αρχαία εποχή και σπανιότερα στα βυζαντινά χρόνια, αφού η βυζαντινή οικία δεν ακολουθούσε συγκεκριμένους τύπους και παρουσίαζε μεγάλη ποικιλία μορφών. Ωστόσο, ο ημιυπαίθριος χώρος καθώς και η αυλή συναντιούνται συχνότερα σε πολλά κτίσματα της ύστερης βυζαντινής περιόδου, δηλαδή από το 10<sup>ο</sup> έως το 15<sup>ο</sup> αιώνα.



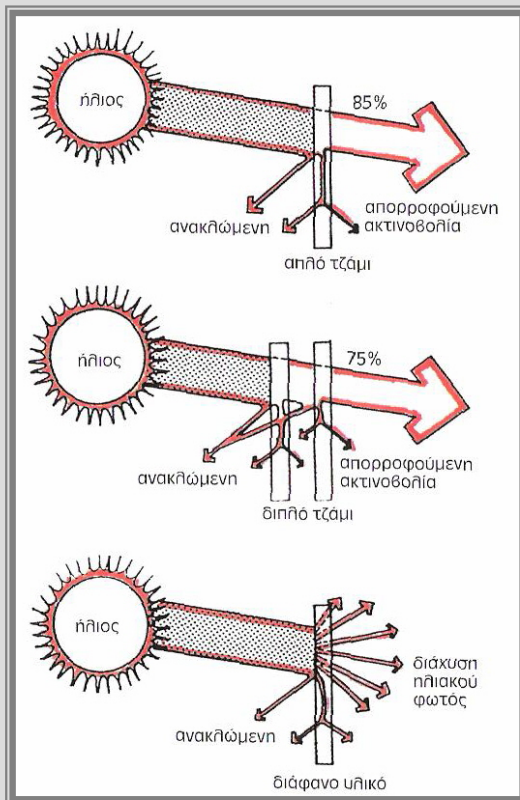
Εικόνα 43  
Σιφνέικη κατοικία

Η περιτοιχισμένη αυλή, όμως, παίζει και το ρόλο της ηλιοπροστασίας. Ανάλογα με το ύψος των ορόφων και των τοίχων, τα δωμάτια που βρίσκονται γύρω από αυτήν προστατεύονται όχι μόνο από τον άνεμο αλλά και από τον ήλιο, καθώς οι περιμετρικοί τοίχοι σκιάζουν τις απέναντι πλευρές. Παράλληλα, ένα άλλο χαρακτηριστικό στοιχείο της τυπολογίας των αρχαίων κτισμάτων που αναπτύχθηκε και ως ανεξάρτητο κτίριο στο δημόσιο χώρο, η στοά, στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική εντάσσεται στην ίδια την κατοικία ή στις εκκλησίες ως ημιυπαίθριος χώρος (χαγιάτι, γαλαρία, νάρθηξ). Έτσι προσφέρει ένα φωτεινό χώρο για εργασία κατά τη διάρκεια του χειμώνα ενώ ταυτόχρονα προστατεύει από τον ήλιο μια πλευρά του σπιτιού και συγκεκριμένα τον τοίχο στον οποίο έχει προσαρτηθεί.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τρόπο θερμικής λειτουργίας τους:

- σε συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους
- σε συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους
- σε συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους

### Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους



Εικόνα 44 ποσοστό του ηλιακού φωτός που διαπερνά το γυαλί

Το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί χαρακτηριστικό στοιχείο του κελύφους, γιατί προσφέρει τη 'διαφάνεια', αναγκαίο στοιχείο για την επικοινωνία του εσωτερικού με τον έξω χώρο. Η εξέλιξη στην τεχνολογία του γυαλιού προσφέρει άπειρες δυνατότητες στη χρήση του είτε υπό την μορφή διάφανων κελυφών, είτε υπό μορφή επιλεκτικής διαφάνειας, ανάλογα με τις προθέσεις επικοινωνίας.

Το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί το απλούστερο σύστημα συλλογής της ηλιακής ενέργειας, αρκεί να είναι προσανατολισμένο προς το νότο (με αποκλίσεις  $\pm 6^\circ$  ανατολικά ή δυτικά του νότου). Τα νότια ανοίγματα συμμετέχουν πάντα θετικά στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου

Οι παράγοντες που καθορίζουν την αποτελεσματική λειτουργία των συστημάτων με άμεσο κέρδος είναι:

- οι γυάλινες επιφάνειες να έχουν νότιο προσανατολισμό,

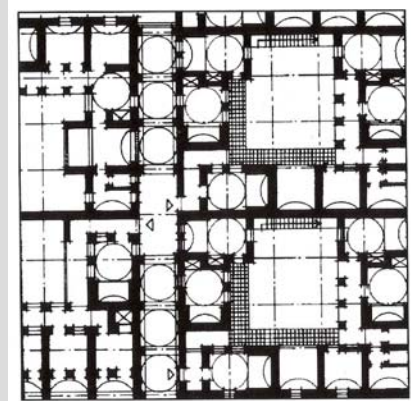


Εικόνα 45 Παθητική ηλιακή κατοικία στο Velieux, Γαλλία - Νότια ανοίγματα

- η θερμική μάζα του κτιρίου να είναι επαρκής, έτσι ώστε να απορροφάται και να αποθηκεύεται η συλλεγείσα θερμότητα,

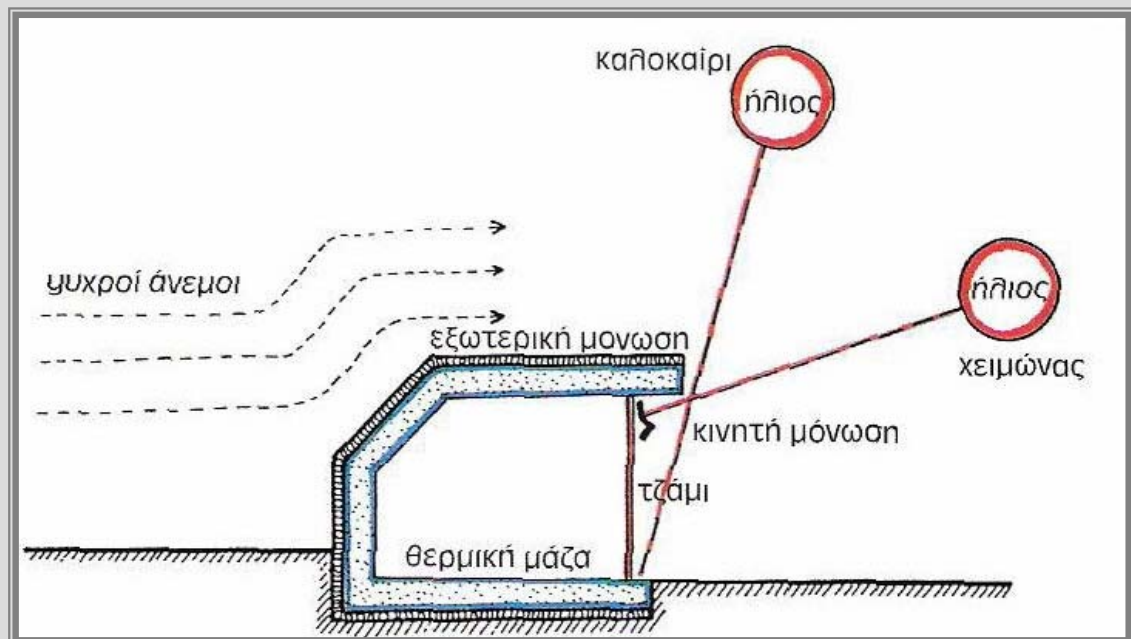


Εικόνα 46 Αίγυπτος, χωριό Baris στην όαση Al-Kharga, Hassan Fathy



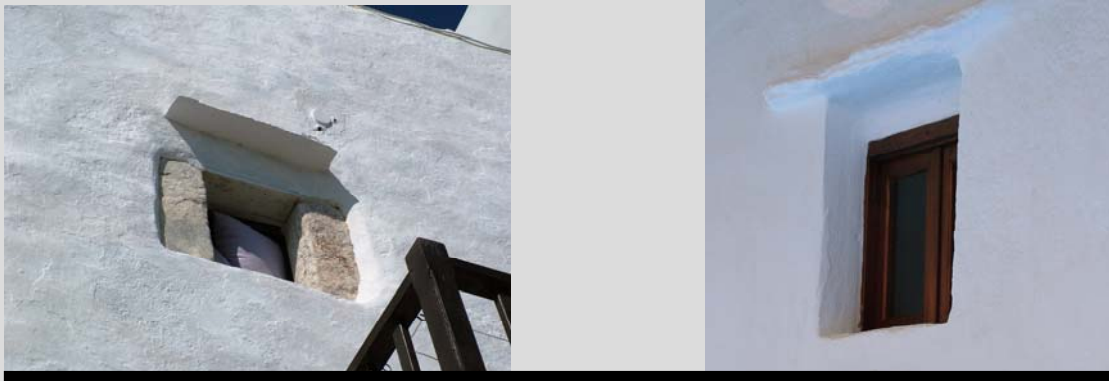
Εικόνα 47 Συγκρότημα κατοικιών στο Aglasterhansen, Γερμανία

- το κέλυφος του κτιρίου να είναι θερμικά προστατευμένο στην εξωτερική πλευρά,
- τα ανοίγματα να είναι εξοπλισμένα με νυχτερινή μόνωση, δηλαδή κινητά εξώφυλλα μονωμένα ή έστω με εσωτερική θερμική προστασία.



Εικόνα 48 Διαγραμματικό κέλυφος με άμεσα ηλιακά κέρδη

Στα παραδοσιακά κτίσματα η θέση και οι διαστάσεις των ανοιγμάτων (παράθυρα, πόρτες) επιλέγονται με κριτήρια την ασφάλεια, τον νότιο προσανατολισμό και σε αρκετές περιπτώσεις τη θέα προς μια κατεύθυνση, που βοηθά τον οπτικό έλεγχο μιας περιοχής είτε για λόγους λειτουργικούς (άφιξη/αναχώρηση πλοίων) είτε για λόγους ασφάλειας (προσπέλαση). Είναι σχετικά περιορισμένων διαστάσεων και το σύνολο του εμβαδού τους σε μία όψη κυμαίνεται από το 1/5 έως το 1/10 της συνολικής επιφάνειας της συγκεκριμένης όψης. Έτσι δεν αυξάνονται οι θερμικές απώλειες. Από την άλλη πλευρά όμως, και ιδιαίτερα στις ορεινές περιοχές της χώρας, τα μικρά παράθυρα δεν εξασφαλίζουν στους χώρους επαρκή φυσικό φωτισμό, με αποτέλεσμα αυτοί να είναι σκοτεινοί και να φωτίζονται με τεχνητό τρόπο ή από τη φωτιά του τζακιού κατά τη διάρκεια του χειμώνα.



Εικόνα 49 Παράθυρα, Σίφνος

Κλιματικό στοιχείο αποτελούν τα συνεχή παράθυρα που παρουσιάζονται στους τελευταίους ορόφους των κτισμάτων της Κεντρικής και της Βόρειας Ελλάδας (Πήλιο, Αμπελάκια, Βέροια, Σιάτιστα κ.λπ.). Τα παράθυρα προέκυψαν από κλείσιμο του εξώστη που υπήρχε κατά το 17<sup>ο</sup> και 18<sup>ο</sup> αιώνα και εξυπηρετούσε το χώρο που χρησιμοποιούσε η οικογένεια το καλοκαίρι. Γι' αυτό και αρχικά δεν είχαν τζάμια, παρά μόνο απλά παντζούρια ('κανάτια', 'κεπέγκια', 'σκούρα') που προστατεύουν τους χώρους από τον ήλιο και παράλληλα επέτρεπαν το συνεχή αερισμό τους. Θερμική μόνωση δεν απαιτούσε ο χώρος αυτός, οι τοίχοι του οποίου εξάλλου δεν ήταν από λιθοδομή ή πλινθοδομή, αλλά από λεπτά ξυλόπηκτα πετάσματα (τσατμάς, σαχνισί) στα οποία και εντάσσονται τα ανοίγματα.

Όπως ήδη επισημάνθηκε, τα ανοίγματα, παράθυρα ή πόρτες στην ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική δεν ήταν γενικά μεγάλων διαστάσεων. Αυτό οφείλεται κυρίως στην προσπάθεια για προστασία του σπιτιού τόσο από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (ήλιο, ανέμους, βροχή) όσο και από τον κίνδυνο των παραβιάσεων. Οι μικρές σχετικά διαστάσεις τους περιόριζαν και τις θερμικές απώλειες το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι το σπίτι, έστω και όχι τόσο φωτεινό, ήταν δροσερό. Τζάμια στο 16<sup>ο</sup>, 17<sup>ο</sup>, και 18<sup>ο</sup> αιώνα δεν χρησιμοποιούνταν γιατί ήταν ακριβά και δυσεύρετα. Η προστασία των παραθύρων γινόταν με τα ξύλινα συμπαγή εξώφυλλα, που αργότερα εξελίχθηκαν και σε στοιχείο ηλιοπροστασίας. Όταν τα τζαμιλίκια αρχίζουν να εμφανίζονται, τότε προκύπτει θέμα στήριξης τους στην υπάρχουσα κάσα.

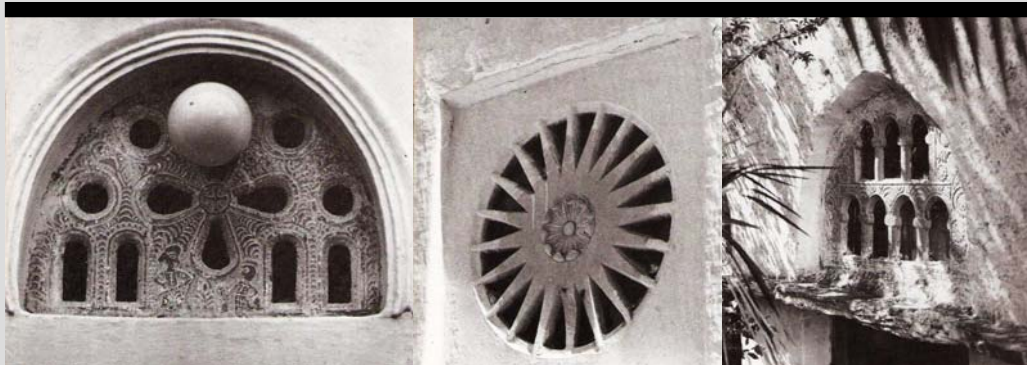
Στις περιοχές όπου υπήρχε τεχνογνωσία γύρω από τις ξύλινες κατασκευές η τοποθέτηση τους γίνεται εσωτερικά και τα εξώφυλλα ανοίγουν προς τα έξω. Σε άλλες όμως περιοχές, ιδιαίτερα στη νησιωτική Ελλάδα, υιοθετείται μια λύση

απλούστερη, αλλά καθόλου πρακτική. Προστίθεται μια κάσα έξω από τα εξώφυλλα και εκεί αναρτώνται τα νέα υαλοστάσια. Έτσι μπορούν ν' ανοίγουν προς το εσωτερικό, όπως και τα παντζούρια, αλλά το παράθυρο δεν προστατεύεται από τον ήλιο, αφού τα εξώφυλλα είναι εσωτερικά.



Εικόνα 50 Κατοικία Πήλιο

Γύρω στο 18<sup>ο</sup> αιώνα εμφανίζονται οι φεγγίτες, απομίμηση μορφών και στοιχείων της πρωτεύουσας του οθωμανικού κράτους της Κωνσταντινούπολης, που ανοίγονται πάνω από το παράθυρο στη ξύλινη κατασκευή του τοίχου (σαχνισί) και εξυπηρετούν τόσο τον αερισμό όσο και το φωτισμό του χώρου. Όμως πάνω σε αυτό το μάρμαρο ο τεχνίτης (π.χ. ο Τηνιακός) βρίσκει την ευκαιρία να εκδηλώσει όλο το ταλέντο το στη μαρμαρογλυφία.

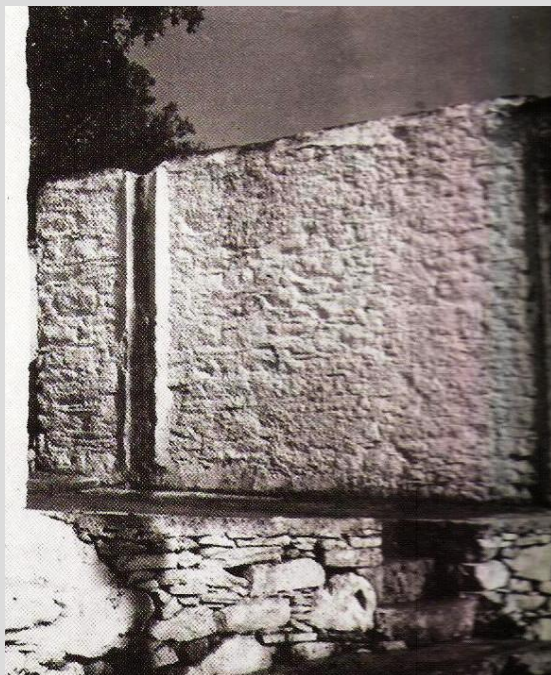


Εικόνα 51  
Τηνιακοί φεγγίτες

Παρατηρούμε παρόμοιους φεγγίτες σε διάφορες περιοχές της ηπειρωτικής και της νησιωτικής Ελλάδας, όπως στην Ήπειρο, στο Πήλιο, στη Σάμο, στη Λέσβο, στη Μυτιλήνη αλλά και σε άλλα μέρη της Βαλκανικής. Οι φεγγίτες με τον καιρό χάνουν τον καθαρά λειτουργικό τους σκοπό και εξελίσσονται σε απαραίτητα διακοσμητικά στοιχεία με ποικίλα σχέδια, ανάλογα με τις επιρροές που δέχονται, και καταλήγουν να μην είναι ανοίγματα, αλλά σχέδια πάνω από τα κυρίως παράθυρα. Γι' αυτό και ονομάζονται 'ψευδοπαράθυρα'.

