

Πανεπιστήμιο Πατρών

Τμήμα Αρχιτεκτόνων

Αειφορικός Σχεδιασμός Στρατηγικές Θέρμανσης

Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Σημειώσεις

Φρόσω Τριάντη,

Αρχιτέκτων-Ενεργειολόγος, MArch., PhD.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Ε.Στούρνα-Τριάντη, Αρχιτέκτονας M. Arch., Ph.D.

1. Εισαγωγή

Σ' όλη τη διάρκεια της μακραίωνης ιστορίας του ο άνθρωπος προσπάθησε, με ό,τι μέσα είχε κάθε φορά στη διάθεσή του, να δημιουργήσει ικανοποιητικές **συνθήκες προστασίας** από το άμεσο περιβάλλον του για τον εαυτό του, τους δικούς του και τις δραστηριότητές του – που αρχικά είχαν σαν βασικό στόχο την επιβίωση. Η εξασφάλιση ενός καταλύματος, πρώτα φυσικού και αργότερα κατασκευασμένου από τον ίδιο μπόρεσε να τον προφυλάξει τόσο από τους εχθρούς του όσο και από τις αντίξοες καιρικές συνθήκες, δίνοντάς του συγχρόνως τη δυνατότητα να ελέγχει την πρόσβαση σε κάποιον εσωτερικό χώρο που ήταν στην κυριότητα τη δική του ή της ομάδας του.

Οι τεχνολογικές εξελίξεις, με πρώτη την εφεύρεση της φωτιάς, του έδωσαν τη δυνατότητα όχι μόνο να προστατεύει αποτελεσματικά αυτόν το χώρο, αλλά και να του εξασφαλίσει κάποιες **συνθήκες θερμικής άνεσης** σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Όπως θα δούμε στη συνέχεια, ο πρωτόγονος άνθρωπος, με αξιοθαύμαστη γνώση του κλίματος, κατάφερε να κατασκευάσει με τέτοιο τρόπο την κατοικία του, ώστε με πάρα πολύ απλά μέσα να προστατεύεται από τα ακραία καιρικά φαινόμενα – τόσο το καλοκαίρι όσο και το χειμώνα. Επίσης φρόντιζε να ρυθμίζει την καθημερινή του ζωή, σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής του, έτσι ώστε να επιλέγει για κάποιες δραστηριότητές του τον τόπο και το χρόνο που ο καιρός και το περιβάλλον του επέτρεπαν.

Όπως παρατηρούμε στη λαϊκή αρχιτεκτονική όλων των χωρών ο παραδοσιακός άνθρωπος ήταν στενά δεμένος με το περιβάλλον του, τόσο κλιματολογικά και τοπογραφικά όσο και κοινωνικά. Η κατοικία του εξέφραζε αυτήν την **άμεση εξάρτηση από το φυσικό της περίγυρο** με τον τρόπο και τα υλικά κατασκευής της, καθώς και με τη λειτουργικότητα και τη μορφολογία της – που επέτρεπε ατελείωτες παραλλαγές μέσα στα όρια μιας κοινής τυπολογίας.

Με την εξέλιξη των ανθρώπινων κοινωνιών όλα τα παραπάνω κατέληξαν να ρυθμίζονται με κανονισμούς προφορικούς στην αρχή και στη συνέχεια με γραπτούς νόμους και κώδικες. Στην εποχή του Ιουστινιανού έχουμε ήδη ένα πλήρες **οικοδομικό δίκαιο**, που ρυθμίζει τον τρόπο κατασκευής των κατοικιών, τα ανοίγματα, τις αποστάσεις μεταξύ τους, κλπ. Έτσι αποφεύγονται οι οχλήσεις μεταξύ των γειτόνων οι οποίοι, εκτός από τα άλλα, θεωρείται ότι έχουν όλοι δικαίωμα στον **ηλιασμό**, στον **αερισμό** και τη **θέα**.

Αυτό το οικοδομικό δίκαιο ακολουθήθηκε για πάρα πολλά χρόνια τόσο στη βυζαντινή όσο και στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική της Μεσογείου. Στα μέσα του 19^{ου} αιώνα οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι αυξημένες δυνατότητες αξιοποίησης των ενεργειακών αποθεμάτων που εξασφάλισε η ραγδαία βιομηχανική πρόοδος στις ανεπτυγμένες κυρίως χώρες φάνηκαν να εξασφαλίζουν τη **μαζική παραγωγή κατοικίας** για τα αστικά κέντρα, όπου και οι πιέσεις για στέγαση των βιομηχανικών εργατών, που ζούσαν σε άθλιες συνθήκες, ήταν τεράστιες.

Έτσι, στις αρχές του 20^{ου} αιώνα γεννιέται και η ιδεολογική έκφραση αυτής της τάσης μαζικής παραγωγής κατοικίας: η **“μοντέρνα αρχιτεκτονική”** που σύμφωνα με τον Le Corbusier, που ήταν ένας από τους κύριους ιδρυτές της, θεωρεί την κατοικία σαν ένα μαζικά παραγόμενο, καταναλωτικό αντικείμενο, το ίδιο για όλους τους ανθρώπους σε όλα τα μήκη και πλάτη του πλανήτη μας. Είναι φανερό ότι, σε αντίθεση με την παραδοσιακή αρχιτεκτονική που ήταν άμεσα συνδεδεμένη με το περιβάλλον της, τόσο ενεργειακά όσο και μορφολογικά, η μοντέρνα αρχιτεκτονική στόχευε στη δυνατότητα **απομόνωσης του εσωτερικού από το εξωτερικό περιβάλλον** και βασιζόταν στη χρησιμοποίηση των συμβατικών ενεργειακών πηγών για την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό της κατοικίας.

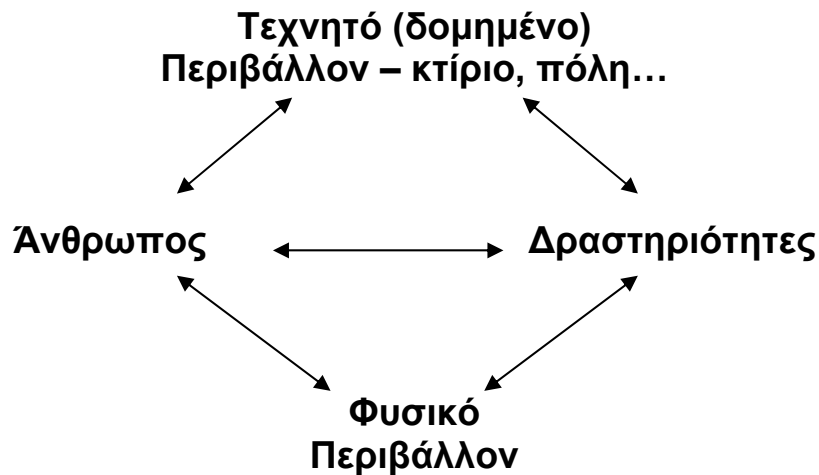
2. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική

Μετά τις αλληπάλληλες οικονομικές και ενεργειακές κρίσεις του περασμένου αιώνα έγινε φανερό πως η ραγδαία ανάπτυξη του Δυτικού κόσμου δεν μπορούσε να συνεχίζεται ανεξέλεγκτα αφού, πέρα από τα οικονομικά και κοινωνικά προβλήματα που δημιουργούσε, είχε σαν προϋπόθεση την ύπαρξη αστείρευτων φυσικών πόρων και πρώτων υλών, μεταξύ των οποίων η ενέργεια.

Έτσι, ήδη από τα μέσα του αιώνα, ορισμένοι πρωτοπόροι μηχανικοί και επιστήμονες άρχισαν να ερευνούν την δυνατότητα χρησιμοποίησης των λεγόμενων **ήπιων ή εναλλακτικών μορφών ενέργειας** (ήλιος, άνεμος, γεωθερμία, ενέργεια των κυμάτων, βιομάζα κλπ.) στην θέση των συμβατικών πηγών όπως το κάρβουνο, το πετρέλαιο και το φωταέριο τόσο στο βιομηχανικό όσο και στον κτιριακό τομέα.