Γενικά φαίνεται ότι ο παραδοσιακός τεχνίτης επιδίωκε η κατοικία να διαθέτει ένα διαμπερή, ελεγχόμενο, εάν είναι δυνατόν, αερισμό, που να βοηθά στη διατήρηση θερμοκρασίας άνεσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ακόμα και στις υπόσκαφες ή ημιυπόσκαφες κατασκευές της Σαντορίνης συναντάμε στοιχεία που μας οδηγούν σε αυτό το συμπέρασμα. Έτσι ανοίγεται ένας φεγγίτης πάνω από την πόρτα εισόδου της κατοικία για καλύτερο εξαερισμό, ενώ όπου υπάρχει η δυνατότητα δημιουργείται ένα άνοιγμα προς την ταράτσα, η λεγόμενη ‘παραθύρα’, που εκτός από λειτουργικούς λόγους (προσπέλαση και επισκευή του δώματος), χρησιμοποιείται και ως συλλέκτης της θαλάσσιας αύρας, όπως ακριβώς χρησιμοποιούνται οι συλλέκτες (καπνοδόχοι) αέρα σε χώρες της Μέσης Ανατολής.

Θα πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχουν και τοπικοί κλιματολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν τη μορφή και τα επιμέρους δομικά στοιχεία μιας κατασκευής. Έτσι στη Νίσυρο, π.χ., οι σπάνιες βροχοπτώσεις οδήγησαν τους τοπικούς μαστόρους να εντάξουν στο κτίσμα πολύπλοκες διατάξεις συλλογής του βρόχινου νερού σε στέρνες ή πηγάδια (κεκλιμένες στέγες, υδρορροές, δίκτυα κ.λπ.), που, επειδή είναι εμφανείς, αποκτούν και διακοσμητικό χαρακτήρα, εντασσόμενες αρμονικά στο αρχιτεκτονικό σύνολο.



Εικόνα 52 Κάναλοι σε σχήμα αυλακιού συγκεντρώνουν το νερό της βροχής

Αυτή η παρατήρηση μας οδηγεί και στο γενικότερο συμπέρασμα της ενότητας. Παρά τη μεγάλη σημασία που δίνεται στα περιβαλλοντικά κριτήρια και στις αρχές σχεδιασμού των παραδοσιακών οικισμών και κτισμάτων, δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι οικισμοί αυτοί είναι και αποτέλεσμα κοινωνικών/οικονομικών και βέβαια λειτουργικών παραγόντων και κύριο στόχο έχουν την ικανοποίηση των ανθρωπίνων αναγκών.



Η καλύτερη απόδοση του συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους, ως προς τη θερμική του συμπεριφορά, εξαρτάται από τις εξής προϋποθέσεις:

1. Ο προσανατολισμός των ανοιγμάτων να είναι νότιος, με αποκλίσεις  $\pm 6^\circ$  ανατολικότερα ή δυτικότερα, γιατί έτσι δεσμεύεται το 90% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα. Παράλληλα, το καλοκαίρι η ηλιοπροστασία αυτών των ανοιγμάτων είναι σχετικά πιο εύκολη με οριζόντια προστεγάσματα, σταθερά ή κινητά.
2. Η κλίση του ανοίγματος ως προς τον ορίζοντα.  
Η κατακόρυφη θέση είναι προτιμότερη, γιατί δέχεται τον περισσότερο ήλιο τον χειμώνα, ενώ προστατεύεται εύκολα το καλοκαίρι.
3. Το μέγεθος και η θέση του ανοίγματος  
Το μέγεθος σχετίζεται άμεσα με το κλίμα της περιοχής και διαφοροποιείται ανάλογα με τον βαθμό θερμομόνωσης του κελύφους.  
Η θέση του ανοίγματος σχετίζεται με το βάθος του χώρου, έτσι ώστε η διανομή θερμότητας να είναι πιο ομοιόμορφη. Γενικά το βάθος του χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει την διάσταση που ισούται με  $2 \frac{1}{2}$  φορές το ύψος του ανοίγματος, μετρούμενο από το δάπεδο.
4. Την άμεση πρόσπτωση του ήλιου στα συμπαγή δομικά στοιχεία του κτιρίου – δάπεδο, τοίχους ή οροφή – γιατί έτσι αποθηκεύεται άμεσα η θερμότητα που συλλέγεται και επομένως το σύστημα λειτουργεί πιο αποδοτικά. Στην περίπτωση που η αποθήκευση της θερμότητας γίνεται έμμεσα, με την κίνηση του θερμού αέρα, απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια θερμικής μάζας.
5. Τον τύπο του γυαλιού – απλό διάφανο γυαλί ή γυαλί που διαχέει το φως προς όλες τις κατευθύνσεις του χώρου – και το οποίο συντελεί στην αποφυγή της θάμβωσης που προκαλείται από την άμεση πρόσπτωση των ακτίνων του ήλιου στο επίπεδο εργασίας. Η επιλογή του κατάλληλου τύπου γυαλιού συναρτάται με τη χρήση του χώρου.

Το σύστημα του άμεσου ηλιακού κέρδους συνδέεται με τον προσδιορισμό των επιφανειών θερμικής αποθήκευσης, γιατί η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται στην διάρκεια της ημέρας, αποδίδεται σταδιακά τη νύχτα, καθορίζοντας έτσι αφενός την απόδοση του συστήματος και αφετέρου τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας, άρα και τις συνθήκες θερμικής άνεσης. Με άλλα λόγια, αυτό που επιδιώκεται είναι, αφενός η επάρκεια θερμικής μάζας έτσι ώστε η αποθήκευση θερμότητας να καλύπτει τις ανάγκες του κτιρίου περισσότερες ώρες, επομένως η εφεδρική θέρμανση να λειτουργεί όσο το δυνατόν λιγότερες ώρες, αφετέρου η θερμοκρασία στο χώρο να μην παρουσιάζει μεγάλες αυξομειώσεις – πολύ υψηλή το μεσημέρι ή πολύ χαμηλή το βράδυ-.

Τα κριτήρια που ρυθμίζουν την αποθηκευτική ικανότητα των δομικών στοιχείων της κατασκευής είναι τα εξής:

- Η θέση της μάζας αποθήκευσης,
- Το μέγεθος της,
- Η κατανομή της στον εσωτερικό χώρο.

Από έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, προέκυψε ότι η επιφάνεια της θερμικής αποθήκευσης πρέπει να είναι πολλαπλάσια σε σχέση με την γυάλινη επιφάνεια συλλογής της ηλιακής θερμότητας – μέχρι και 9 φορές μεγαλύτερη.

Και, βεβαίως τα υλικά αυτής της μάζας πρέπει να έχουν μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα. Θεωρείται ότι ένας τοίχος πάχους 10εκ. αποθηκεύει επαρκή θερμότητα, ενώ το μεγαλύτερο από 20εκ. πάχος του τοίχου δεν προσφέρει καλύτερη απόδοση στο σύστημα. Επίσης, εφόσον πρόκειται για δάπεδο, το πάχος της πλάκας αποτελεί επαρκή μάζα για θερμική αποθήκευση, αρκεί η επίστρωση να γίνεται από υλικά βαριά, κεραμικά πλακάκια, μάρμαρο, ή πλάκες.

Συμπεραίνοντας μπορεί να ειπωθεί ότι, το γυάλινο άνοιγμα αποτελεί τον πιο απλό και αποτελεσματικό συλλέκτη ηλιακής ενέργειας, υπό την προϋπόθεση ότι συνδυάζεται με σημαντική ποσότητα θερμικής μάζας και νυχτερινή θερμική προστασία των ανοιγμάτων με εξώφυλλα, ρολλά ή παντζούρια, τα οποία είναι προτιμότερο να φέρουν περσίδες θερμομονωμένες.

Το μειονέκτημα του συστήματος του άμεσου ηλιακού κέρδους είναι ο κίνδυνος να παρουσιαστούν μέσα στο χώρο μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίες, μέγιστες και ελάχιστες, πράγμα που εξαρτάται από την ποσότητα της διαθέσιμης μάζας αποθήκευσης της θερμότητας.

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους βασίζονται στην εξής αλληλουχία θερμικής λειτουργίας:

Ήλιος ► συλλογή (γυάλινη επιφάνεια) ► αποθήκευση (θερμική μάζα) ► θέρμανση (εσωτερικός χώρος).

Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους διακρίνονται σε ηλιακούς τοίχους μάζας και ηλιακούς τοίχους ή τοίχους trombe.



Εικόνα 53 Τοίχοι Trombe, Νέο Μεξικό

Είναι τοίχοι που φέρουν εξωτερικά γυάλινα ανοίγματα προσανατολισμένα στο νότο, γιατί αυτά εξασφαλίζουν τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο αέρας που βρίσκεται ανάμεσα στο γυαλί και στον τοίχο θερμαίνεται, οπότε αρχίζει και η απορρόφηση της θερμότητας, κατ' αρχήν από την εξωτερική επιφάνεια του τοίχου και κατόπιν από την υπόλοιπη μάζα του.

Η αποθήκευση της ηλιακής θερμότητας στη μάζα του τοίχου γίνεται μέσω συναγωγής. Χαρακτηριστική ιδιότητα του τοίχου είναι η θερμοχωρητικότητα, η οποία εξασφαλίζει την αποθήκευση μεγάλης ποσότητας θερμότητας (αντίστοιχο φαινόμενο παρατηρείται στους θερμοσυσσωρευτές), πράγμα που συμβάλλει και στην χρονική υστέρηση ή διαφορά φάσης, έτσι ώστε η θερμότητα του τοίχου να αποδίδεται στον εσωτερικό χώρο αργά το βράδυ, παρατείνοντας, κατά κάποιο τρόπο, την απόδοση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση του χώρου χωρίς τη χρήση συμπληρωματικής πηγής.

Η επιλογή των υλικών και του πάχους των ηλιακών τοίχων μάζας πρέπει να γίνεται κατά τρόπο που να εξασφαλίζεται στην πράξη μια χρονική υστέρηση της τάξης των 6-8 ωρών, έτσι ώστε όταν ο αέρας στον εσωτερικό χώρο αρχίζει να ψύχεται, τότε να αποδίδεται θερμότητα από τον τοίχο μέσω ακτινοβολίας.

Το σύστημα του τοίχου Trombe αποτελείται επίσης από ένα τοίχο μάζας, ο οποίος συνδυάζεται με γυάλινη επιφάνεια σε απόσταση 4εκ. ως 10εκ. και με θυρίδες από επάνω προς τον εσωτερικό χώρο, που διευκολύνουν την είσοδο του ψυχρού αέρα από κάτω και την έξοδο του ζεστού αέρα από πάνω προς τον εσωτερικό χώρο..



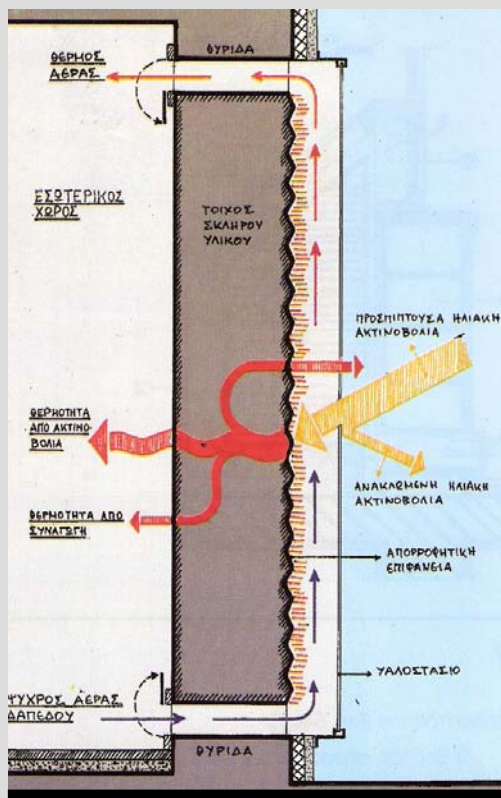
Εικόνα 54 Εξωτερική όψη τοίχων Trombe

Η ονομασία του τοίχου οφείλεται στο καθηγητή F. Trombe, του ερευνητικού κέντρου CNRS της Γαλλίας, ο οποίος μελέτησε και εφάρμοσε το σύστημα αυτό στα πρώτα ηλιακά σπίτια που κατασκευάστηκαν στο Odeillo της Γαλλίας το 1967.

Η λειτουργία του τοίχου Trombe βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του αέρα στο χώρο ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο, λόγω της άνωσης.

Η λειτουργία του έχει ως εξής:

- Την ημέρα, όταν ο ήλιος προσπίπτει στο γυαλί, ο αέρας που βρίσκεται στο χώρο ανάμεσα στο τζάμι και τον τοίχο θερμαίνεται. Ο θερμός αυτός αέρας, λόγω ελαφρότητας, κινείται προς τα επάνω και φεύγει από την επάνω θυρίδα προς τον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα, το κενό που δημιουργείται καλύπτει ψυχρότερος αέρας που μπαίνει από την κάτω θυρίδα, ο οποίος ακολουθεί την ίδια διαδικασία. Έτσι, ζεστός αέρας, όχι υψηλής θερμοκρασίας, μπαίνει και ζεσταίνει τον εσωτερικό χώρο, ενώ παράλληλα ένα τμήμα της θερμότητας αποθηκεύεται και στη μάζα του τοίχου.
- Τη νύχτα, η λειτουργία αυτή προφανώς αντιστρέφεται, γι' αυτό οι δύο θυρίδες κλείνουν με καπάκια, οπότε η θέρμανση του χώρου συνεχίζεται μέσω της ακτινοβολούμενης θερμότητας από τον ζεστό τοίχο.



Εικόνα 55 Σχηματική παράσταση τοίχου Trombe

Το σύστημα του ηλιακού τοίχου Trombe παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, λόγω του απλού τρόπου κατασκευής του και της σχετικά σημαντικής απόδοσης του. Το γεγονός ότι μπορεί να θερμαίνει το χώρο άμεσα μέσω των θυρίδων τις πρωινές ώρες που παρατηρούνται και οι χαμηλότερες θερμοκρασίες, ενώ παράλληλα διατηρεί όλα τα πλεονεκτήματα της αποθήκευσης θερμότητας, άρα και της χρονικής υστέρησης, τον καθιστά πολύ αποτελεσματικό.

Το μειονέκτημα του είναι ότι μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη, γιατί η είσοδος του ζεστού αέρα μέσω της θυρίδας δημιουργεί διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο – δεν υπάρχει ομοιόμορφη κατανομή. Επίσης, παρά το γεγονός ότι εξωτερικά εμφανίζεται ως γυάλινη επιφάνεια, δεν επιτρέπει την διείσδυση του φωτός, τον αερισμό και την οπτική επικοινωνία με τον έξω χώρο.

Το καλοκαίρι η λειτουργία του τοίχου Trombe πρέπει να αντιστρέφεται. Δηλαδή, οι επάνω θυρίδες πρέπει να κλείνουν για να μην μπαίνει ζεστός αέρας στο χώρο, και ταυτόχρονα τμήμα του υαλοστασίου στο επάνω και στο κάτω μέρος, πρέπει να ανοίγει, ώστε να απομακρύνεται ο ζεστός αέρας προς τα έξω.

Επίσης, η ηλιοπροστασία του είναι απαραίτητη για την αποφυγή της υπερθέρμανσης του. Αυτή μπορεί να γίνει στην εξωτερική πλευρά, έξω από το τζάμι με οριζόντια σκίαστρα ή με κατακόρυφη τέντα, ή στην περίπτωση που αυτή η λύση δεν είναι εφικτή, τότε τοποθετείται εσωτερικά στο κενό ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο κατακόρυφο σκίαστρο, προφανώς κινητό, για να απομακρύνεται το χειμώνα.