Στην περίπτωση της αρχιτεκτονικής, μετά τις πρώτες εφαρμογές που πρόσφεραν τα απαραίτητα πειραματικά δεδομένα, έγινε μία προσπάθεια συστηματοποίησης των κανόνων σχεδιασμού κτιρίων που χρησιμοποιούν τον ήλιο και τον άνεμο για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών τους. Σύμφωνα με τη φιλοσοφία του **βιοκλιματικού σχεδιασμού** το κτίριο θεωρείται αναπόσπαστο μέρος του περιβάλλοντός του και αξιοποιεί τις συνθήκες του **εξωτερικού μικροκλίματος** για την δημιουργία των ευνοϊκότερων δυνατών συνθηκών **θερμικής άνεσης** στο εσωτερικό του για τις δραστηριότητες του ανθρώπου.

Αυτός ο τρόπος σχεδιασμού εξασφαλίζει την **οικολογική ισορροπία** του ανθρώπου με το περιβάλλον του που έχει σοβαρά διαταραχθεί τα τελευταία χρόνια. Έτσι μεταξύ του ανθρώπου, του φυσικού περιβάλλοντος και του δομημένου περιβάλλοντος (κτίριο, πόλη) που στεγάζει τον ίδιο και τις δραστηριότητες του δημιουργούνται σχέσεις αλληλεξάρτησης, όπως φαίνονται στο σχήμα που ακολουθεί.



Σχέσεις αλληλεξάρτησης

3. Αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού

Σύμφωνα με τις αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού το κτίριο θεωρείται ως ένας **φυσικός ηλιακός συλλέκτης** ο οποίος, με τις κατάλληλες ρυθμίσεις, εξασφαλίζει τις καλύτερες δυνατές συνθήκες **θερμικής και οπτικής άνεσης** για τους χρήστες του, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι, ενώ περιορίζεται η κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και η περιβαλλοντική επιβάρυνση που αυτή συνεπάγεται, λόγω των εκπομπών CO₂, NO_x και άλλων αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Οι αρχές αυτές μπορούν να συνδυασθούν κάθε φορά ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και να αποτελέσουν μια «στρατηγική» σχεδιασμού με στόχο την θέρμανση ή τον δροσισμό του κτιρίου όπως φαίνεται πιο κάτω:

3.1 Στρατηγική θέρμανσης του κτιρίου

- i. Συλλογή ηλιακής ενέργειας
(Κτίριο: φυσικός ηλιακός συλλέκτης)**
 - Χωροθέτηση του κτιρίου
 - Προσανατολισμός του κτιρίου
 - Σχήμα του κτιρίου
 - Ανοίγματα (μέγεθος και προσανατολισμός)
 - Λειτουργική διάρθρωση εσωτερικών χώρων
 - Χρώμα εξωτερικών επιφανειών

- ii. Αποθήκευση ενέργειας
(Κτίριο: αποθήκη θερμότητας)**
 - Άμεση αποθήκευση
 - Έμμεση αποθήκευση
 - Ιδιότητες των υλικών

- iii. Διανομή θερμότητας**
 - Μεταφορά
 - Ακτινοβολία
 - Θερμοκυκλοφορία του αέρα

- iv. Παγίδευση της θερμότητας**
 - Μείωση των θερμικών απωλειών του κελύφους
 - Διαφανή στοιχεία
 - Αδιαφανή στοιχεία
 - Μείωση των απωλειών από εξαερισμό του εσωτερικού χώρου
 - Ελεγχόμενος εξαερισμός
 - Μη ελεγχόμενος εξαερισμός
 - Ζώνες ανάσχεσης

3.2 Στρατηγική ψύξης του κτιρίου

- i. Ηλιοπροστασία του κελύφους**
 - Σκίαση
 - Ειδικά υαλοστάσια
 - Περιβαλλοντική προστασία
(σκιάσεις, φυτεύσεις, διαμορφώσεις, χρήση νερού)

- ii. Προστασία από εξωτερικά κέρδη**
 - Μετάδοση θερμότητας
 - Θερμική αδράνεια της κατασκευής
 - Ανάκλαση
 - Διείσδυση του αέρα

- iii. Μείωση εσωτερικών κερδών**
 - Τεχνητός φωτισμός
 - Ηλεκτρικές συσκευές
 - Ένοικοι

- iv. Φυσικός αερισμός**
 - Θερμοκρασιακές διαβαθμίσεις
 - Ανεμοπίεση
 - Το φαινόμενο της “ηλιακής καμινάδας”

- v. Φυσικός δροσισμός**
 - Εξάτμιση
 - Ψύξη από το έδαφος
 - Ψύξη με ακτινοβολία
 - Νυκτερινός αερισμός

4. Παθητικά συστήματα

Τα “παθητικά συστήματα” αποτελούν απλές εφαρμογές των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού και γι’αυτό έπαιξαν ένα σημαντικό ρόλο στις εντατικές προσπάθειες για εξοικονόμηση ενέργειας που ακολούθησαν την “ενεργειακή κρίση” του 1973. Σε αντίθεση με τα “ενεργητικά” ηλιακά συστήματα που συνήθως προστίθενται στο κτίριο, τα “παθητικά συστήματα” αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του κτιρίου, που θεωρείται ολόκληρο σαν “ηλιακός δέκτης” από τον μηχανικό και οργανικό στοιχείο του αρχιτεκτονικού και πολεοδομικού σχεδιασμού.

Έτσι με βάση τη μελέτη των ειδικών κλιματολογικών συνθηκών ενός τόπου εφαρμόζονται ορισμένες λύσεις για την επιλογή και διάρθρωση βασικών στοιχείων του κτιρίου (προσανατολισμός, μονώσεις, ανοίγματα, ηλιοπροστασία, σωστή διαρρύθμιση του χώρου, χρησιμοποίηση στοιχείων όπως η “διπλή επιδερμίδα” ή το “θερμοκήπιο”) που εξασφαλίζουν μεγάλη ελάττωση των θερμικών απωλειών με μικρή επιπρόσθετη αρχική επένδυση.

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι χρησιμοποίησης των παθητικών συστημάτων για θέρμανση ή κλιματισμό χώρων είναι οι ακόλουθες:

1. Μέθοδος του **άμεσου ηλιασμού**, όπου υπάρχει άμεση επαφή του ήλιου με το χώρο που σχεδιάζουμε με σύγχρονη αποθήκευση της θερμότητας μέσα στον ίδιο το χώρο.
2. Μέθοδος του **έμμεσου ηλιασμού** με την χρήση κατακόρυφων **στοιχείων θερμικής αποθήκευσης**, όπου ένας εξωτερικός τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας παρεμβάλλεται μεταξύ του προς θέρμανση χώρου και της επιφάνειας του τζαμιού προς τον νότο (τοίχος Trombe-Michel).
3. Μέθοδος του **έμμεσου ηλιασμού** με την χρήση ενός ενδιάμεσου χώρου τύπου λιακωτού ή **θερμοκηπίου** μεταξύ του ηλίου και του προς θέρμανση χώρου.
4. Μέθοδος του **έμμεσου ηλιασμού** με την χρήση **οροφής θερμικής αποθήκευσης** (σύστημα Skytherm). Η αρχή λειτουργίας είναι ίδια με το (2) αλλά είναι συνήθως απαραίτητη η χρήση στοιχείων κινητής μόνωσης.
5. Χρήση της αρχής του **κύκλου θερμικής αγωγιμότητας** σε ένα σύστημα όπου συνήθως χωρίζονται τα στοιχεία συλλογής από τα στοιχεία αποθήκευσης της ενέργειας και η μετάδοση της ενέργειας εξασφαλίζεται με φυσική κυκλοφορία κάποιου θερμικού ρευστού.

Φυσικά υπάρχουν πολλές άλλες μέθοδοι καθώς και συνδυασμοί των παραπάνω μεθόδων που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση και τον κλιματισμό κτιρίων με παθητικό τρόπο (δηλ. χωρίς τη χρήση αντλιών ή άλλων μηχανικών μέσων βεβιασμένης κυκλοφορίας του θερμικού ρευστού). Επίσης μπορεί να γίνει συνδυασμός ενεργητικών και παθητικών συστημάτων σε ορισμένες περιπτώσεις, οπότε έχουμε τα λεγόμενα «υβριδικά συστήματα».

Τα πλεονεκτήματα των παθητικών συστημάτων είναι γνωστά:

1. Μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας, που φτάνει το 40% με 70% περίπου ανάλογα με το κλίμα για παθητικά σχεδιασμένα σπίτια όπου έχουν γίνει συστηματικές μετρήσεις, τόσο στην Αμερική όσο και στην Ευρώπη, ιδίως στη Γαλλία.
2. Χαμηλό αρχικό κόστος. Ορισμένες αλλαγές στο σχεδιασμό του σπιτιού, όπως π.χ. η αύξηση της επιφάνειας των παραθύρων στη νότια πλευρά μαζί με την αντίστοιχη μείωσή τους στη βόρεια, ο σχεδιασμός σκιαδίων στο κατάλληλο ύψος και πλάτος κλπ. δεν επιβαρύνουν την κατασκευή με καμιά επιπρόσθετη δαπάνη, εξασφαλίζοντας συγχρόνως αρκετό ποσοστό εξοικονόμησης.
3. Απλότητα κατασκευής, μια που βασίζονται σε στοιχεία της τρέχουσας οικοδομικής τεχνικής των σπιτιών και μειωμένη συντήρηση, αφού τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι τα συμβατικά υλικά που είναι αδρανή και δεν περιέχουν κινούμενα μηχανικά στοιχεία. Συγχρόνως έχουν εξασφαλισμένη μεγάλη διάρκεια ζωής, όση και το ίδιο το κτίριο.
4. Τα παθητικά συστήματα παρουσιάζουν πλεονεκτήματα από αισθητική άποψη, δίνοντας στον αρχιτέκτονα ένα πλαίσιο για αξιολογές αρχιτεκτονικές λύσεις χωρίς θυσία των αισθητικών αξιών του κτιρίου. Επίσης εξασφαλίζουν γενικά περισσότερη “θερμική άνεση” από τα κοινά συστήματα θέρμανσης και στις περισσότερες περιπτώσεις μια σχετική αυτονομία από τις οποιεσδήποτε ενεργειακές πηγές ακόμα και στις πιο ακραίες καιρικές συνθήκες.

5. Παραδείγματα

Ένα από τα πρώτα παραδείγματα χρησιμοποίησης της αρχής του “**άμεσου ηλιασμού**” για θέρμανση χώρου είναι το σχολείο Wallasey που χτίστηκε στο Λίβερπουλ της Αγγλίας το 1962. Είναι χτισμένο σε 53,4° βόρειο γεωγραφικό πλάτος και εξασφαλίζει 50% των θερμικών αναγκών από τον ήλιο ενώ οι υπόλοιπες καλύπτονται από τη θερμότητα των ίδιων των μαθητών και του ηλεκτρικού φωτισμού του κτιρίου έτσι ώστε να μην είναι αναγκαία η χρήση βοηθητικού συστήματος θέρμανσης.

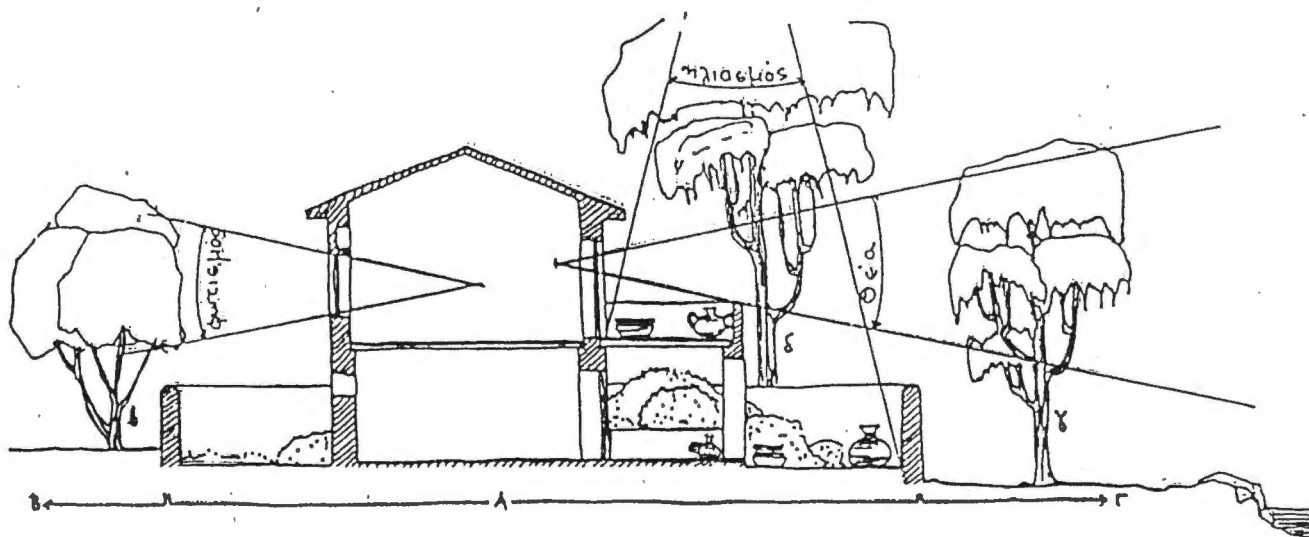
Για τη μέθοδο του “**έμμεσου ηλιασμού**” με κατακόρυφα στοιχεία αποθηκεύσεως της θερμότητας, τα γνωστότερα παραδείγματα είναι τα σπίτια του Γάλλου Felix Trombe στο Odeillo της Γαλλίας (1967) με ένα τοίχο 60 εκ. από μπετόν σαν στοιχείο θερμικής αποθήκευσης, και του Αμερικανού αρχιτέκτονα Steve Baer στο Νέο Μεξικό (1973) που χρησιμοποίησε βαρέλια με νερό σαν στοιχείο αποθήκευσης.

Αν εξετάσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο σπίτι του Trombe για μία περίοδο 4 ημερών, από τις οποίες δύο με ήλιο, μία συνεφιασμένη και η τέταρτη πάλι με ήλιο, το Δεκέμβριο του 1974 με εξωτερική θερμοκρασία λίγους βαθμούς πάνω από το μηδέν, βλέπουμε ότι ενώ η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου από μπετόν που προστατεύεται από ένα τζάμι ζεσταίνεται ως τους 60-65 °C τις ημέρες με ηλιοφάνεια, η εσωτερική

θερμοκρασία του τοίχου μένει σχεδόν σταθερή στους 25 °C παρά τις εξωτερικές διακυμάνσεις μεταδίδοντας έτσι ενέργεια με ακτινοβολία και θερμοαγωγιμότητα στον αέρα του δωματίου. Από μετρήσεις ενός έτους (το 1974) αποδείχτηκε ότι τα 70% της ενέργειας για θέρμανση του σπιτιού καλύφθηκαν από τον ήλιο και ότι περίπου 36% της ολικής προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στον εξωτερικό τοίχο χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση του κτιρίου το χειμώνα – μια απόδοση δηλαδή ισοδύναμη με ενός καλού ενεργητικού ηλιακού συστήματος.

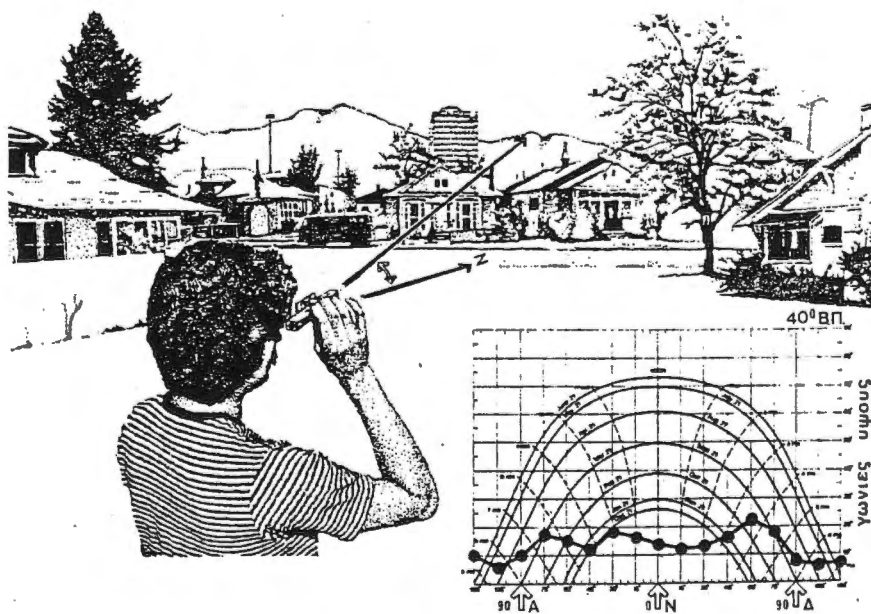
Για την **πειραματική παρακολούθηση** και τη σύγκριση των παθητικών ηλιακών συστημάτων έχουν κατασκευαστεί μια σειρά από πρότυπα κτίρια τόσο στις ΗΠΑ όσο και σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Για τη **θεωρητική πρόγνωση** των αποτελεσμάτων χρησιμοποιούνται πολύπλοκες μαθηματικές **μέθοδοι προσομοίωσης** της θερμικής συμπεριφοράς των χώρων τα αποτελέσματα των οποίων συγκρίνονται με τα πειραματικά δεδομένα. Όπως φαίνεται από ορισμένες μετρήσεις η εσωτερική μέση θερμοκρασία χώρου των προτύπων είναι 15-20° C πάνω από την εξωτερική χειμερινή θερμοκρασία (με ήλιο), ενώ στην πιο μακριά περίοδο του χειμώνα με καιρό συννεφιασμένο και θυελλώδη η εσωτερική θερμοκρασία κατεβαίνει στο ελάχιστο του χειμώνα, δηλαδή 9° C (για εξωτερική θερμοκρασία -6° C). Ενδιαφέροντα επίσης είναι τα αποτελέσματα μετρήσεων που δείχνουν ότι η μεταβολή των βασικών χαρακτηριστικών του κελύφους (μονό ή διπλό τζάμι, νυκτερινή μόνωση, μέγεθος της επιφάνειας που καλύπτονται από γυαλί, πάχος του τοίχου από μπετόν κλπ.) επηρεάζει σημαντικά τόσο το **ποσοστό κάλυψης** των θερμικών αναγκών του κτιρίου όσο και το **επίπεδο θερμικής άνεσης** των κατοίκων με τη μείωση των μεγάλων διαφορών θερμοκρασίας του εσωτερικού χώρου.