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος Trombe εγγυώνται, σε μεγάλο βαθμό, την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης. Η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής τους επιφάνειας, στην αρχή της νύχτας, φτάνει περίπου τους 25° C ενώ η αντίστοιχη ελάχιστη θερμοκρασία, η οποία παρατηρείται τις πρωινές ώρες, μπορεί να φτάσει ακόμη και στους 15° C. Στην πράξη έχει διαπιστωθεί ότι, συνήθως, η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου κυμαίνεται από 18 – 22° C, θερμοκρασίες οι οποίες βρίσκονται στα όρια της θερμικής άνεσης.

Ο μόνος κίνδυνος που επισημαίνεται είναι η διακύμανση της θερμοκρασίας του τοίχου γύρω από μια χαμηλή μέση τιμή, κυρίως για περιοχές με κλίμα ψυχρό, όπου ενδεχομένως απαιτούνται πρόσθετα μέτρα θερμικής μόνωσης του τοίχου στη διάρκεια της νύχτας.

Η καμπύλη της θερμοκρασίας στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου συγκρινόμενη με τη μέση ημερήσια θερμοκρασία του χώρου αλλά και του περιβάλλοντος, είναι αυξημένη μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στη λειτουργία του χώρου ως θερμοκηπίου.

Η απόδοση του συστήματος - ηλιακός τοίχος – εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

1. το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου,
2. το πάχος του τοίχου και τα υλικά της κατασκευής του,
3. το χρώμα της εξωτερικής επιφάνειας του.

#### 1. μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου

Το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου καθορίζεται από τα εξής:

- το κλίμα της περιοχής, και κυρίως τις θερμοκρασιακές διαφορές ανάμεσα σε ημέρα και νύχτα. Όσο η διαφορά αυτή μεγαλώνει τόσο πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου, δηλαδή η δυνατότητα θερμικής αποθήκευσης.
- Το γεωγραφικό πλάτος του τόπου, το οποίο καθορίζει την ποσότητα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Όσο το γεωγραφικό πλάτος μεγαλώνει τόσο μειώνεται η ένταση της ακτινοβολίας και συνεπώς πρέπει να αυξάνεται το μέγεθος της επιφάνειας του τοίχου συλλογής.
- Τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου, γιατί ένας χώρος καλά θερμομονωμένος έχει μικρότερες θερμικές απώλειες, άρα και λιγότερες απαιτήσεις σε θερμότητα για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία σε ανεκτά επίπεδα, επομένως απαιτείται μικρότερη επιφάνεια συλλογής θερμότητας.

#### 2. πάχος του τοίχου και υλικά κατασκευής

Η διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας εξαρτάται και από το πάχος και τα υλικά κατασκευής του ηλιακού τοίχου. Όσο μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας έχει το υλικό κατασκευής, τόσο το πάχος του τοίχου πρέπει να αυξάνεται, για το λόγο ότι η θερμότητα διαπερνά ταχύτερα τη συλλεκτική επιφάνεια και συνεπώς η χρονική υστέρηση μειώνεται. Από την πρακτική των εφαρμογών έχει προκύψει ότι:

- Για τοίχους κατασκευασμένους από μπετόν το βέλτιστο πάχος κυμαίνεται από 25-40 εκ., με χρονική υστέρηση 7-12 ώρες,
- Για τοίχους νερού το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται ανάμεσα στα 20-50 εκ., γιατί το νερό έχει μεγάλη θερμική αγωγιμότητα και θερμαίνεται ομοιόμορφα, ενώ παράλληλα αποβάλλει θερμότητα προς όλες τις κατευθύνσεις. Συνεπώς η απόδοση του συστήματος ελάχιστα επηρεάζεται από το πάχος του τοίχου,
- Για τοίχους από τούβλο το βέλτιστο πάχος προσδιορίζεται γύρω στα 30 εκ. με διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας γύρω στους 6° C, και χρονική υστέρηση 8 ωρών περίπου.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής τοίχου νερού αποτελεί η κατοικία του αρχιτέκτονα Steve Baer, που χτίστηκε στην Αλμπουκέρκη του Μεξικού. Η κατοικία είναι οργανωμένη σε πολυγωνικές κυψέλες, από τις οποίες η κάθε μια αποτελεί και ξεχωριστό χώρο. Οι τοίχοι νερού είναι προσανατολισμένοι στο νότο και προστατεύονται τη νύχτα με κινητά θερμομονωτικά πανέλα.

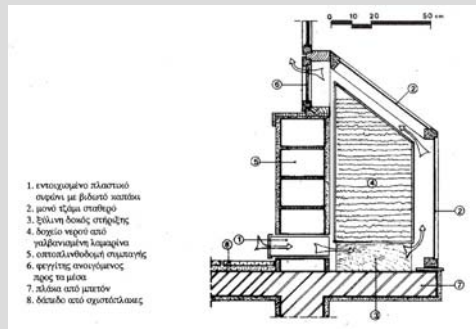
### 3.χρώμα εξωτερικής επιφάνειας

Η ικανότητα απορρόφησης της θερμότητας από τον τοίχο – συλλέκτη επηρεάζεται και από το χρώμα της εξωτερικής του επιφάνειας. Τα σκούρα χρώματα απορροφούν γενικά περισσότερη θερμότητα. Το μαύρο χρώμα έχει τη μεγαλύτερη απορροφητικότητα, γι' αυτό και στις πρώτες εφαρμογές οι ηλιακοί τοίχοι είναι βαμμένοι μαύροι. Αργότερα, χρησιμοποιήθηκαν και άλλα χρώματα: γκρι σκούρο, τούβλο κόκκινο, ακόμη και πέτρα.

Ο τοίχος νερού μπορεί να θεωρηθεί ως αυτόνομο παθητικό σύστημα γιατί έχει ιδιαιτερότητα ως προς τη κατασκευή και το σύστημα. Είναι ένας τοίχος κατασκευασμένος από ένα πλαστικό ή μεταλλικό στεγανό δοχείο, σκούρου χρώματος που περιέχει νερό.

Τοποθετείται στη θέση του τοίχου μάζας ή του τοίχου Trombe, και λειτουργεί κατά τον ίδιο τρόπο.

Η διαφορά του από τον τοίχο μάζας και τον τοίχο Trombe οφείλεται στις θερμοδυναμικές ιδιότητες του νερού. Θερμαίνεται γρηγορότερα, είναι μεγαλύτερη αποθήκη θερμότητας λόγω αυξημένης θερμοχωρητικότητας αλλά επίσης ψύχεται γρηγορότερα και γι' αυτό απαιτεί νυχτερινή προστασία του εσωτερικού χώρου.



Εικόνα 56 Τοίχος νερού

Πρόκειται για μια θερμοαπορροφητική επιφάνεια σκούρου χρώματος, τοποθετημένη στη νότια πλευρά του κτιρίου και καλυμμένη με υαλοστάσιο. Ο αεροσυλλέκτης δεν διαθέτει θερμική μάζα. Η θερμοαπορροφητική του επιφάνεια, ισχυρά μονωμένη στην πίσω της πλευρά μετατρέπει την ηλιακή ακτινοβολία σε θερμική ενέργεια η οποία διοχετεύεται στον αέρα που κυκλοφορεί μεταξύ επιφάνειας και υαλοστασίου, θερμαίνοντας τον.

Ο θερμός αέρας διοχετεύεται στο κτίριο με τον ίδιο τρόπο όπως στο θερμοκήπιο και στον τοίχο Trombe.

Επειδή η λειτουργία του αεροσυλλέκτη δεν προϋποθέτει θερμική μάζα, μπορεί να τοποθετηθεί σε χώρο ανεξάρτητο από το κτίριο. Στην περίπτωση αυτή ο θερμός αέρας μεταφέρεται στο κτίριο μέσω καλά μονωμένων αγωγών.



Στα κτίρια πόλεων υπάρχουν απέραντες επιφάνειες που δεν χρησιμοποιούνται ως λειτουργικοί χώροι, κυρίως οι στέγες και οι τοίχοι τους. Αυτές οι επιφάνειες θα μπορούσαν να καλυφθούν με τη βλάστηση (χλόη, πέργκολες, ή ακόμα και τα δέντρα) και θα άλλαζαν σημαντικά το μικροκλίμα γύρω τους. Εάν αυτό εφαρμοζόταν σε αστική κλίμακα, η θερμική επίδραση θα μπορούσε να είναι αξιοπρόσεχτη για μια ολόκληρη πόλη. Έτσι θα υπήρχε άμεση επίδραση στην εξοικονόμηση ενέργειας από κλιματισμό, θερμική άνεση στη πόλη, βελτίωση της ατμόσφαιρας, ψυχολογικά οφέλη στους κατοίκους της πόλης και εάν σχεδιάζεται κατάλληλα, και η αισθητική.



Εικόνα 57 Πράσινες στέγες  
Κατοικία Έλλης Γεωργιάδου,  
Πανόραμα, Θεσσαλονίκη

Εικόνα 58 Πράσινες στέγες

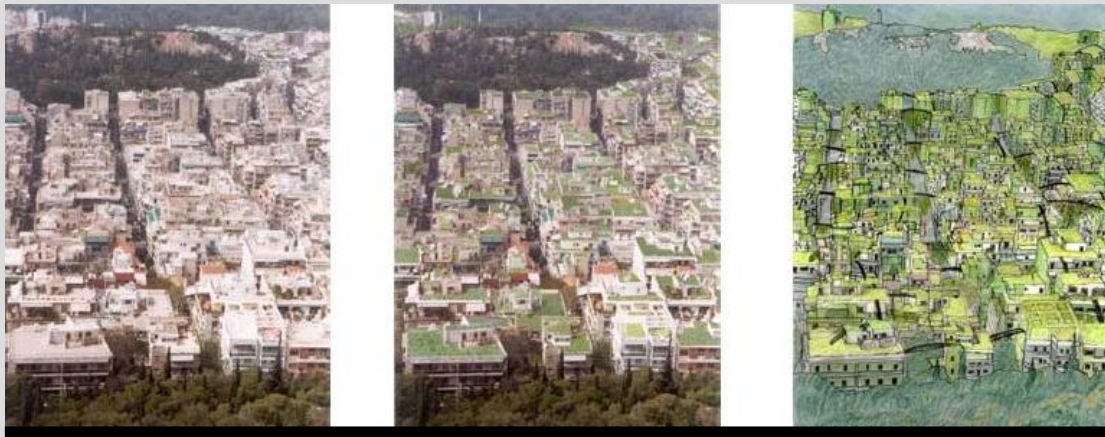


Εικόνα 59 Άποψη δέντρων  
και πράσινων δωματών,  
κατοικία Hundertwasser

Εικόνα 60 πράσινα δώματα στο Rockefeller,  
Νέα Υόρκη

Τα φυτά είναι ζωντανοί οργανισμοί που εκπνέουν υδρατμούς στον αέρα, ώστε να διατηρούν το μικροκλίμα γύρω τους σε αποδεκτές για εκείνα – και για εμάς – θερμοκρασίες. Για αυτή τη λειτουργία διαθέτουν αισθητήρια. Επίσης δεν αυξάνουν σημαντικά την επιφανειακή τους θερμοκρασία, στο βαθμό των δομικών υλικών το καλοκαίρι και σκιάζουν τις αστικές επιφάνειες.

Παράλληλα με τη μείωση των αστικών θερινών θερμοκρασιών, τα φυτεμένα δώματα και οι τοίχοι μεταμορφώνουν τις αστικές ερήμους σε αστικές οάσεις. Η μελέτη που έγινε για το κλίμα της Αθήνας έδειξε ότι ο συνδυασμός φυτεμένων δωματίων και τοίχων επιτυγχάνει τις μέγιστες ελαττώσεις θερμοκρασίας.



Εικόνα 61 μερική άποψη των στεγών στο κέντρο της Αθήνας α) όπως είναι τώρα β) καλυμμένες με φυτά γ) με γέφυρες σύνδεσης

Στους τοίχους ο ρόλος του προσανατολισμού έχει ιδιαίτερη σημασία στην απόδοση του συστήματος. Όσο περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία λαμβάνουν οι επιφάνειες, τόσο μεγαλύτερο το θερμικό αποτέλεσμα των φυτεμένων τοίχων. Όταν και τα δώματα είναι φυτεμένα, ο ρόλος του προσανατολισμού είναι αμελητέος. Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο για την απόδοση του είναι ο ρόλος της αστικής γεωμετρίας. Όσο πιο πλατιοί είναι οι δρόμοι, τόσο εξασθενεί η θερμική επιρροή των φυτεμένων δωματίων και τοίχων. Έτσι, σε αυτή τη περίπτωση ο συνδυασμός του αστικού κελύφους με φύτευση του δρόμου είναι πιο αποτελεσματικός. Όσο πιο ψηλά είναι τα κτίρια, τόσο πιο ισχυρή είναι η θερμική επιρροή των φυτεμένων τοίχων.

Η εξοικονόμηση ενέργειας και η βελτίωση της θερμικής άνεσης είναι εξαιρετικά μετρήσιμες, γεγονός που καθιστά τα φυτεμένα κελύφη μία υποσχόμενη, ρεαλιστική λύση για το μετριασμό του φαινομένου θερμικής νήσου και τη βιωσιμότητα των πόλεων. Οι φυτεμένες στέγες και τα δώματα βελτιώνουν σημαντικά τη θερμομόνωση της άνω επιφάνεια των κτιρίων τόσο για τη θερινή όσο και για τη χειμερινή περίοδο.



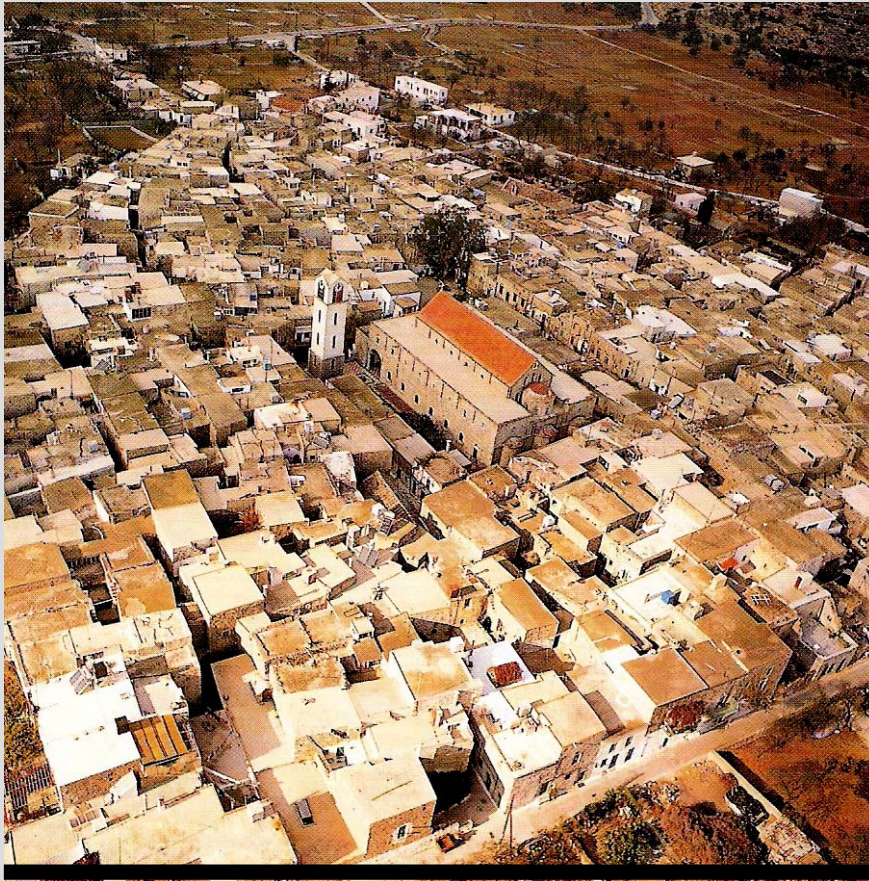
Εικόνα 62 Μουσείο du quai branly,  
Patrick Blanc's

Εικόνα 63 Πράσινη στέγη στο  
Bankoyber Theodore Osmundson 1999



Το παραδοσιακό δώμα ως συλλέκτης νερού συμβάλλει στο δροσισμό των εσωτερικών χώρων. Το παραδοσιακό δώμα των Κυκλάδων προσφέρει εκτός από την κάλυψη και τη στεγανότητα και θερμική μόνωση. Σαν φέρουσα κατασκευή χρησιμοποιούνται δοκίδες σκληρού ξύλου που τοποθετούνται σε πυκνές αποστάσεις. Πολλές φορές σε μικρούς χώρους η φέρουσα κατασκευή γινόταν από μακριές σχιστόπλακες.

Από πάνω ακολουθεί μια πρώτη κάλυψη κάθετα προς τις δοκούς από σανίδια στις ακριβότερες κατασκευές, αλλά συνήθως από σχιστόπλακες ενώ στους ευτελείς χώρους χρησιμοποιούνται και κλαδιά ή καλάμια. Στη συνέχεια ακολουθούν οι διάφορες μονωτικές στρώσεις από φύκια ή χώμα. Για τη στεγανοποίηση χρησιμοποιούνται τα αργιλικά χρώματα ή κουρασάνι ή και θηραϊκή γη στις ακριβότερες κατασκευές. Τέλος η ταράτσα ασπρίζεται με γαλάκτωμα ασβέστη όπου έχουν προστεθεί κατακάθια λαδιού για διατήρηση της στεγανότητας. Το άσπρισμα αυτό εξασφαλίζει επίσης την καθαριότητα των νερών της βροχής που συλλέγονται στις στέρνες και γίνεται κάθε φθινόπωρο.

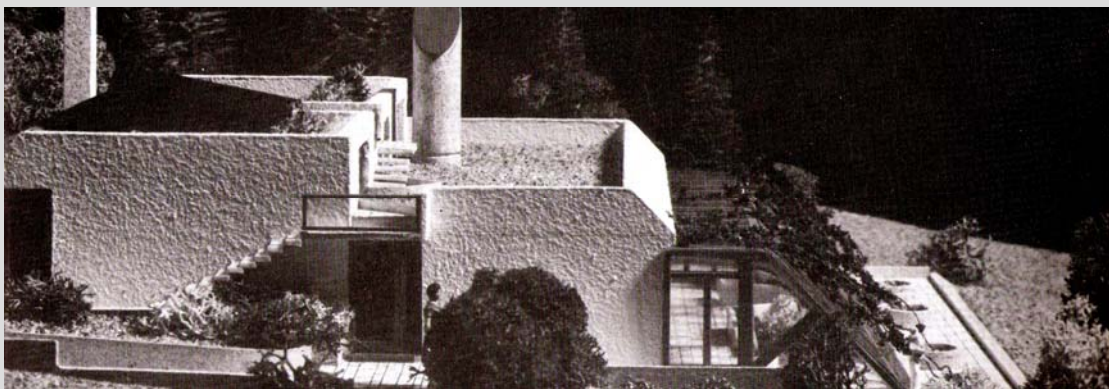


Εικόνα 64 Ανατολικό Αιγαίο, Μεστά, Χίος

Στα συστήματα αυτά ανήκουν οι ηλιακοί χώροι, τα θερμοκήπια και τα ηλιακά αίθρια. Οι ηλιακοί χώροι έκαναν την εμφάνισή τους τον 19<sup>ο</sup> αιώνα, κυρίως στην βόρεια και κεντρική Ευρώπη, υπό μορφή ημιυπαίθριων ή και κλειστών χώρων, ως συνέχεια της κατοικίας. Οι χώροι αυτοί, με πλούσια συνήθως βλάστηση, αποτελούσαν για το ψυχρό κλίμα της Β. Ευρώπης υποκατάστατο των υπαίθριων χώρων, οι οποίοι εμφανίζονται στην περιοχή της Μεσογείου.

Σήμερα επανέρχονται στην αρχιτεκτονική, υπό μορφή ηλιακών χώρων ή θερμοκηπίων, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στη συλλογή θερμότητας από τον ήλιο. Πρόκειται για χώρους λειτουργικά ενταγμένους στο κτίριο – για παράδειγμα στην κατοικία μπορεί να είναι συνέχεια και επέκταση του καθιστικού – και χρησιμοποιούνται ακόμη και το χειμώνα.

Ο ηλιακός χώρος αποτελεί, κατά κάποιο τρόπο, ένα συνδυασμό παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος μεταφέρει έμμεσα τη θερμότητα στον κατοικημένο χώρο.



Εικόνα 65 Θερμοκήπιο, Vicenza, Ιταλία

Στην διάρκεια της ημέρας, όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, το υαλοστάσιο του θερμοκηπίου αφήνει την ηλιακή ακτινοβολία να περνά στο χώρο, να μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια, η οποία απορροφάται από το δάπεδο ή τους διαχωριστικούς τοίχους που τυχόν υπάρχουν ανάμεσα στο κτίριο και το θερμοκήπιο. Το θερμικό ισοζύγιο την ημέρα είναι θετικό, δηλαδή τα κέρδη είναι μεγαλύτερα από τις θερμικές απώλειες.

Τη νύχτα, όμως, ο ηλιακός χώρος αποβάλλει συνεχώς θερμότητα προς τα έξω, πολύ μεγαλύτερη μάλιστα ποσότητα όταν η οροφή του είναι γυάλινη και εκτεθειμένη στην ατμόσφαιρα. Έτσι, πολύ γρήγορα η θερμότητα που συγκεντρώθηκε την ημέρα αποβάλλεται και συνεπώς το θερμικό ισοζύγιο επίσης γρήγορα μετατρέπεται σε αρνητικό.

Το συνολικό ημερήσιο θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου εκφράζεται από μια διακύμανση της θερμοκρασίας, όπου η μέγιστη είναι αρκετά υψηλότερη, ενώ η ελάχιστη είναι πολύ κοντά στην εξωτερική θερμοκρασία.

Εάν μάλιστα παρθεί υπόψη ότι το χειμώνα ο χρόνος ηλιοφάνειας αντιστοιχεί περίπου στο 1/3 της διάρκειας του 24ωρου, τότε παρατηρείται συχνά το θερμικό ισοζύγιο του θερμοκηπίου να είναι αρνητικό, κυρίως όταν δεν προβλέπεται καμιά νυχτερινή προστασία.

Το καλοκαίρι η λειτουργία του θερμοκηπίου αντιστρέφεται. Το εσωτερικό του περνά από συνθήκες υπερθέρμανσης την ημέρα σε μια ανεπαρκή ψύξη τη νύχτα, διατηρώντας όλο το 24ωρο θετικό το θερμικό ισοζύγιο, το οποίο επιβαρύνει και το κτίριο.

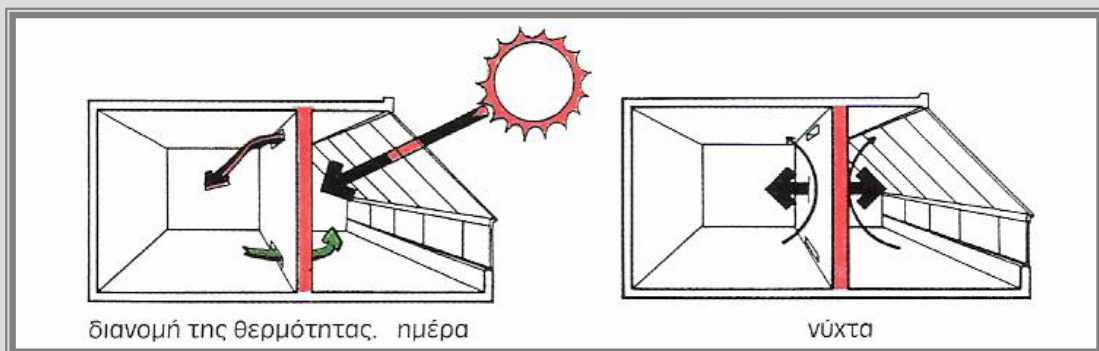
Ωστόσο, εάν προβλεφθούν κατάλληλες ρυθμίσεις στο κέλυφος του θερμοκηπίου, όπως νυχτερινή προστασία το χειμώνα για τη μείωση των θερμικών απωλειών και ηλιοπροστασία συνδυασμένη με αερισμό το καλοκαίρι, τότε ο ηλιακός χώρος – θερμοκήπιο αποδεικνύεται ένα σύστημα παθητικό εξαιρετικά χρήσιμο και αποδοτικό ως προς τη συνεισφορά του σε ηλιακά κέρδη, ενώ παράλληλα αποτελεί ένα ενδιαφέρον αρχιτεκτονικό στοιχείο, τόσο ως προς την κάλυψη λειτουργικών αναγκών, όσο και ως προς την αισθητική του.

Οι βασικοί παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική απόδοση του ηλιακού χώρου είναι:

- Ο προσανατολισμός και η σύνδεση του με το κτίριο,
- Το μέγεθος του,
- Τα υλικά κατασκευής και η κλίση του υαλοστασίου.

#### 1.προσανατολισμός και σύνδεση με το κτίριο

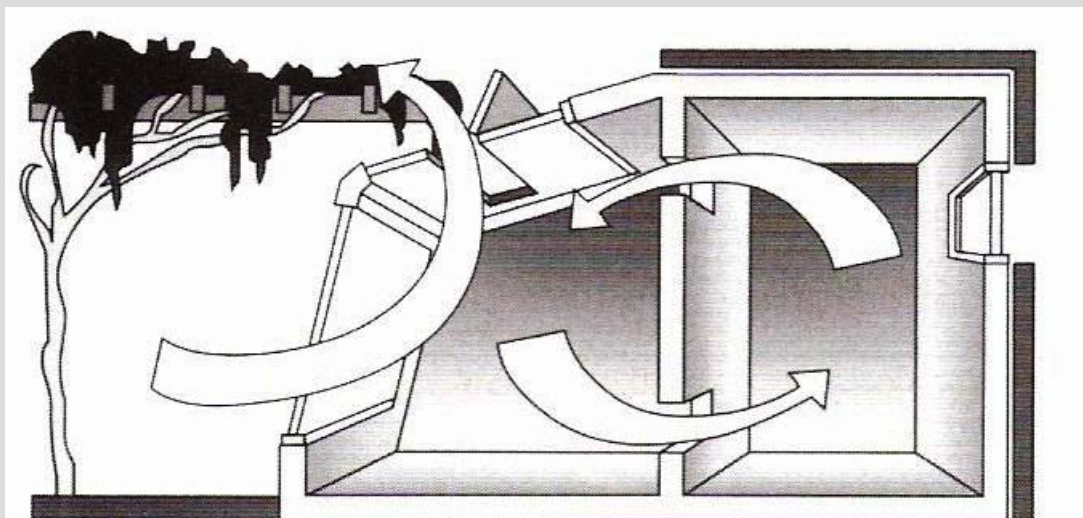
Το θερμοκήπιο προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου, καλύτερα σε σχήμα επίμηκες, με βάθος σχετικά μικρό (μικρότερο των 2,50 μ.). Η λειτουργία του καθίσταται πιο αποτελεσματική όταν συνδέεται άμεσα με τον τοίχο θερμικής αποθήκευσης, ο οποίος μπορεί να αποτελεί και τον διαχωριστικό τοίχο ανάμεσα στο θερμοκήπιο και το κυρίως κτίριο.



Εικόνα 66 σύνδεση του ηλιακού χώρου με τοίχο θερμικής αποθήκευσης

Εάν μάλιστα, το θερμοκήπιο ενσωματώνεται στο κτίριο, έτσι ώστε να περικλείεται ανατολικά και δυτικά με τοίχους, τότε η απόδοση του είναι ακόμη μεγαλύτερη, γιατί μειώνονται οι θερμικές απώλειες, ενώ ταυτόχρονα μεταφέρεται θερμότητα από τους πλαϊνούς τοίχους προς τον εσωτερικό χώρο. Οι τοίχοι που αποθηκεύουν θερμότητα δεν πρέπει να είναι θερμομονωμένοι, γιατί παρεμποδίζεται η διείσδυση της θερμότητας που συλλέγεται από το θερμοκήπιο στον εσωτερικό χώρο.

Επειδή ο χώρος του θερμοκηπίου χρησιμοποιείται και ως χώρος παραμονής από τους χρήστες, απαιτούνται ανοίγματα για την επικοινωνία του με το εσωτερικό του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι ο διαχωριστικός τοίχος διακόπτεται από μπαλκονόπορτα ή παράθυρο, από τα οποία μπορεί να μεταφέρεται η ζέστη πιο άμεσα στον εσωτερικό χώρο.



Εικόνα 67 φυσικός αερισμός του ηλιακού χώρου

Το καλοκαίρι η οροφή του θερμοκηπίου πρέπει οπωσδήποτε να φέρει ηλιοπροστασία και επίσης να ανοίγει σε όλο το μήκος με σειρά φεγγιτών ώστε ο θερμός αέρας που συγκεντρώνεται κάτω από την επιφάνεια να απάγεται προς τα έξω. Το κατακόρυφο υαλοστάσιο του θερμοκηπίου πρέπει να ανοίγει στο σύνολο του και αν είναι δυνατόν να απομακρύνεται εντελώς ώστε να μην επιβαρύνεται το κτίριο με επί πλέον θερμότητα.

Τα θερμοκήπια που ενδεχομένως προσαρτώνται στους άλλους προσανατολισμούς, ανατολικά ή δυτικά, έχουν κάποια μικρή θετική συνεισφορά στο κτίριο, υπό τον όρον ότι συνδέονται με δομικά στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας.

## 2. μέγεθος του ηλιακού χώρου

Το μέγεθος του χώρου αποτελεί συνάρτηση των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου σε θέρμανση και των τοπικών κλιματικών συνθηκών.

Επίσης, η διαστασιολόγηση του συστήματος εξαρτάται και από τον βαθμό θερμομόνωσης του κτιρίου, αλλά και την προστασία του ίδιου του θερμοκηπίου τις νυχτερινές ώρες το χειμώνα.

## 3. υλικά κατασκευής και κλίση υαλοστασίου

Τα υλικά κατασκευής του ηλιακού χώρου πρέπει να είναι διαφανή, από καθαρό γυαλί, με διπλό τζάμι για καλύτερη θερμική προστασία. Τα στοιχεία στήριξης των τζαμιών μπορούν να είναι από ξύλο ή μέταλλο ανάλογα με τις επιλογές που έχουν γίνει και για τα υπόλοιπα ανοίγματα.

Η κλίση του περιμετρικού υαλοστασίου επηρεάζει την απόδοση του συστήματος, γιατί καθορίζει την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στη γυάλινη επιφάνεια και την διαπερνά. Η καλύτερη κλίση είναι από 40-60°, ως προς την οριζόντια, γιατί ο ήλιος προσπίπτει πιο κάθετα το χειμώνα. Ωστόσο, επειδή η κλίση αυτή δημιουργεί δυσκολίες για τη σκίαση των τζαμιών το καλοκαίρι, αποδεκτή είναι και η κατακόρυφη τοποθέτηση των γυάλινων στοιχείων του θερμοκηπίου

Πρόκειται για ενδιάμεσο χώρο ο οποίος καλύπτεται με γυάλινη οροφή. Μπορεί να περιβάλλεται από κτίρια, οπότε καθίσταται κλειστός χώρος που επικοινωνεί μόνο μέσα από αυτά, ή μπορεί να αποτελεί και μεταβατικό χώρο, ανάμεσα στο ύπαιθρο και τα κτίρια, όπως συμβαίνει συχνά σε εμπορικές στοές ή διαδρομές σε δημόσιους χώρους.

Το αίθριο συμβάλλει στην δημιουργία ενός ευχάριστου χώρου, θερμικά πιο άνετου, και λειτουργικά χρήσιμου, ο οποίος προστατεύεται από τη βροχή, αλλά και από τις χαμηλές θερμοκρασίες.

Το ηλιακό αίθριο συναντάται σε χώρους με δημόσια δραστηριότητα ή κτίρια όπου συγκεντρώνεται μεγάλος αριθμός ατόμων, δημιουργώντας έτσι εσωτερικές μικρές πλατείες, οι οποίες φωτίζονται από ψηλά.

Από εφαρμογή που έχει γίνει σε συγκρότημα κατοικιών στην Ανιγνον της Γαλλίας προέκυψε ότι το ηλιακό αίθριο εξασφαλίζει μια θερμοκρασία στο χώρο γύρω στους 15° C, το χειμώνα. Παράλληλα προσφέρει στα κτίρια της βορεινή τους πλευρά μια συνεισφορά σε ηλιακά κέρδη, αλλά και προστασία από τις εξωτερικές ψυχρές συνθήκες. Το καλοκαίρι η γυάλινη οροφή ανοίγει, εξασφαλίζοντας έτσι την απομάκρυνση του ζεστού αέρα και την δημιουργία ευχάριστων συνθηκών κατοικησιμότητας. Οι κατοικίες, όπως περιγράφεται, είναι οικονομικές σε κατανάλωση ενέργειας, άνετες και υγιεινές.

Σήμερα η χρήση του αίθριου αποτελεί επιλογή στην αρχιτεκτονική, γιατί διασφαλίζει τη φωτεινότητα τόσο του ίδιου του αίθριου, όσο και των χώρων που το περιβάλλουν. Ανάλογες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί για τους ακάλυπτους χώρους που δημιουργούνται στο εσωτερικό των οικοδομικών τετραγώνων, στον αστικό ιστό των ελληνικών πόλεων.

Τα αποτελέσματα αυτών των μελετών είναι θετικά και καθιστούν φανερή την ανάγκη εξυγίανσης αυτών των χώρων και τη μετατροπή τους σε πυρήνες πρασίνου, θερμικά ευχάριστους και κοινωνικά χρήσιμους. Η ενοποίηση των εσωτερικών ακάλυπτων χώρων και η ενδεχόμενη μετατροπή τους σε ηλιακούς χώρους, συμβάλλει στη μείωση των θερμικών απωλειών των παρακείμενων πολυκατοικιών και επαυξάνει τα θερμικά κέρδη από τον ήλιο, ιδιαίτερα για τις βορεινές πολυκατοικίες. Παράλληλα αναβαθμίζεται αυτό, το υπό εγκατάλειψη περιβάλλον, που σήμερα αποτελεί εστία μόλυνσης λόγω συγκέντρωσης σκουπιδιών, προσφέροντας έτσι πολύτιμο ελεύθερο χώρο για κοινωνικές δραστηριότητες.