Η εφαρμογή τέτοιων συστημάτων σε **υπάρχοντα κτίρια** είναι πάντοτε πιο δύσκολη απ' ό,τι σε νεοσχεδιαζόμενα, όπως άλλωστε συμβαίνει και με άλλα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και εξαρτάται από τους ισχύοντες οικοδομικούς κανονισμούς, ιδιαίτερα όσον αφορά στις αστικές εφαρμογές.

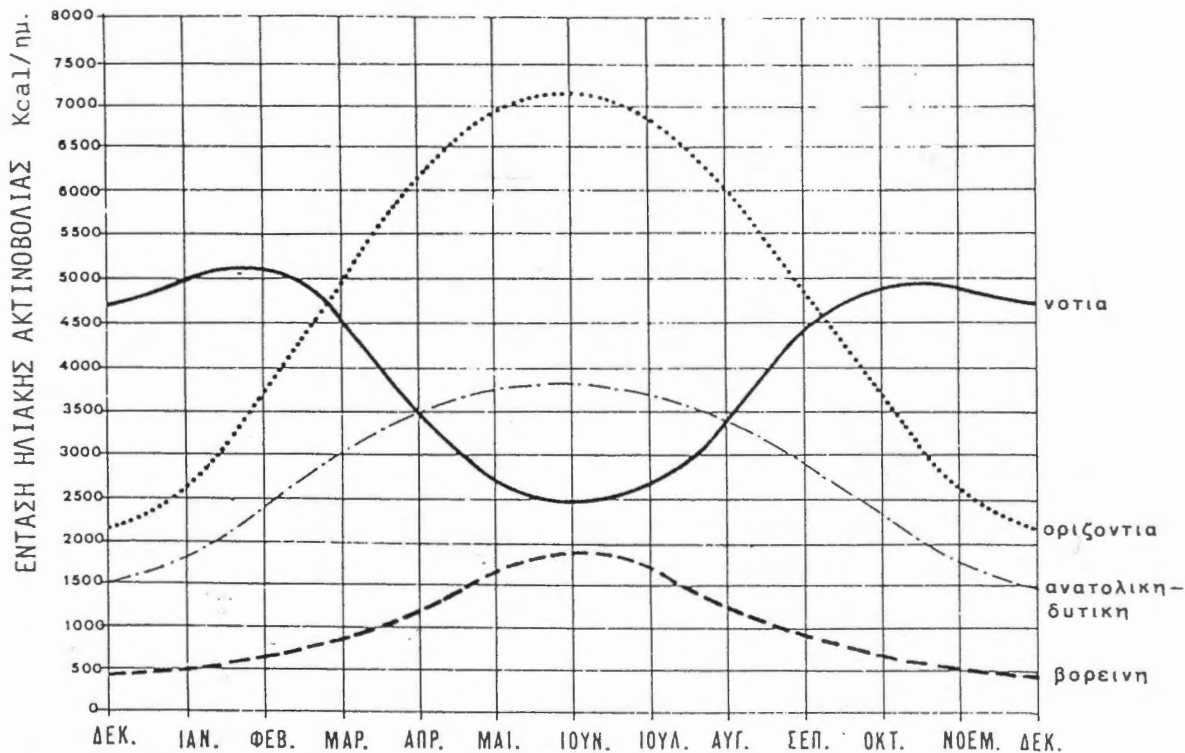


Αστικές δουλεις - Τα δένδρα ως στοιχεία παρακώλυσης θέας, φωτισμού και ηλιασμού:

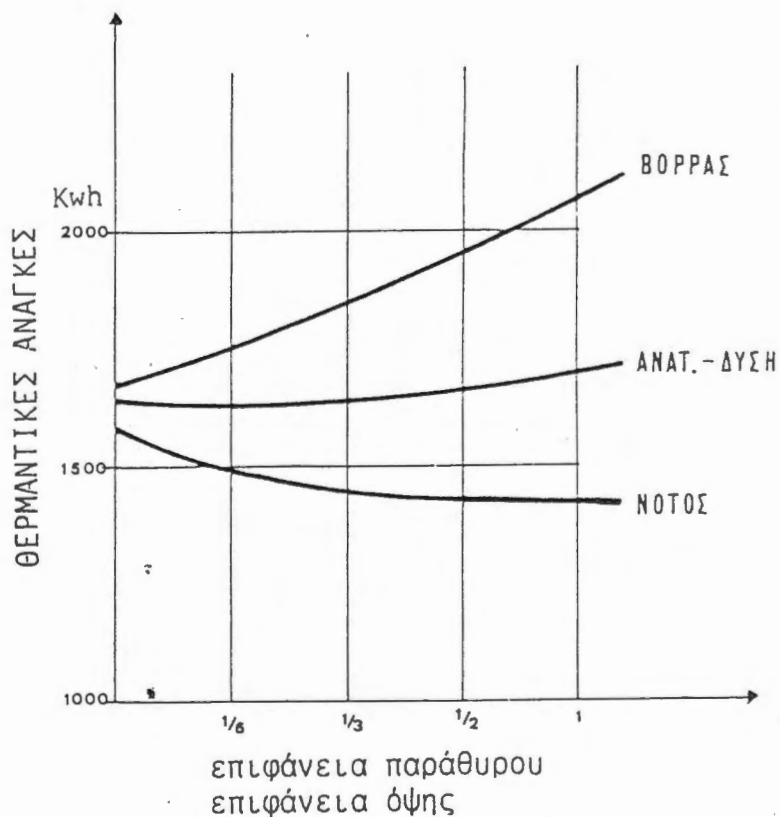
Σχήμα 1: Τα δικαιώματα στον φωτισμό και τον ηλιασμό της κατοικίας στην Βυζαντινή εποχή (Βυζαντινός αστικός κώδικας).



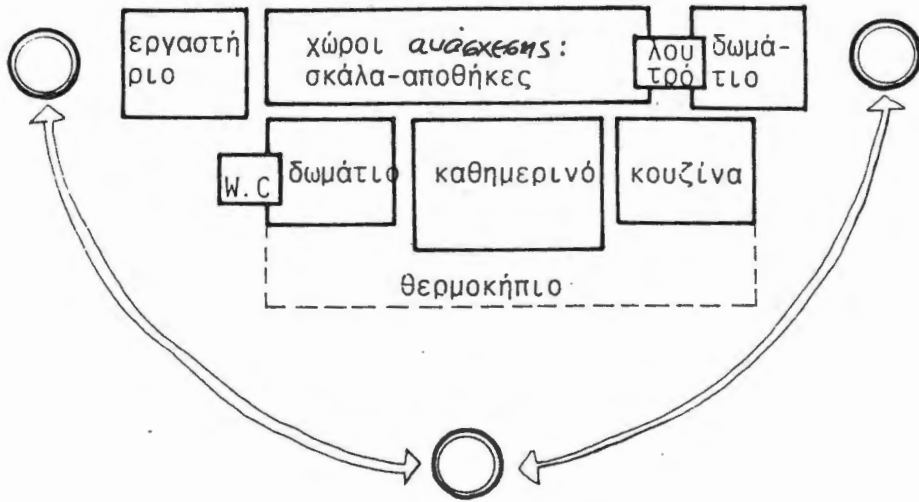
Σχήμα 2: Χωροθέτηση του κτιρίου με χρήση ηλιακών διαγραμμάτων.