Η σχέση των παραδοσιακών οικισμών με το περιβάλλον τους ήταν πάντα ιδιαίτερα στενή. Οι κάτοικοι αξιοποιούσαν τη γεωμορφολογία του εδάφους τον προσανατολισμό και το μικροκλίμα της περιοχής ώστε από τη μια πλευρά να προστατευτούν από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (ανέμους, ήλιο) και από τυχόν εισβολή, ενώ από την άλλη να εξασφαλίσουν θερμική άνεση και υγιεινές συνθήκες διαβίωσης. Στη συνέχεια, η όλη διάταξη και η μορφή των κτιριακών όγκων και των δρόμων του οικισμού προσαρμόζονταν κατάλληλα, ώστε να ικανοποιούνται οι επιμέρους λειτουργικές ανάγκες.

Αντίστοιχα, κάθε κτίσμα του οικισμού διαμορφώνεται, είτε στο σύνολο του είτε στα επιμέρους του (ανοίγματα, τοίχοι, εξώστες, αυλές), κατά τέτοιο τρόπο που να αξιοποιεί τις ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες και να προστατεύεται από τις αντίξοες, εξασφαλίζοντας στον κάτοικο ένα ευνοϊκό για τις δραστηριότητες του εσωτερικό περιβάλλον.



### Παραδείγματα

#### ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- 5\_1 Κατοικία στο Ελαιόρεμα – Πανόραμα Θεσσαλονίκης
- 5\_2 Κατοικία στο Essertines – En – Chatelneuf, Γαλλία
- 5\_3 Κατοικία στη Στουτγάρδη, Γερμανία
- 5\_4 Νηπιαγωγείο στο Pliezhausen, Γερμανία
- 5\_5 Βιοκλιματικό τουριστικό συγκρότημα στα Στύρα Ευβοίας
- 5\_6 Ακαδημία των Αντίλλων, Μαρτινίκα
- 5\_7 Οικισμός ParcBIT στη Mallorca
- 5\_8 Ηλιακή πόλη, Linz – Pichling, Αυστρία

1<sup>ο</sup> Βραβείο Αντώνη Τρίτση εφαρμοσμένης οικολογικής κατοικίας για τη Γ' κλιματική ζώνη στο 1<sup>ο</sup> πανελλήνιο διαγωνισμό ΥΠΕΧΩΔΕ - ΣΑΘ  
 ΜΕΛΕΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ ΕΛΛΗ (ΑΡΧ.ΜΗΧ.) – ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ: ΒΟΥΓΙΟΥΚΑ Ι. (ΑΡΧ.ΜΗΧ.), ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ Γ. (ΜΗΧ.ΜΗΧ.), ΖΗΣΗΣ Ξ. (ΗΛ.ΜΗΧ.), ΤΣΑΚΑΛΙΔΗΣ Ν. (ΑΡΧ.ΜΗΧ.), ΓΕΩΡΓΑΚΗΣ Θ.(ΓΡΑΦΙΣΤΑΣ) – ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΑΔΟΥ ΕΛΛΗ

#### ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η κατασκευή του κτιρίου ξεκίνησε το 1990 και επιδοτήθηκε από τη Γ.Γ.Ε.Τ ως ένα από τα πρώτα βιοκλιματικά παραδείγματα στο χώρο της Βόρειας Ελλάδας με στόχο την πραγματοποίηση μετρήσεων θερμικής συμπεριφοράς και την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η κατοικία, 116 τ.μ. κύριων χώρων, με 90τ.μ. υπόγειο, περιλαμβάνει καθιστικό, κουζίνα – τραπεζαρία, τρία υπνοδωμάτια και χώρους υγιεινής.



Εικόνα 68 Νότια όψη

#### ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΦΥΤΕΜΕΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Θέρμανση: όλοι οι κύριοι χώροι του κτιρίου βρίσκονται στη νότια πλευρά του και δέχονται ηλιακά θερμικά φορτία από τα μεγάλα νότια ανοίγματα και τους τοίχους Trombe.

Στον όροφο υπάρχει ένα βόρειο υπνοδωμάτιο το οποίο υπερυψώθηκε ώστε να δέχεται την ηλιακή ακτινοβολία από το μεγάλο νότιο υαλοστάσιο του. Οι τοίχοι trombe φέρουν, όπως και όλα τα ανοίγματα, διπλό υαλοπίνακα. Φέρουν επίσης εξωτερικούς φεγγίτες απαραίτητους για τον θερινό τους αερισμό.

Συμπληρωματική θέρμανση: το κτίριο θερμαίνεται από τζάκι – καυστήρα.

Ηλιοπροστασία: η νότια όψη σκιάζεται από τις κατάλληλου μεγέθους προεξοχές των στεγών. Οι τοίχοι trombe σκιάζονται πρόσθετα από караβόπανο που προστατεύει τα σταθερά υαλοστάσια τους.

Η ηλιοπροστασία της ανατολικής και δυτικής πλευράς του κτιρίου επιτυγχάνεται με φυλλοβόλο αναρριχώμενο.

Δροσισμός: επιτυγχάνεται κυρίως με κατακόρυφο αερισμό.

Η φυτεμένη στέγη προσθέτει στο κτίριο εκτός της πρόσθετης μόνωσης τα εξής πλεονεκτήματα για την θερινή περίοδο:

- Συμβάλλει σημαντικά στην ανάσχεση της θερμορροής από τον εξωτερικό προς τον εσωτερικό χώρο.
- Η δυτική συστοιχία των υποστυλωμάτων που φέρουν τις στέγες του κτιρίου δίνει τη δυνατότητα ανάρτησης κατακόρυφων ηλιοπροστατευτικών πετασμάτων κατά τις απογευματινές ώρες, που σχηματίζουν ένα αεριζόμενο διάδρομο έξω από τη δυτική επιφάνεια του κτιρίου συμβάλλοντας στην απόλυτη προστασία του από τα δυτικά θερμικά φορτία.



Εικόνα 69 Κατακόρυφος σκιασμός δυτικών ημιυπαίθριων χώρων με κουρτίνα



Εικόνα 70 Δυτικός σκιασμένος αεριζόμενος διάδρομος

-Το πότισμα της στέγης μετά τη δύση του ηλίου, αφού έχουν μαζευτεί τα κατακόρυφα πετάσματα, προκαλεί το φαινόμενο της ψύξης της δυτικής αύρας λόγω εξάτμισης, με αποτέλεσμα την είσοδο δροσερού αέρα στο κτίριο.

Τα θερμότερα στρώματα του εσωτερικού αέρα αποβάλλονται από τα ανοίγματα που σχηματίζονται μεταξύ της ανώτερης ζώνης της και του στηθαίου του υπερκείμενου ορόφου.



Εικόνα 71



## ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ

Στην κατασκευή του κτιρίου χρησιμοποιήθηκαν καθαρά, μη τοξικά ή οικοτοξικά υλικά. Ο φέρων οργανισμός κατασκευάστηκε από οπλισμένο σκυρόδεμα. Επίσης από οπλισμένο σκυρόδεμα, μη φέρον, έχουν κατασκευαστεί οι τοίχοι trombe.

Οι εξωτερικές τοιχοποιίες κατασκευάστηκαν από θερμομπλοκ συνολικού πάχους 46εκ.

Τα δάπεδα είναι πέτρινα και αποτελούν σημαντικό τμήμα της μάζας θερμοσυσσώρευσης του κτιρίου.

Η στέγη είναι ξύλινη και φέρει επικάλυψη φυτεμένου χώματος.

Οι μονώσεις του κτιρίου είναι φυτικής προέλευσης.

Τα φέροντα στοιχεία μονώθηκαν αρχικά με εξηλασμένη πολυστερίνη, σε μια εποχή που δεν ήταν γνωστές οι τοξικές και οικοτοξικές της ιδιότητες. Αργότερα αντικαταστάθηκε από Heraklith που αποδείχτηκε ιδιαίτερα χρήσιμο στη διάρκεια μεγάλης πυρκαγιάς στην περιοχή, όταν η ΒΔ πλευρά του κτιρίου τυλίχτηκε στις φλόγες. Η μόνωση των εξωτερικών τοιχοποιιών εξασφαλίζεται με τη χρήση θερμομπλοκ μεγάλου πάχους που εγγυάται την άδηλη αναπνοή της τοιχοποιίας, καθοριστικός παράγων για την ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Το Heraklith στη στέγη και στην εξωτερική επιφάνεια του φέροντος οργανισμού επιτρέπει επίσης την άδηλη των δομικών στοιχείων που καλύπτει.

Οι αρμοί του κτιρίου (μεταξύ κουφωμάτων και τοιχοποιίας) αποφράχθηκαν με μαλλί ινών γούτας. Τα κουφώματα είναι ξύλινα. Για την εξασφάλιση του άδηλου αερισμού του κτιρίου δεν τοποθετήθηκαν λάστιχα μεταξύ της κάσας και των ανοιγόμενων φύλλων. Δόθηκε όμως ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή των κουφωμάτων για την καλή προσαρμογή τους. Ως υλικό πυροπροστασίας και παρασιτοκτόνο συντηρητικό των ξύλινων στοιχείων της κατασκευής χρησιμοποιήθηκε διάλυμα βορικού οξέος. Τα βερνίκια είναι φυτικής προέλευσης με διαλυτικά φυσικών αιθέριων ελαίων, εντελώς ακίνδυνα από άποψη υγιεινής.

Η φύτευση της στέγης έγινε για λόγους εναρμόνισης του κτιρίου με τον φυσικό περιβάλλοντα χώρο, για τη βελτίωση της μόνωσης, αλλά και ως πειραματική εφαρμογή της προσπάθειας αντικατάστασης του χαμένου λόγω δόμησης φυσικού εδάφους, στο ανώτερο επίπεδο του κτιρίου. Η κατασκευή της αποτέλεσε ένα πρώτο πειραματισμό που απαιτούσε ιδιαίτερη προσοχή αλλά και δυνατότητα ίδιας εκτίμησης ενδεχόμενων δυσκολιών και προβλημάτων.



Εικόνα 72 Κατασκευή φυτεμένης στέγης



Εικόνα 73 Ίνες γούτας - παράθυρα

### ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ

Η μέτρηση της θερμικής συμπεριφοράς έδειξε ότι το κτίριο μπορεί να καταταχτεί από πλευράς θερμομόνωσης στην κατηγορία του άριστου (500 W/K). Διαθέτει υψηλή ικανότητα θερμοσυσσώρευσης (30 Kw/K), επαρκή θερμοχωρητικότητα και δεν εμφανίζει υπερθέρμανση. Το 50% των θερμικών αναγκών του καλύπτεται από τα βιοκλιματικά του στοιχεία.

### ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Η επιθυμία άμεσης λειτουργικής σχέσης εσωτερικού και εξωτερικού χώρου οδήγησε στη δημιουργία εξόδων από όλους τους ορόφους στο φυσικό έδαφος πράγμα που ενίσχυσε τη μεγαλύτερη δυνατή μορφολογική προσαρμογή του κτιρίου στο φυσικό ανάγλυφο. Η κλιμάκωση των ορόφων μειώνει σημαντικά τον όγκο του κτιρίου και το ύψος του και φέρνει στέγες χαμηλά, δημιουργώντας μία ευχάριστη αίσθηση ανθρώπινης κλίμακας.

Οι φυτεμένες στέγες και οι πέργκολες που καλύπτουν τους εξώστες σχηματίζουν από τη μια μεριά προέκταση του κτιρίου προς το φυσικό χώρο και από την άλλη δημιουργούν μιας μορφής συνέχεια του φυσικού χώρου προς το κτίριο. Τα δομικά στοιχεία της κατασκευής είναι εμφανή εξωτερικά και εσωτερικά. Τα χρώματα των εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου είναι χρώματα της γης.



Εικόνα 74 Νότια όψη

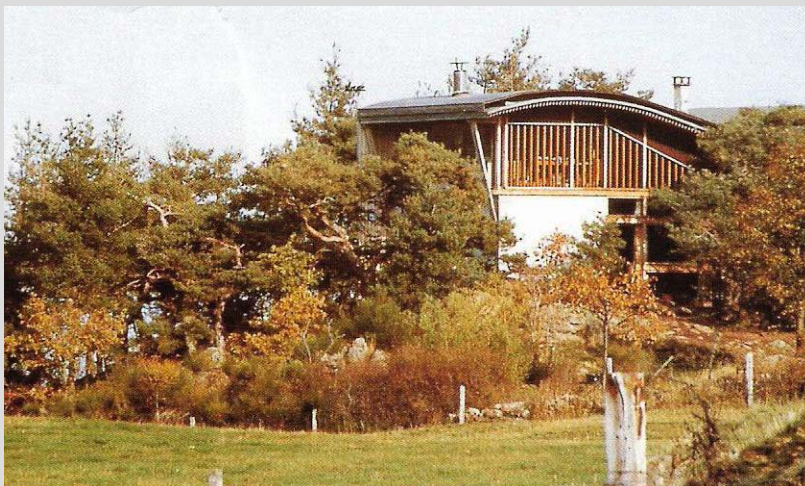
Η βιοκλιματική αυτή κατοικία κατασκευάστηκε με αρκετά περιορισμένο προϋπολογισμό. Έχει μινιμαλιστικά τελειώματα και δε διαθέτει ειδικές τεχνικές εγκαταστάσεις. Δόθηκε προτεραιότητα στις ανθρώπινες σχέσεις και στη δημιουργία χώρων όπου ο άνθρωπος και το περιβάλλον βρίσκονται σε μια φυσική και αρμονική σχέση.



Εικόνα 75

#### Πλαίσιο και τοποθεσία

Χτισμένο σε ένα λοφίσκο που δεσπόζει της πεδιάδας Montbrison, το οχυρό αυτό από σκυρόδεμα και ξύλο, έχει στέγη με απαλές καμπύλες που συνδέονται με τη μορφή του εδάφους. Πνιγμένο σ' ένα άλσος πεύκων, αποκαλύπτεται βαθμιαία στους επισκέπτες που παίρνουν το δρόμο ανάμεσα στις φυλλωσιές. Ο σεβασμός του τοπίου και της υφιστάμενης βλάστησης, σε συνδυασμό με την εφαρμογή των βιοκλιματικών αρχών, υπέδειξαν τις μορφές και τα υλικά στην κατασκευή του.



Εικόνα 76

### Λειτουργία και μορφή.

Η κατοικία δεν αποκαλύπτεται ποτέ ολόκληρη. Καλυμμένος με μια μεγάλη στέγη που αναπτύσσεται σαν κύμα, ο πρώτος από τους δύο όγκους εκτείνεται κατά τον άξονα Ανατολή – Δύση. Στεγάζει τις ζώνες διαβίωσης, μια γωνιά τζακιού κάτω από έναν ημιώροφο, την κουζίνα και την τραπεζαρία. Η τραπεζαρία ανοίγεται προς μια βεράντα από αγριόπευκο πάνω από τους όγκους γρανίτη του εδάφους. Ο ευρύς κοινόχρηστος χώρος χωρίζεται από το υπνοδωμάτιο των γονέων με το χώρο εισόδου όπου είναι μια δεξαμενή, που όταν το νερό της εξατμίζεται, υγραίνει με φυσικό τρόπο τον αέρα. Πάνω από το υπνοδωμάτιο, η στέγη, που καλύπτεται με ξύλινο πλέγμα από αγριόπευκο, μετασχηματίζεται σε προσβάσιμη βεράντα. Μια καλυμμένη στοά επιτρέπει την πρόσβαση στον κύβο από σκυρόδεμα που περιέχει το γραφείο, τη ζώνη των παιδικών χώρων, ένα κοινό εσωτερικού χώρο και τρία δωμάτια με τζάμια προς την πεδιάδα του Forez.

### Ενέργεια και άνεση

Η μελέτη βασίζεται στις βιοκλιματικές αρχές δηλαδή στη βελτιστοποίηση των ηλιακών κερδών και στον περιορισμό των απωλειών ενέργειας για να εξασφαλίζεται η θερμική άνεση το χειμώνα όπως και το θέρος. Η βλάστηση περιορίζει τις προσόψεις που εκτίθενται στη Δυτική βροχή και επιτρέπει να ανοίγονται τα καθημερινά δωμάτια προς το Νότο για να επωφελούνται από την ηλιακή ακτινοβολία. Ο Βόρειος τοίχος του καθημερινού είναι από σκυρόδεμα ώστε να σχηματίζει μια αδιαφανή ασπίδα. Μονώνεται από το εξωτερικό μέρος σε συνέχεια με τη στέγη με 10 εκατοστά ορυκτοβάμβακα, προστατεύεται από ένα προστέγασμα κατά της βροχής και η αεριζόμενη επένδυση είναι από σανίδες αγριόπευκου που ενώνονται μεταξύ τους, τοποθετημένες κατακόρυφα.