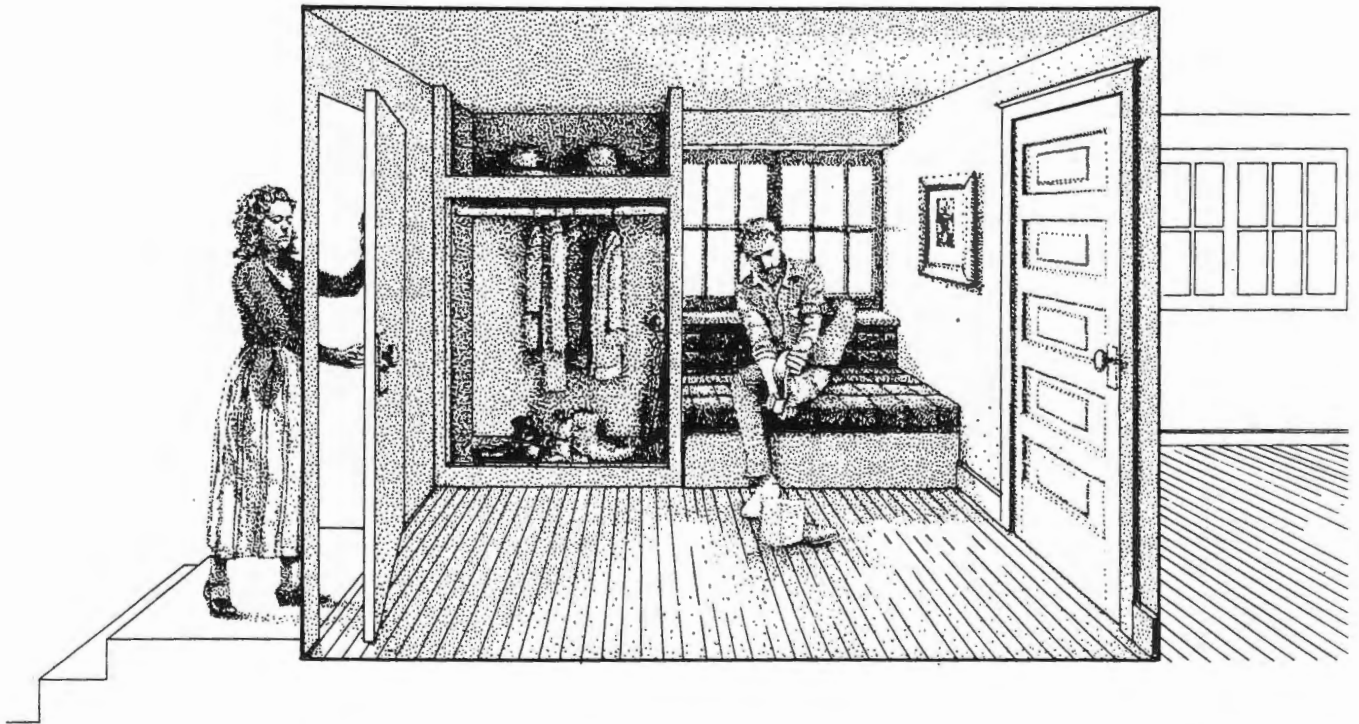
Σχήμα 3 Ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας για τους βασικούς προσανατολισμούς σε όλη την διάρκεια του χρόνου.



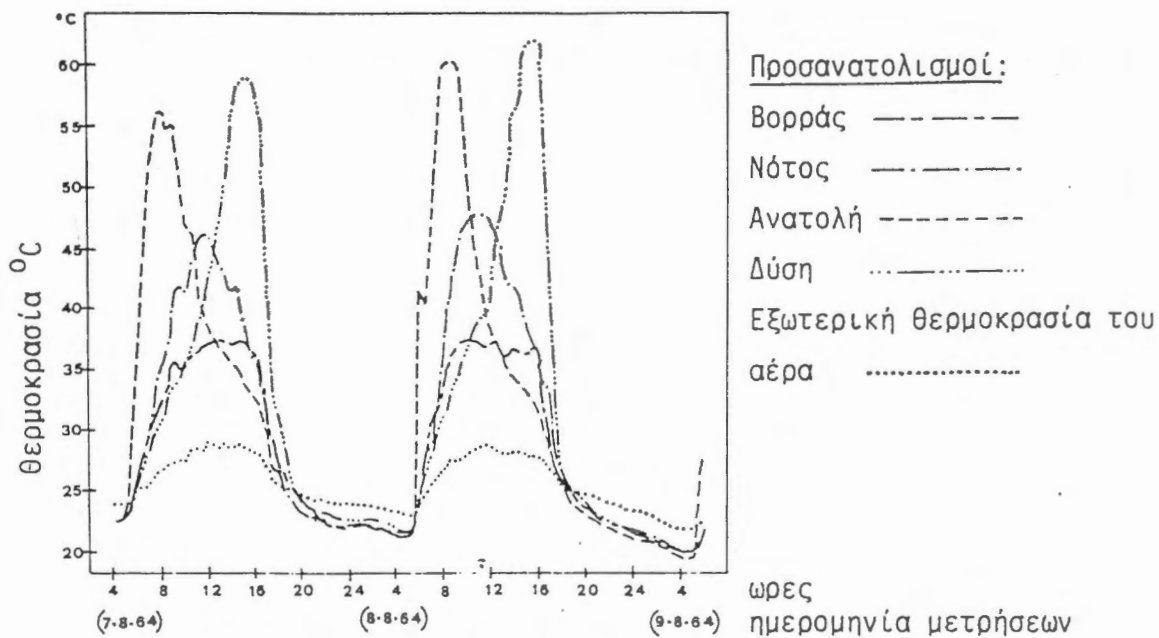
Σχήμα 4 Επιπτώσεις της αύξησης της επιφάνειας των παραθύρων στο θερμικό ισοζύγιο ενός κτιρίου.



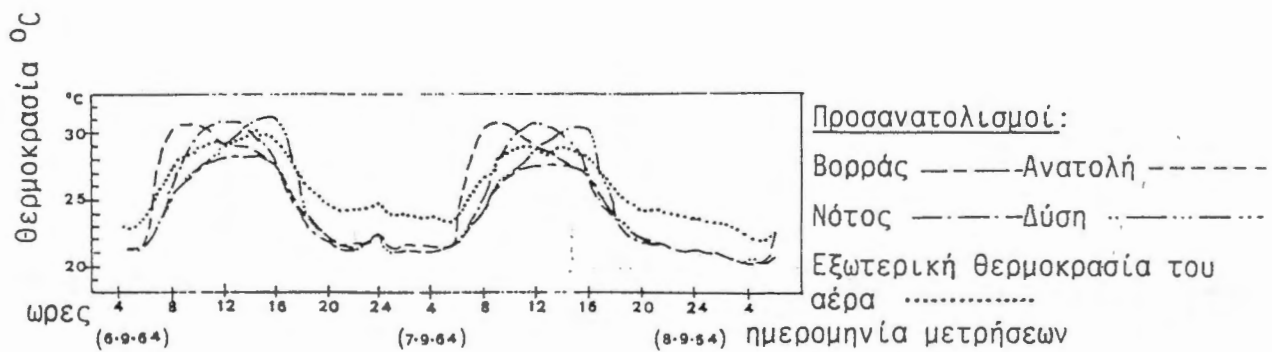
Σχήμα 5Α: Τυπική λειτουργική διάρθρωση των εσωτερικών χώρων ενός σπιτιού – χώροι ανάπαυσης.



Σχήμα 5Β: Ο χώρος της εισόδου σαν χώρος ανάπαυσης.

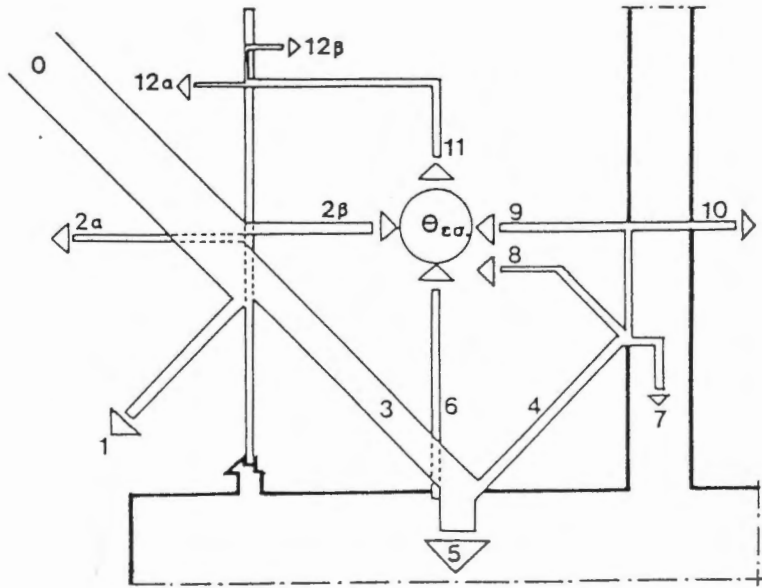


A.

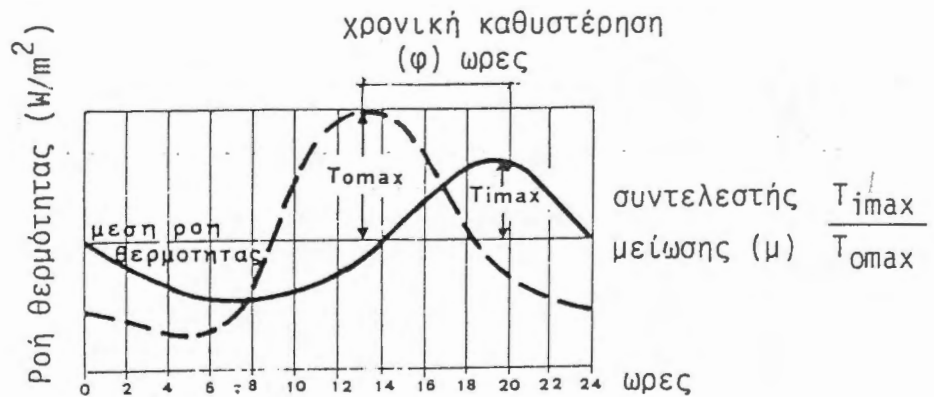


B.

Σχήμα 6 Επίδραση του χρώματος της επιφάνειας ενός κτιρίου στην εξωτερική θερμοκρασία:
 Α. Επιφάνεια βαμμένη γκρίζα
 Β. Λευκή επιφάνεια



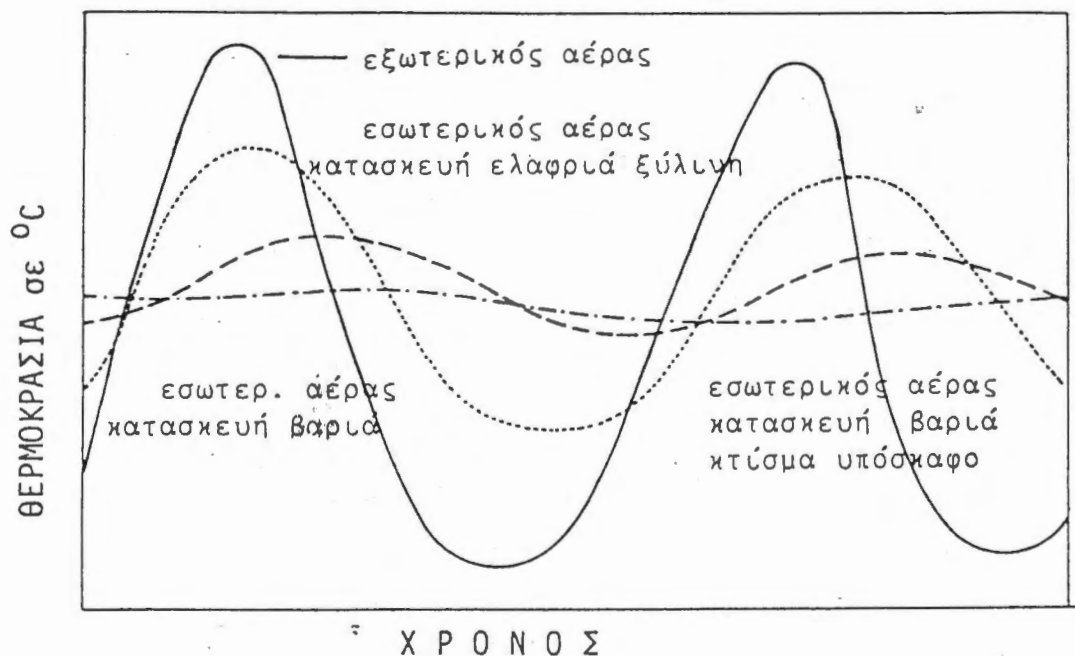
Σχήμα 7 Ανάλυση της πορείας της ηλιακής ακτινοβολίας που περνάει μέσα από ένα υαλοστάσιο.



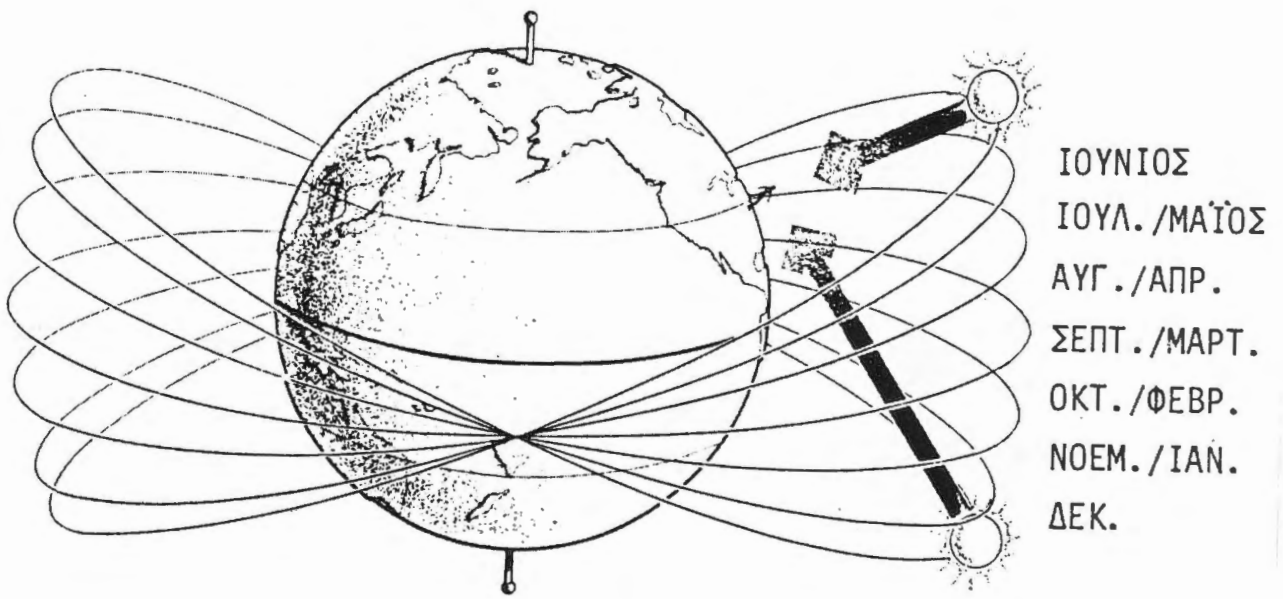
Σχήμα 8 Χρονική υστέρηση μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας σε ένα κτίριο.