Η κατοικία επωφελείται από όλους τους προσανατολισμούς, συμπεριλαμβανομένου του ζενίθ πάνω από τη δεξαμενή. Ευνοημένα από τις διαφορές στάθμης, τα ανοίγματα προς το τοπίο και τα εσωτερικά διαφανή στοιχεία, μελετήθηκαν σε συνεργασία με τους ενοίκους. Τα δωμάτια επωφελούνται από το ύψος του ήλιου κι από το Πανόραμα προς την πεδιάδα. Η τοποθέτηση υαλοπινάκων που πλαισιώνουν το τζάκι κάνει το καθημερινό δωμάτιο να βλέπει από τη Δύση προς το Νότο και η τραπεζαρία να βλέπει σε ένα άλσος πεύκων. Με ένα καφασωτό που υποστηρίζεται από δοκίδες ρυθμίζεται η όψη μπροστά από την κουζίνα και ο ημιώροφος, και δημιουργείται ένα φίλτρο που ρυθμίζει την ποιότητα του φυσικού φωτισμού.

Στο Forez, οι χειμώνες είναι κρύοι αλλά τα καλοκαίρια μπορεί να είναι πολύ ξηρά και μπροστά από την κατοικία οι υδρορροές με περίεργα σχήματα επιστρέφουν τα νερά της βροχής, που συλλέγουν από τη στέγη, στο έδαφος.

Η μικρή αυτή η αστική κατοικία που διακρίνεται για την απλότητά της και των κατασκευαστικών επιλογών της καθώς και από τη σαφήνεια του σχεδίου των προσόψεων της. Η πραγματοποίηση της έγινε από έναν κατασκευαστή έτοιμων εξοχικών κατοικιών, ο οποίος από τότε περιλαμβάνει την κατοικία αυτή στον κατάλογο του.

#### Πλαίσιο και τοποθεσία

Ενταγμένη στον παλαιό ιστό μιας γειτονιάς στα νότια της Στουτγάρδης, η κατοικία αυτή έχει παραδοσιακή μορφή με κλίση στέγης 45°, όπως οι κατοικίες που την περιβάλλουν, οι προσόψεις όμως που καλύπτονται από ξύλα, της προσδίδουν σύγχρονη μορφή. Προσανατολισμένη από την Ανατολή προς τη Δύση είναι τοποθετημένη παράλληλα προς το δρόμο, σε ελαφριά εσοχή ώστε να διατηρεί μια φυτεμένη ζώνη κατά μήκος του δρόμου.



Εικόνα 77

#### Λειτουργία και μορφή

Η είσοδος είναι στη βόρεια πλευρά. Οι βοηθητικοί χώροι, βεστιάριο, τουαλέτες και αποθήκη, αποτελούν περιοχή θερμικής ανάσχεσης. Το υπόλοιπο ισόγειο αποτελείται από έναν ευρύ πολύ λειτουργικό χώρο. Μια χαλύβδινη σκάλα, οριοθετημένη από μεταλλικό πλέγμα, παρεμβάλλεται για να χωρίσει οπτικά το καθημερινό από την τραπεζαρία και την κουζίνα. Ο όροφος διαιρείται σε 4 δωμάτια των 14 τετραγωνικών μέτρων το καθένα. Χάρη σε συρταρωτό πανό, οι χώροι μπορούν να μετασχηματιστούν σε προσωπικούς ή πιο ανοικτούς, προσφέροντας θέα και διαφάνεια. Οι προσόψεις συντίθενται από μian εναλλαγή κατακόρυφων αδιαφανών πανό και υαλοστασίων. Το σχέδιο τους τροποποιείται κατά τη διάρκεια της ημέρας χάρη σε συρόμενες περσίδες που χρησιμοποιούνται ως σκίαστρα και προστατεύουν την ιδιωτικότητα των ενοίκων.

Κατά τη νύχτα, ο φωτισμός που φιλτράρεται ανάμεσα στις οριζόντιες γραμμές των ξύλινων σανίδων μετασχηματίζει την κατοικία σε φωτοδότη.



### Ενέργεια και άνεση

Με ετήσια κατανάλωση ενέργειας κάτω από 65 kWh/m<sup>2</sup>, τιμή κατώτερη του 25% από το κατώτατο όριο που επιβάλλεται από το γερμανικό κανονισμό, η κατοικία αυτή ανταποκρίνεται στο σήμα κατοικίας χαμηλής ενέργειας, που αντιστοιχεί στο ποσό ενέργειας που είναι απαραίτητα για να εξασφαλίζεται οικονομική βοήθεια από κρατίδιο της Βάδης – Βυρτεμβέργης. Τα μέτρα που ελήφθησαν για την απόκτηση αυτού του σήματος είναι μόνο παθητικά, απλός και συμπαγής όγκος, ενισχυμένη μόνωση 22 cm πετροβάμβακα στον τοίχο και 20 εκατοστά στη στέγη, ξύλινα παράθυρα με διπλό μονωτικό υαλοπίνακα. Πολύ αποδοτικός, ο μικρός λέβητας αερίων με προσαρμογή τύπου βεντούζας, εγκατεστημένος κάτω από την κατοικήσιμη σοφίτα, επιτρέπει την αποφυγή καπναγωγού. Για να εξασφαλιστεί η άνεση των χρηστών κατά το θέρος, οι υψηλές γυάλινες επιφάνειες των ανατολικών και δυτικών τοίχων, είναι διαταγμένες απέναντι η μια στην άλλη, ευνοώντας έναν αποτελεσματικό φυσικό αερισμό όλων των δωματίων. Μπροστά από τη Δυτική πρόσοψη, μια πέργκολα στηρίζει αναρριχητικά φυτά που εξασφαλίζουν σκίαση και βελτιώνουν την υγρομετρική άνεση της κατοικίας κατά τη διάρκεια των περιόδων ισχυρής ζέσης. Το νερό της βροχής που ανακτάται σε μια δεξαμενή από σκυρόδεμα χρησιμοποιείται για το πότισμα του κήπου.



Εικόνα 78

Το 1978, η Βάδη - Βιτεμβέργη ήταν το πρώτο ομόσπονδο γερμανικό κρατίδιο που εξέλεξε οικολόγους ως αντιπροσώπους στο τοπικό κοινοβούλιο. Από τότε εγκαταστάσεις για παιδιά και νέους ανθρώπους κτίστηκαν σύμφωνα με μια ορθολογική και οικονομική περιβαλλοντική λογική, βασισμένη σε σωστά σταθμισμένες επιλογές των φερόντων συστημάτων και των ειδικών εγκαταστάσεων.



Εικόνα 79

### Πλαίσιο και τοποθεσία

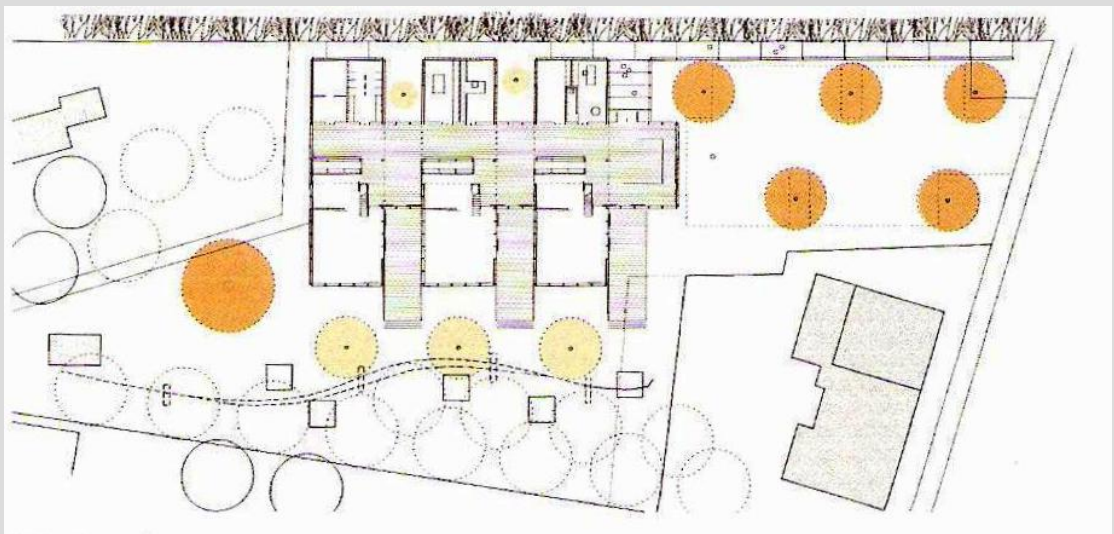
Το νηπιαγωγείο του Pliezhausen βρίσκεται δίπλα σε ένα σχολικό και αθλητικό συγκρότημα, κοντά σε μια προαστιακή γειτονιά και έχει πρόσβαση από ένα δρόμο, που σκιάζεται από μια πέργκολα, κατά μήκος του χώρου στάθμευσης. Τοποθετημένο στο βόρειο σημείο του οικοπέδου είναι προσανατολισμένο προς έναν κήπο που έχει διατηρήσει οπωροφόρα δέντρα.



Εικόνα 80

### Λειτουργία και μορφή

Η πολύ καθαρή ογκομετρία του κτιρίου τονίζει τη σύνθεση από τρία όμοια τμήματα και τη διαφοροποίηση μεταξύ των τάξεων και των χώρων υπηρεσίας. Κάθε τμήμα διαθέτει μια φωτεινή και ευρύχωρη αίθουσα ασκήσεων ύψους 3,50 μέτρων, εξ ολοκλήρου με υαλοστάσια στο Νότο προς τον οπωρώνα. Μια σκάλα από οξιά οδηγεί σε ημιώροφο, από όπου υπάρχει θέα προς την τάξη και τους κοινόχρηστους χώρους. Κάτω από το χώρο αυτό όπου παίζουν ήσυχα τα παιδιά, ένας πιο μικρός και σκοτεινός χώρος διευκολύνει τη συγκέντρωση κατά τη διάρκεια της εργασίας σε μικρές ομάδες. Στο πλάι κάθε τάξης, εκτείνεται μια βεράντα από αγριόπευκο που από μια σκάλα οδηγεί τα παιδιά στον κήπο. Ένας κοινός χώρος χωρίζει τα τρία σύνολα των χώρων υπηρεσίας, που βρίσκονται στο Βορρά. Από την άλλη πλευρά αυτής της ζώνης κυκλοφορίας και συναντήσεων, το γραφείο, το εργαστήριο, η καντίνα, οι εγκαταστάσεις υγιεινής και αποθήκευσης συγκεντρώνονται σε τρεις χαμηλούς όγκους, κατασκευασμένους στην προέκταση των τάξεων. Εσοχές και διευρύνσεις επιτρέπουν μια διαφοροποιημένη χρήση του κοινού φωτεινού και ελκυστικού χώρου που διαθέτει ένα ευρύ πολυδύναμο προαύλιο στην είσοδο με τα αποδυτήρια κοντά στις τάξεις.



Εικόνα 81

### Ενέργεια και άνεση

Οι πλήρεις τοίχοι με ένα διπλό στρώμα πετροβάμβακα πάχους 18 εκατοστών μεταξύ των στύλων και 5 εκατοστών μπροστά από την κατασκευή, από την εξωτερική πλευρά. Στο Νότο, είναι τοποθετημένο διπλοκέλυφο αεριζόμενο υαλοπέτασμα με στόχο τη βελτιστοποίηση του ηλιακού κέρδους. Συντίθεται από διπλό υαλοπίνακα πάχους 7 εκατοστών, από την εσωτερική πλευρά ακολουθεί διάκενο με αέρα περίπου 30 εκατοστών και ένα απλό υαλοπίνακα 12 χιλιοστών, που στηρίζεται με μια ελαφριά κατασκευή από γωνιές γαλβανισμένου χάλυβα. Τέλος για να επιτρέπεται ο φυσικός εξαερισμός των τάξεων, οι αρχιτέκτονες ανέπτυξαν ένα σύστημα από λαβές που διευκολύνουν το άνοιγμα μικρών υαλοστασίων που βρίσκονται στο κάτω μέρος των δύο παρειών. Ένα σκίαστρο στερεωμένο στο εσωτερικό του διακένου μεταξύ των υαλοπετασμάτων εξασφαλίζει την αποφυγή υπερθέρμανσης κατά το θέρους. Το νερό των χώρων υγιεινής και της καντίνας θερμαίνεται από τα 20 μ<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών που βρίσκονται στη στέγη. Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση 5 μ<sup>2</sup> παρέχει στο σχολείο ηλεκτρική ενέργεια. Όλα αυτά τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας συμπληρώνονται από την ανάκτηση των νερών της βροχής σε μια δεξαμενή. Μια αντλία επιτρέπει την επαναχρησιμοποίηση αυτού του νερού στις τουαλέτες και στο πότισμα. Η υπερχείλιση της δεξαμενής τροφοδοτεί ένα βιότοπο, στοιχείο της εκπαίδευσης που εξοικειώνει με την οικολογία από τη μικρή παιδική ηλικία.



Εικόνα 82

Κύριος έργου: Αγγελέτου Π., Καλαιτζόπουλος Μ. Ο.Ε.  
Μελέτη - Επίβλεψη: Έλλη Γεωργιάδου, Αρχιτέκτων μηχανικός  
Κατασκευαστής: Α. Κυριακόπουλος, Κ.Υ.Φ. Μονοπρόσωπη Ε.Π.Ε.

Στην νότια Εύβοια, στο Μεσοχώρι Στυραίων βρίσκεται το κτήμα Φίλιον. Εκεί κατασκευάζεται σήμερα μια τουριστική μονάδα δέκα ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων. Πρόκειται για ένα συγκρότημα βιοκλιματικού σχεδιασμού.

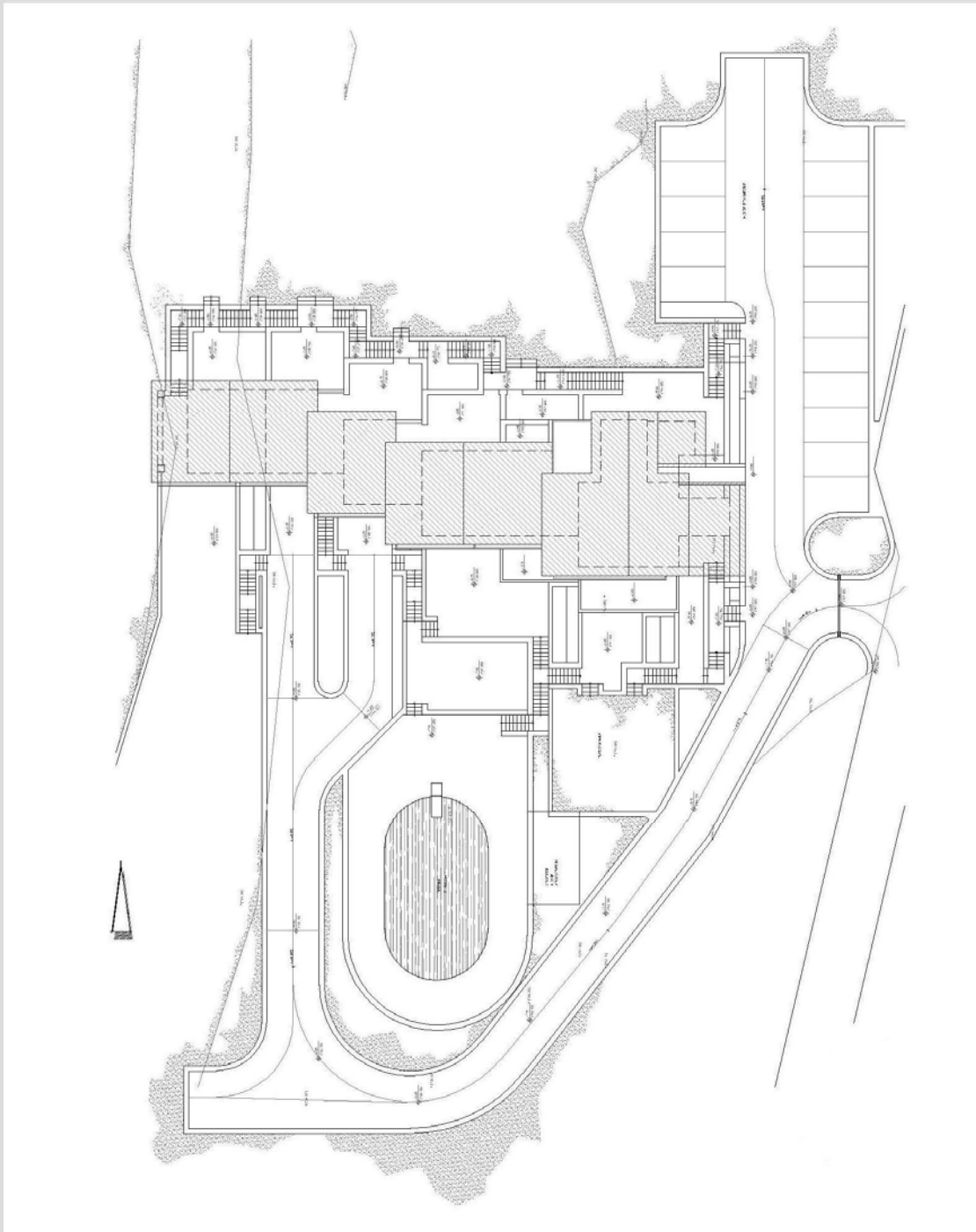


Εικόνα 83 Τρισδιάστατη απεικόνιση



Εικόνα 84 Η φάση κατασκευής που βρίσκεται σήμερα

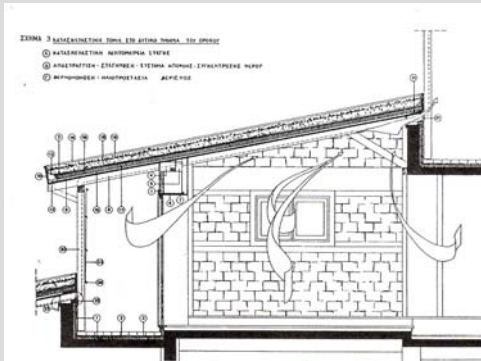
Το συγκρότημα εκτείνεται στον άξονα Ανατολής – Δύσης και στρέφει την μεγάλη κατά πλάτος και ύψος όψη του προς το Νότο. Οι κύριοι χώροι του (οι κοινόχρηστοι και τα διαμερίσματα φιλοξενίας) είναι διατεταγμένοι στη νότια ζώνη του κτιρίου. Η βορεινή του πλευρά, όπου συγκεντρώνονται οι χώροι κίνησης, υγιεινής και οι βοηθητικοί χώροι είναι σε ένα ποσοστό περίπου 50% επιχωμένη. Έτσι μειώνονται σημαντικά οι συνολικές θερμικές απώλειες το χειμώνα.



Εικόνα 85 Η θέση του συγκροτήματος στο οικόπεδο

Το κτίριο καλύπτει κατά τους χειμερινούς μήνες τα αναγκαία για τη θέρμανση του θερμικά φορτία από τον ήλιο σε ένα ποσοστό της τάξης του 60%, μέσω των μεγάλων και εκτεταμένων νότιων ανοιγμάτων των χώρων κύριας χρήσης.

Ο θερινός φυσικός δροσισμός εξασφαλίζεται μέσω του πλήρους νυχτερινού αερισμού των εσωτερικών χώρων σε συνδυασμό με την αυξημένη μάζα των δομικών στοιχείων στο εσωτερικό του κτιρίου.



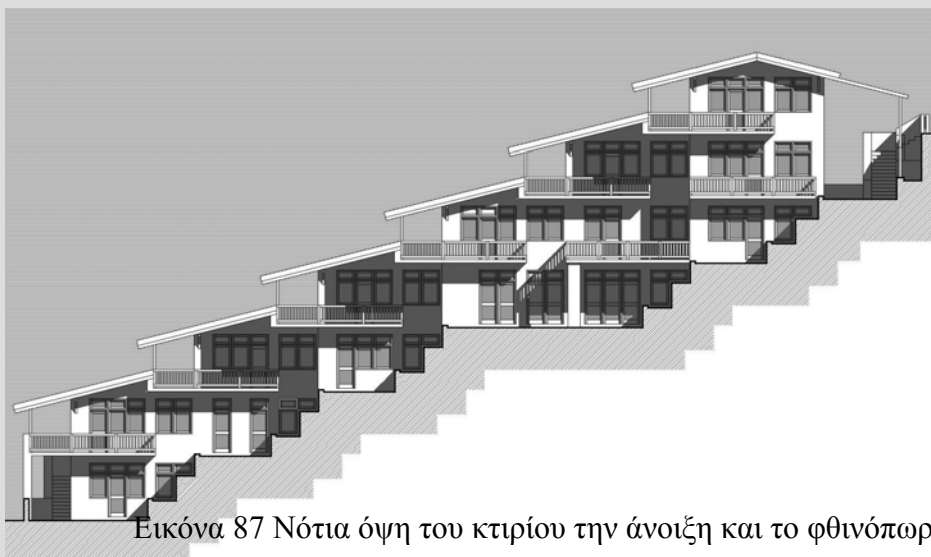
Εικόνα 86  
Νυχτερινός αερισμός



Εικόνα 86  
Η εξωτερική τοιχοποιία: α) μόνωση  
β) αύξηση εσωτερικής μάζας

Η αυξημένη εσωτερική μάζα ψύχεται το βράδυ και κατά τη διάρκεια της μέρας απορροφά τα θερμικά φορτία του εσωτερικού αέρα και τον ψύχει. Ο νυχτερινός αερισμός στηρίζεται στην είσοδο των ψυχρών απόγειων τοπικών ρευμάτων της νύχτας από επιλεγμένα ως προς τη θέση τους ανοίγματα σε όλους τους χώρους του κτιρίου και την ταυτόχρονη έξοδο των εσωτερικών θερμικών φορτίων από ανοίγματα κατάλληλα τοποθετημένα στις υψηλότερες ζώνες του κάθε χώρου. Στα υψηλότερα σημεία των κλιμακοστασίων υπάρχουν επίσης ανοίγματα που απάγουν τα εσωτερικά θερμικά φορτία προς τα έξω, προκαλούν ελκυσμό υποβοηθούν την άνοδο ψυχρών στρωμάτων του εσωτερικού αέρα από τους επιχωμένους δροσερούς χώρους των κατώτερων επιπέδων και τα διανέμουν στους κοινόχρηστους χώρους του συγκροτήματος.

Η θερινή ηλιοπροστασία του συγκροτήματος εξασφαλίζεται από τους μικρούς επιμήκεις εξώστες πάνω απ' όλα τα νότια ανοίγματα, στην πλευρά του Νότου.



Εικόνα 87 Νότια όψη του κτιρίου την άνοιξη και το φθινόπωρο

Η θερινή ηλιοπροστασία εξασφαλίζεται επίσης από τους δυτικούς ημιυπαίθριους που εκτείνονται σε όλο το μήκος των δυτικών πλευρών σε κάθε όροφο και καλύπτονται, όπως και όλο το κτίριο, από φυτεμένες στέγες. Στην εξωτερική πλευρά των ημιυπαίθριων σύρεται τα καλοκαιρινά απογεύματα κουρτίνα που απομονώνει το κτίριο από τη Δύση και σχηματίζει μεταξύ των δυτικών τοίχων και του ήλιου έναν πλήρως σκιασμένο, αεριζόμενο δροσερό διάδρομο.

Οι φυτεμένες στέγες βελτιώνουν σημαντικά την μόνωση τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι και συμβάλλουν επιπλέον στην αρμονική ένταξη του συγκροτήματος στον φυσικό του χώρο.



Εικόνα 88

Οι φυτεμένες στέγες εκτείνονται μπροστά στους δυτικούς ημιυπαίθριους των διαμερισμάτων προς τη θέα Ενισχύουν ακόμη και στους υψηλότερους ορόφους την αίσθηση της εγγύτητας με τη γη και την διάσταση της απρόσκοπτης συνύπαρξης των ενοίκων με την ηρεμία και την αρμονία του βουνού και της θάλασσας.



Αρχιτέκτονες: Christian Hauvette, Jerome Nouel

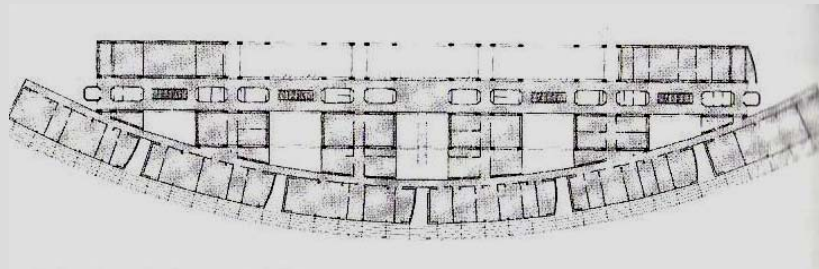
Σχεδιασμός και εφαρμογή: 1989 – 1994

Το κτίριο της Ακαδημίας των Αντίλλων και της Γουιάνας έχει έκταση 8.000 μ<sup>2</sup> και στεγάζει τα κυβερνητικά γραφεία της Εθνικής Υπηρεσίας Εκπαίδευσης. Το κτίριο βρίσκεται στο νησί της Μαρτινίκα, στη γαλλόφωνη περιοχή.

Το κλίμα της περιοχής είναι τροπικό, σταθερά ζεστό και υψηλή υγρασία. Η βασική ιδιαιτερότητα αυτού του κτιρίου, το οποίο μπορεί να χαρακτηριστεί και πειραματικό, είναι ότι σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να καθιστά περιττή τη χρήση του κλιματιστικού, παρά την τρέχουσα πρακτική.

Η αρχιτεκτονική του κτιρίου έχει ειδικά προσαρμοστεί στον τρόπο εργασίας σε κλίμα τροπικό. Ο φυσικός έλεγχος του εσωτερικού κλίματος παρουσιάζει σοβαρά πλεονεκτήματα έναντι της τεχνητής ψύξης - κλιματισμού. Πέραν της μειωμένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη, βασικό επίτευγμα είναι ο περιορισμός του 'θρυλικού σοκ', το οποίο γεννάται όταν περνά κανείς από εσωτερικούς κλιματιζόμενους χώρους έξω στο ύπαιθρο.

Οι τοπικοί δροσεροί άνεμοι έχουν αξιοποιηθεί κατά τρόπο που να διέρχονται ήπια μέσα από το κτίριο, μεταφέροντας τη δροσερή αύρα στο εσωτερικό του. Υπάρχει μια οριακή - κρίσιμη τιμή ανάμεσα στον άνεμο μεγάλης ταχύτητας, που προκαλεί μετακίνηση χαρτιών στα γραφεία, και μη επαρκούς αερισμού που προκαλεί εφίδρωση στους εργαζόμενους, με αποτέλεσμα να μουσκεύουν τα χαρτιά τους.

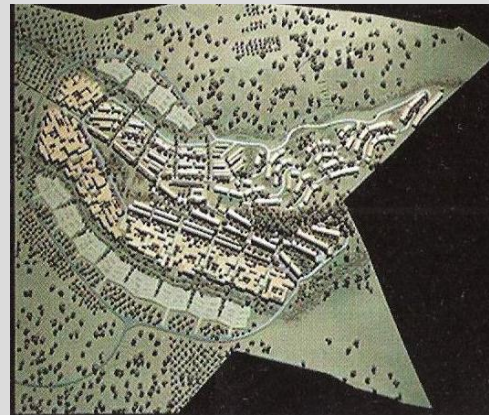
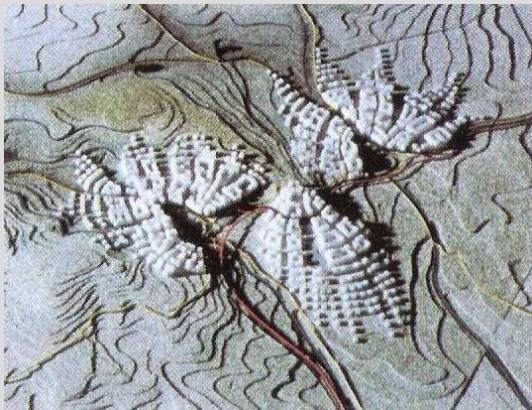


Εικόνα 89

Αρχιτέκτονες : Richards Rogers and Partnership  
 Περιβαλλοντική μελέτη: Battle McCarthy  
 Σχεδιασμός: 1994  
 Εκτέλεση: Οι υποδομές έχουν ολοκληρωθεί

Ο οικισμός ParcBIT αποτελεί μια προσπάθεια της Κυβέρνησης των Βαλεαρίδων νήσων, στα πλαίσια του Expro – Cities Project, να προωθήσει μια νέα προσέγγιση ως προς τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατοίκησης και εργασίας. Η δημιουργία του νέου Οικισμού στοχεύει αφενός τον εφοδιασμό τους με δίκτυα υψηλής τεχνολογίας για τηλεματική εργασία και αφετέρου σε ένα βιώσιμο, υψηλής ποιότητας δομημένο περιβάλλον.

Ο R. Rogers και οι Συνεργάτες του, κέρδισαν το πρώτο βραβείο του διεθνούς διαγωνισμού, που πραγματοποιήθηκε το 1994. Ο οικισμός, του οποίου έχει ολοκληρωθεί η πρώτη φάση - η κατασκευή των υποδομών -, προορίζεται για κατοικία και εργασία 5000 κατοίκων σε μια περιοχή 12 χλμ. βόρεια της πόλης Palma. Η περιοχή είναι αγροτική κοντά στο πανεπιστημιακό Campus της Mallorca.



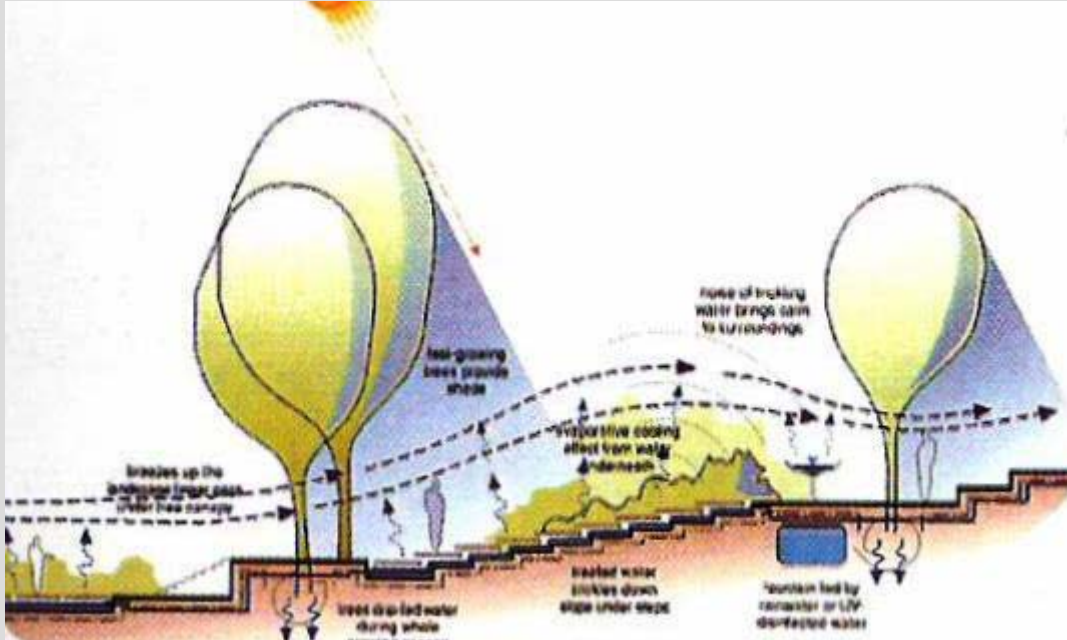
Εικόνα 90

Οι μελετητές, ανταποκρινόμενοι στις προθέσεις του προγράμματος, σχεδίασαν ένα οικισμό υψηλής, περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, εφαρμόζοντας συστήματα τα οποία εξισορροπούν τον κύκλο τροφοδοσίας και ζήτησης της κοινότητας.

‘Το masterplan δημιουργήθηκε μετά από προσεκτική ανάλυση της περιοχής και του τοπίου. Σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να προστατεύει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του τοπίου και να διατηρεί την οικολογική αξία της περιοχής’ αναφέρει ο Lennart Grut, ένας από τους συνεργάτες της αρχιτεκτονικής ομάδας. Στόχος ήταν να δημιουργηθεί μια ζωντανή, δραστήρια κοινότητα σ’ ένα πλούσιο αγροτικό τοπίο. Η προτεινόμενη πολεοδομική οργάνωση διαφοροποιείται ως προς την τρέχουσα πρακτική, αναγνωρίζοντας ότι το τοπίο είναι η συλλογική μνήμη της κουλτούρας. Η άποψη αυτή για το δομημένο χώρο συμπληρώνει, μάλλον, παρά διακυβεύει το τοπίο και την οικολογική του αξία.

Η υφιστάμενη τοπογραφία έπαιξε σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της μορφής του οικισμού, και τα συστήματα κυκλοφορίας.

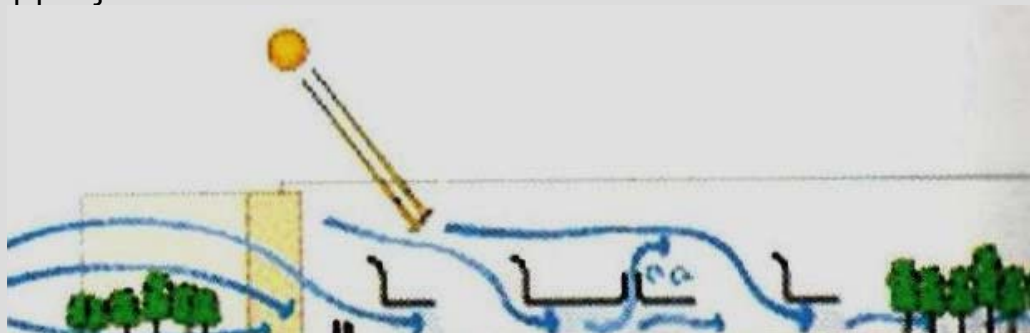
Τα κτίρια χωροθετούνται σε αναβαθμούς, οι οποίοι περιελίσσονται ακολουθώντας τις υψομετρικές καμπύλες του εδάφους, ενώ σαφής προτεραιότητα δίνεται στο περιβάλλον των πεζών και την οργάνωση των πεζοδρόμων, με προβλεπόμενη στάθμευση των αυτοκινήτων στην περίμετρο του οικοπέδου.