Υλικά	ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΩΝ			
	Ειδική θερμότητα	Πυκνότητα	Θερμοχωρητικότητα	Θερμική αγωγιμότητα
	Kj/Kg/°C	Kg/m ³	Kcal/m ³ /°C	W/m ² /°C
	(c)	(d)	(γ)	(λ)
νερό 4°C	4,19	1000	1000	ισοθερμικό
μπετόν	0,84	2240	492	1,70
πέτρα ασβεστολιθική	0,88	2850	546	3,00
τούβλα συμπαγή	0,84	1920	378	0,72
πηλός - ωμόπλινθοι	1,00	1700	220	0,52
τούβλα με πρόσθετα άλατα μαγνησίου	0,84	1920	385	3,80

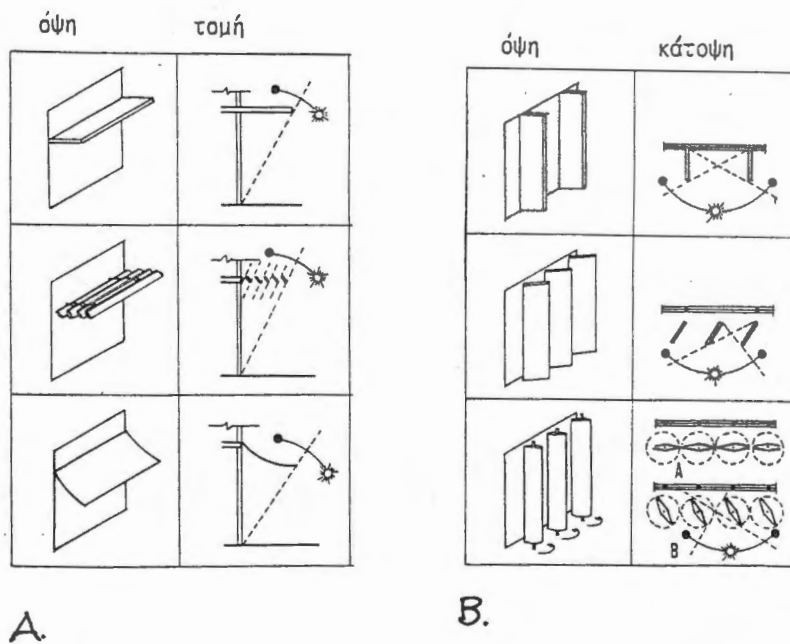
Σχήμα 9: Θερμικές ιδιότητες των βασικών δομικών υλικών.



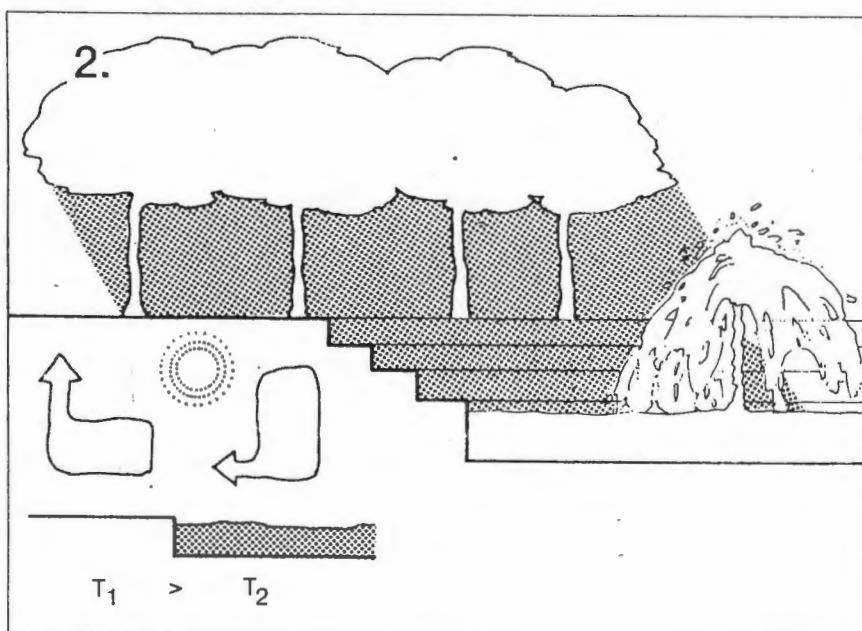
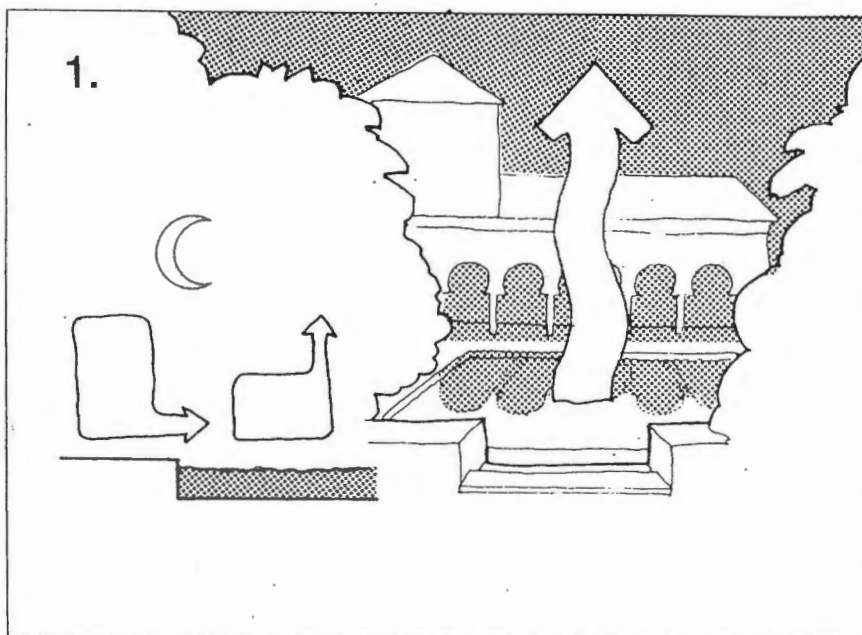
Σχήμα 10: Σύγκριση των διακυμάνσεων εξωτερικής και εσωτερικής θερμοκρασίας ενός κτιρίου ανάλογα με τα υλικά κατασκευής.



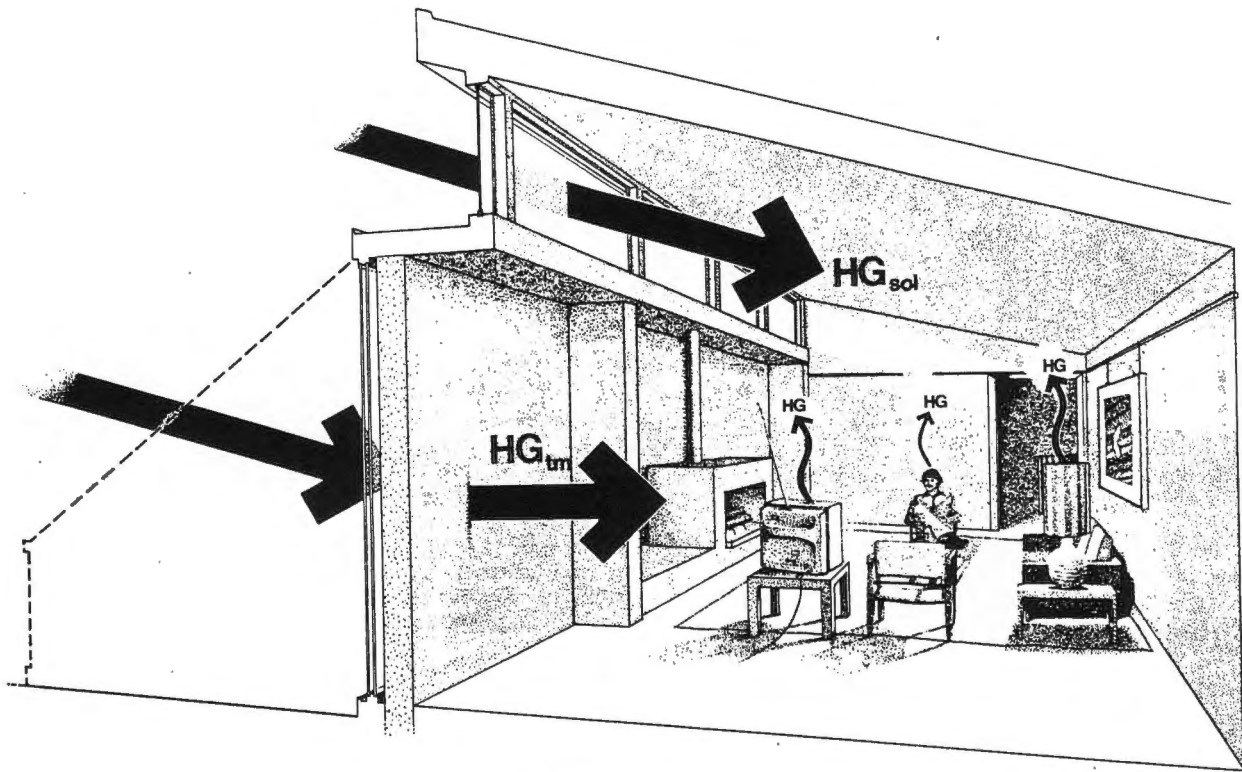
Σχήμα 11: Διάγραμμα κίνησης του ήλιου στις χαρακτηριστικές εποχές του χρόνου.