Εικόνα 91

Η οργάνωσή του οικισμού μπορεί να 'αναγνωστεί' και ως δήλωση του αιώνα της τηλεματικής. Το ParcBIT δηλώνει ότι ο τόπος εργασίας δεν θα καθορίζεται στο μέλλον από τα παραδοσιακά κέντρα απασχόλησης, αλλά το ζήτημα πιο κρίσιμα, όπως η ποιότητα ζωής και το περιβάλλον.

Τον ParcBIT εξασφαλίζει ένα περιβάλλον με πολλά οφέλη τόσο για τους κατοίκους, όσο και για το υφιστάμενο τοπίο. Προβλέπεται ένα ενεργειακό σύστημα υψηλού επιπέδου άνεσης για τα κτίρια, το οποίο ελαχιστοποιεί την περιβαλλοντική επιβάρυνση από εκπομπές αερίων ρύπων. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης μιας υψηλής αποτελεσματικότητας εγκαταστάσεις φυσικού αερίου, τόσο για τη θέρμανση, όσο και για ψύξη και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (στις τιμές παραγωγής). Στην εγκατάσταση αυτή ενσωματώνεται μια νεωτερική τεχνική αξιοποίησης της ηλιακής ενέργειας.



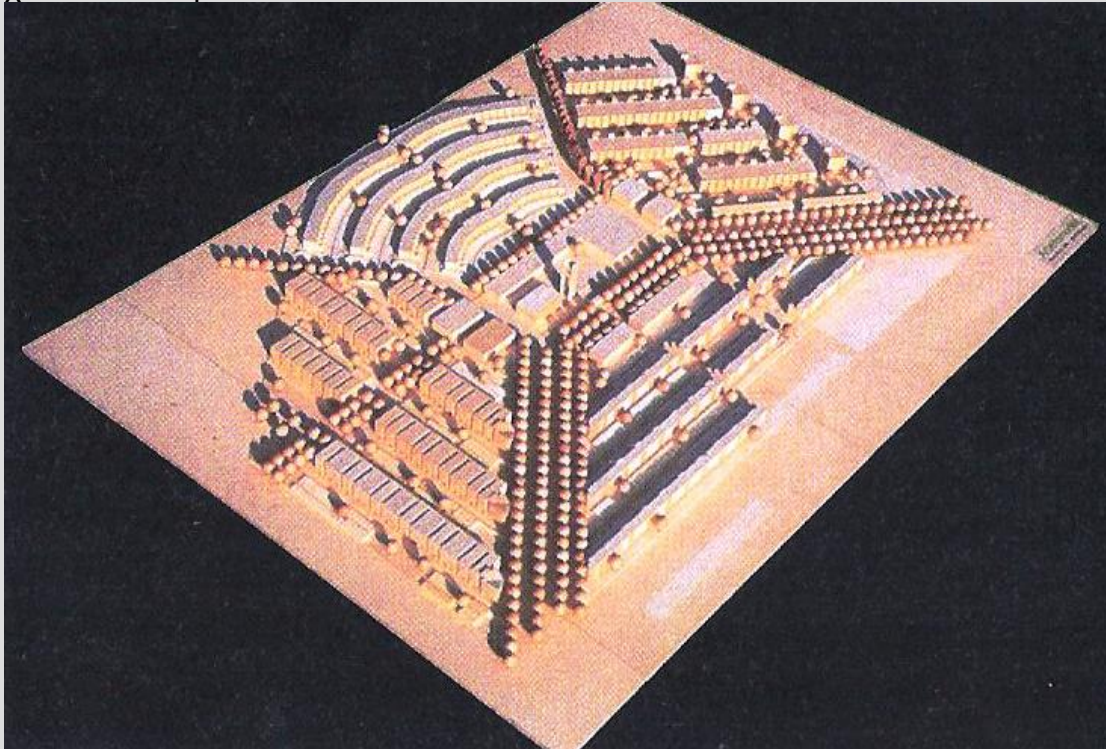
Εικόνα 92

Μέριμνα υπήρξε και για την καλύτερη διαχείριση του νερού. Το νερό της βροχής συλλέγεται και αποθηκεύεται προκειμένου να χρησιμοποιηθεί για την άρδευση των χωραφιών αργότερα, το καλοκαίρι. Το νερό, ως φυσικός πόρος, αποτελεί στοιχείο περαιτέρω εμπλουτισμού του υπάρχοντος πλούσιου τοπίου, γιατί επιτρέπει την καλλιέργεια μεγάλης ποικιλίας προϊόντων. Το σύστημα άρδευσης αξιοποιείται και για την παραγωγή ενέργειας στο τοπικό επίπεδο.

Μεμονωμένα κτίρια, ενότητες κτιρίων και πόλεις θα πρέπει να σχεδιάζονται κατά τρόπο που να ελαχιστοποιούν τη ρύπανση από εκπομπές κυρίως διοξειδίου του άνθρακα. Αυτό επιβάλλει όχι μόνο τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (συμπεριλαμβανομένων του ανέμου, του ήλιου και του νερού), αλλά σχεδιασμού κτιρίων, ενεργειακά αποδοτικών και πολεοδομικά σχέδια που ενθαρρύνουν τη βλάστηση και τη βιοποικιλότητα.

Αρχιτέκτονες: Sir Norman Foster and Partners, Herzog +Partner, Richard Rogers Partnership Σχεδιασμός: 1995

Η επαρχιακή πρωτεύουσα του Linz, που βρίσκεται στη βόρεια Αυστρία, προγραμμάτισε να οικοδομήσει έναν οικισμό, 25.000 κατοίκων, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια σε μεγάλο βαθμό. Η ομάδα των αρχιτεκτόνων, που ανέλαβε το έργο, πραγματοποίησε τον σχεδιασμό του οικισμού και επεξεργάστηκε λεπτομερέστερα ορισμένους τύπους κατοικιών, οι οποίοι θα χτιστούν στο μέλλον.



Εικόνα 93

Λόγω της χαμηλής διαθέσιμης οικονομικής επένδυσης εφαρμόστηκε η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα δόμησης, για χρήση κοινωνικής κατοικίας και κοινόχρηστους χώρους. Η οργάνωσή του οικισμού βασίζεται σε μια σειρά συμπαγών αστικών ενοτήτων (κόμβων) μικτής χρήσης. Η έκταση κατά ενότητες καθορίζεται από βατές αποστάσεις πεζών γύρω από μια κεντρική πλατεία, η οποία αποτελεί και τον πυρήνα κοινωνικών επαφών προκειμένου να δημιουργηθεί μια ποιότητα αστικής ζωής. Η κίνηση των κατοίκων πραγματοποιείται μέσω πεζοδρόμων, πολύ περισσότερο ελκυστικών από τη χρήση αυτοκινήτου.

Στοχεύοντας στη δημιουργία μιας ποικιλίας κατοικιών στο νέο οικισμό, σχεδιάστηκε μια σειρά διαφορετικών τύπων, με λύσεις αρχιτεκτονικές που αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια. Τα οικόπεδα διαχωρίζονται από τους ελεύθερους χώρους είναι τελείως εξατομικευμένα.

Παράλληλα παρεμβάλλονται ζώνες ήρεμες, παιδικές χαρές και χώροι για κοινόχρηστες δραστηριότητες.

Η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια για τον οικισμό θα παράγεται τοπικά με το σύστημα της συμπαραγωγής και θα μεταφέρεται μέσω του δικτύου του οικισμού, πράγμα που καθιστά τον οικισμό ενεργειακά αυτόνομο.

Η υλοποίηση του έργου δεν έχει ακόμη πραγματοποιηθεί.

## ΠΗΓΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ

### 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

#### Βιβλιογραφία

- Ελληνική Εταιρεία, 10 διαλέξεις για τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, 2005
- Μαργαρίτα Καραβασίλη, αειφόρες πόλεις, 2005, ΤΕΕ – ημερίδα 'βιοκλιματικός σχεδιασμός στον αστικό υπαίθριο χώρο', 2002
- Έλλη Γεωργιάδου, βιοκλιματικός σχεδιασμός – καθαρές τεχνολογίες δόμησης, εκδ. παρατηρητής, 1996
- 20<sup>ο</sup> διεθνές συμπόσιο όζοντος, Κω
- Άρθρο της Γεωργία Ζαβίτσανου, εφημερίδα Οίκου της Καθημερινής, 2006
- Άρθρο Χρήστου Ζερεφού, η τρύπα του όζοντος, εφημερίδα Ελευθεροτυπία, 2006
- Άρθρο Σταύρου Δήμα, 'να κερδίσουμε τη μάχη κατά της αλλαγής του κλίματος, επίτροπος αρμόδιος για το περιβάλλον, 2006
- Διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή, investigations into Mitigating the Heat Island Effect through Green Roofs and Green Walls, Cardiff University, 2005

#### Ιστοσελίδες

- [www.ert.gr](http://www.ert.gr)
- [www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr)
- [www.e-telescope.gr](http://www.e-telescope.gr)
- [www.kpe-kastor.kas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.kas.sch.gr)
- [www.pathfinder.gr/ecology](http://www.pathfinder.gr/ecology), Άρθρο της Κατερίνας Ιωαννίδου
- [www.nomosphysis.org.gr](http://www.nomosphysis.org.gr)



## 2° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Βιβλιογραφία

- ΚΑΠΕ – κατάλογος βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα, 1999
- ΚΑΠΕ – βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα, Ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής, 2002
- Έλλη Γεωργιάδου, βιοκλιματικός σχεδιασμός – καθαρές τεχνολογίες δόμησης, εκδ. παρατηρητής, 1996
- Ίδρυμα Μεσόγειος ΣΟΣ – Επεμβάσεις σε υφιστάμενο κτίριο – παραδοσιακή δόμηση στις Κυκλάδες, 2006
- Design like you – Give a damn, architecture for humanity, 2005
- Γράμμα σ' ένα νέο αρχιτέκτονα, Αλέξανδρος Τομπάζης, 2007
- Άρθρο Ευγενίας Λάζαρη, περιοδικό Κτίριο,

### Ιστοσελίδες

- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [www.medsos.gr](http://www.medsos.gr)
- [www.kpe-kastor.gr](http://www.kpe-kastor.gr)
- [www.buildings.gr](http://www.buildings.gr)

## 3° ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Βιβλιογραφία

- Β α σ ι σ μ έ ν ο σε τμήμα του βιβλίου της Έλλης Γεωργιάδου, βιοκλιματικός σχεδιασμός – καθαρές τεχνολογίες δόμησης, εκδ. παρατηρητής, 1996
- Άρθρο του Σίμου Γιάννα, βιοκλιματικά κριτήρια σχεδιασμού στην πόλη, ΤΕΕ – ημερίδα 'βιοκλιματικός σχεδιασμός στον αστικό υπαίθριο χώρο', 2002
- Άρθρο των: Ν. Χρυσομαλλίδου, Θ. Θεοδοσίου, Κ. Τσικαλουδάκη, αιεφόρος ανάπτυξη ελεύθερων χώρων σε αστικό περιβάλλον, ΤΕΕ – ημερίδα 'βιοκλιματικός σχεδιασμός στον αστικό υπαίθριο χώρο', 2002



## 4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Βιβλιογραφία

- Ελένη Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, βιοκλιματικός σχεδιασμός, περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδ. university studio press, 2006
- Έλλη Γεωργιάδου, βιοκλιματικός σχεδιασμός – καθαρές τεχνολογίες δόμησης, εκδ. παρατηρητής, 1996
- Διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή, investigations into Mitigating the Heat Island Effect through Green Roofs and Green Walls, Cardiff University, 2005
- Περιβαλλοντικός σχεδιασμός πόλεων και ανοιχτών χώρων, περιβαλλοντική τεχνολογία, τόμος Α, Αμουργής, Ν. Καλογεράς, Ελληνικό ανοιχτό πανεπιστήμιο
- Ralph M. Lebens, Passive solar architecture in Europe, the commission of the European communities, 1981
- Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, τόμοι 1,2,3,6, εκδ. Μέλισσα, 1989
- Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Σίφνος, εκδ. Μέλισσα, 1982

## 5ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### Βιβλιογραφία

- Κτίριο **5\_1**, Πανελλήνιος αρχιτεκτονικός διαγωνισμός ιδεών τύπων και εφαρμοσμένης οικολογικής κατοικίας
- Κτίριο **5\_2, 5\_3, 5\_4**, οικολογική αρχιτεκτονική, 29 παραδείγματα από την Ευρώπη, Dominique Gauzin – Muller, εκδ. κτίριο, 2003
- Κτίριο **5\_5**, Διάλεξη Έλλης Γεωργιάδου στο συνέδριο Energy – tech, Θεσσαλονίκη, 2007
- Κτίριο **5\_6, 5\_7, 5\_8**, Ελένη Ανδρεαδάκη – Χρονάκη, βιοκλιματικός σχεδιασμός, περιβάλλον και βιωσιμότητα, εκδ. university studio press, 2006





## ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

- Εικόνα 1: [www.wwf.gr](http://www.wwf.gr)
- Εικόνα 2: [www.physics4u.gr](http://www.physics4u.gr)
- Εικόνα 3: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- Εικόνα 4: [www.kathimerini.gr](http://www.kathimerini.gr)
- Εικόνα 5: [www.dimijianimages.com](http://www.dimijianimages.com)
- Εικόνα 6: [www.pacificviews.org](http://www.pacificviews.org)
- Εικόνα 7: [www.eduspace.esa.int](http://www.eduspace.esa.int)
- Εικόνα 8: βιοκλιματικός σχεδιασμός, Έλλη Γεωργιάδου
- Εικόνα 9: [www.tmath.edu.gr](http://www.tmath.edu.gr)
- Εικόνα 10: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 11: Ελένη Χρονάκη, βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 12: ΚΑΠΕ, εφαρμογές στην Ελλάδα, ενότητα 9
- Εικόνα 13: ΚΑΠΕ, εφαρμογές στην Ελλάδα, ενότητα 9
- Εικόνα 14: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 15: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 16: [www.wikitravel.org](http://www.wikitravel.org)
- Εικόνα 17: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 18: Σίμος Γιάννας, ΤΕΕ αειφόρος ανάπτυξη
- Εικόνα 19: design like you, Architecture for humanity
- Εικόνα 20: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 21: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 22: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller
- Εικόνα 23: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 24: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 25: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 26: βιοκλιματικός σχεδιασμός, Έλλη Γεωργιάδου
- Εικόνα 27: βιοκλιματικός σχεδιασμός, Έλλη Γεωργιάδου
- Εικόνα 28: [www.motionteam.gr](http://www.motionteam.gr)
- Εικόνα 29: [www.thessalonikicity.gr](http://www.thessalonikicity.gr)
- Εικόνα 30: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 31: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 32: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 33: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- Εικόνα 34: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- Εικόνα 35: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 36: [www.thessalonikicity.gr](http://www.thessalonikicity.gr)

- Εικόνα 37: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 38: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 39: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 40: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 41: [www.naturalphotos.com](http://www.naturalphotos.com) κ προσωπικό μου αρχείο
- Εικόνα 42: προσωπικό αρχείο Κων. Σαράντη, Σίφνος
- Εικόνα 43: προσωπικό αρχείο Κων. Σαράντη, Σίφνος
- Εικόνα 44: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 45: passive solar architecture in Europe, 1981
- Εικόνα 46: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου
- Εικόνα 47: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου
- Εικόνα 48: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006
- Εικόνα 49: προσωπικό αρχείο Κων. Σαράντη, Σίφνος
- Εικόνα 50: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 51: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 52: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα
- Εικόνα 53: [www.dennisrhollowayarchitect.com](http://www.dennisrhollowayarchitect.com)
- Εικόνα 54: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου
- Εικόνα 55: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου
- Εικόνα 56: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου
- Εικόνα 57: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 58: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 59: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 60: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 61: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 62: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 63: διδακτορική διατριβή Ελευθερίας Αλεξανδρή,  
Cardiff University, 2005
- Εικόνα 64: Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική, Μέλισσα,  
τόμος 1
- Εικόνα 65: passive solar architecture in Europe, 1981

Εικόνα 66: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 67: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 68: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 69: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 70: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 71: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 72: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 73: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 74: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 75: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 76: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 77: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 78: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 79: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 80: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 81: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 82: οικολογική αρχιτεκτονική, Dominique Gauzin-Muller  
Εικόνα 83: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 84: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 85: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 86: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 87: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 88: προσωπικό αρχείο Έλλης Γεωργιάδου  
Εικόνα 89: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 90: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 91: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 92: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 93: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006  
Εικόνα 94: Ελένη Χρονάκη βιοκλιματικός σχεδιασμός, 2006