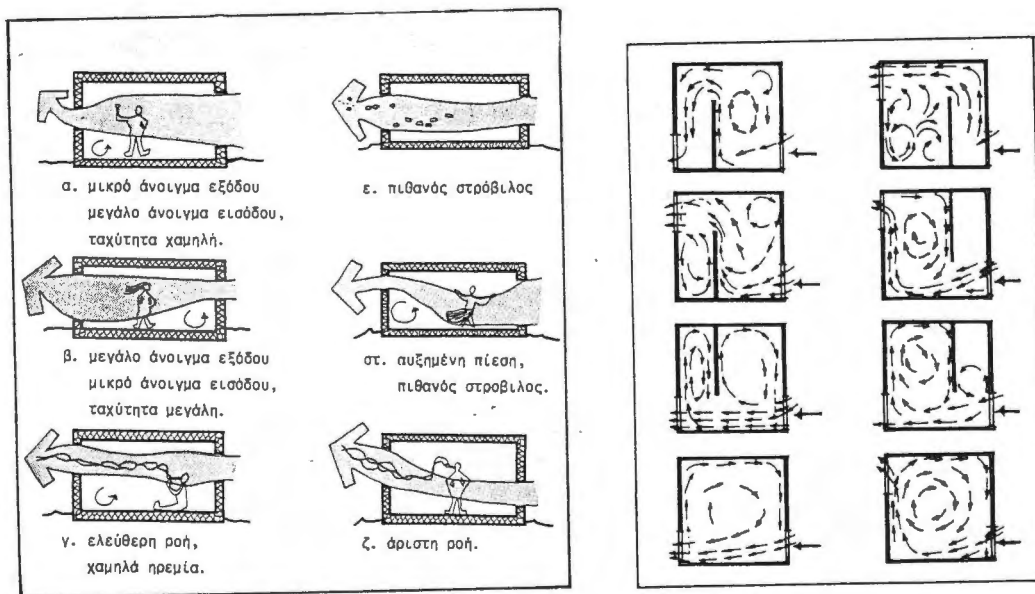
Σχήμα 12: Σταθερή σκίαση των ανοιγμάτων:
 A. Νότιος προσανατολισμός.
 B. Ανατολικός / Δυτικός προσανατολισμός.



Σχήμα 14: Δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος



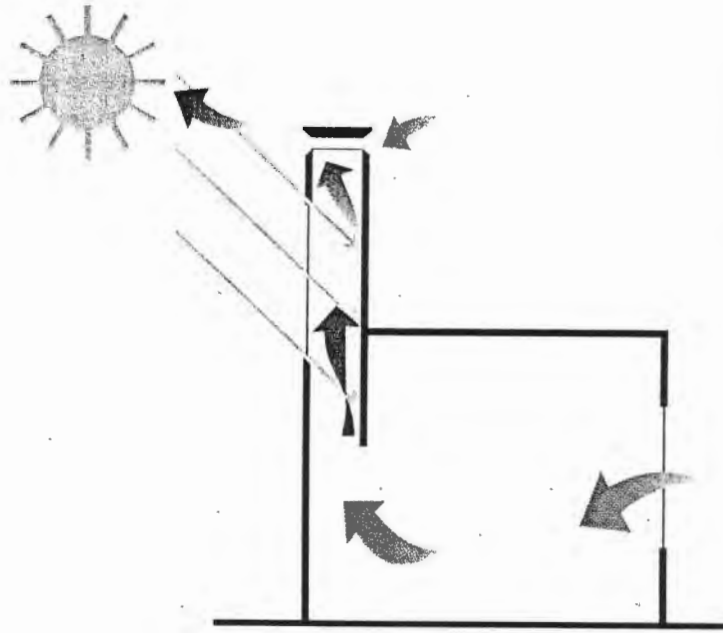
Σχήμα 15: Εσωτερικά θερμικά κέρδη ενός χώρου.



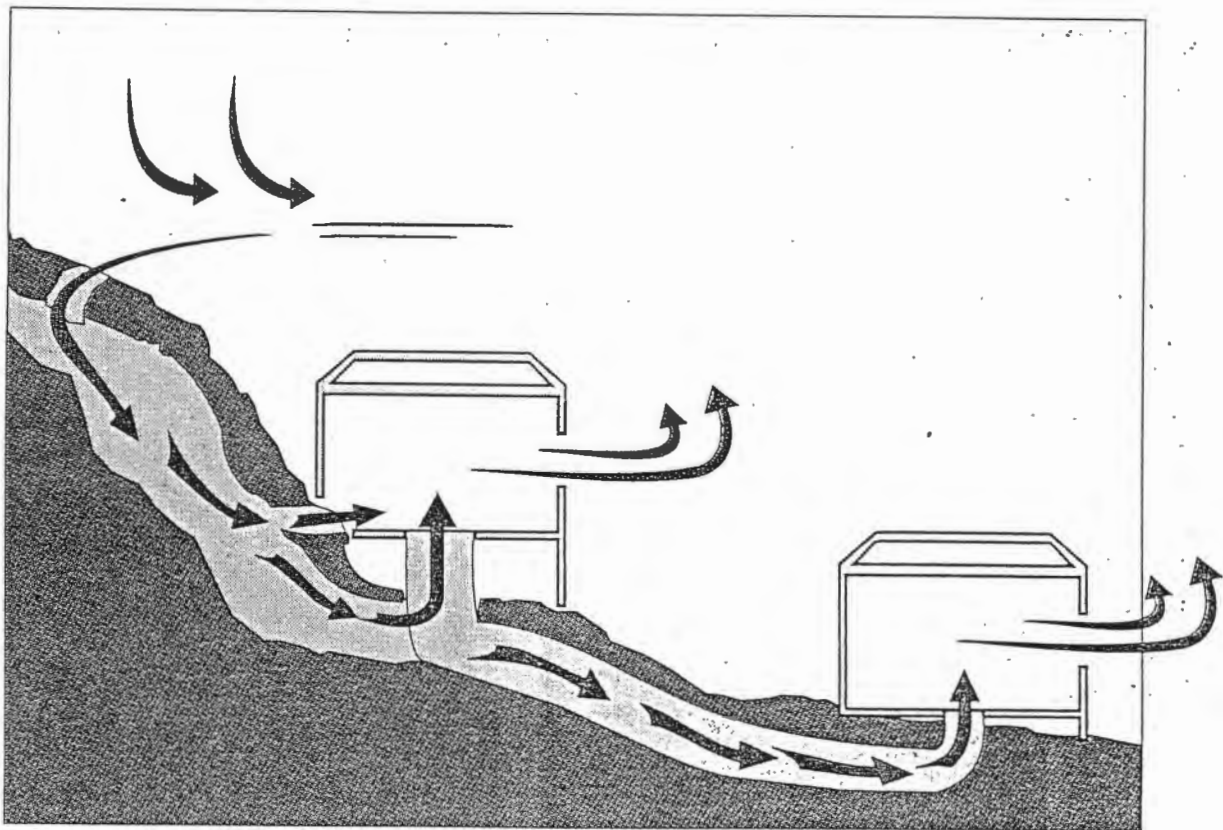
A.

B.

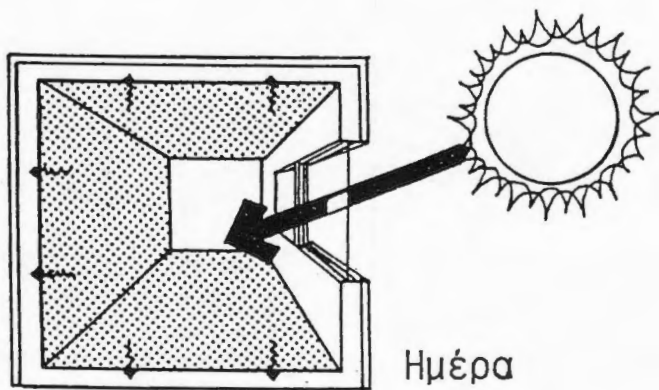
Σχήμα 16: Επίδραση της ροής του ανέμου στην περιοχή ενός χώρου
 A. Μέγεθος και θέση των ανοιγμάτων.
 B. Θέση των εσωτερικών χωρισμάτων.



Σχήμα 17: Το φαινόμενο της ηλιακής καμινάδας.

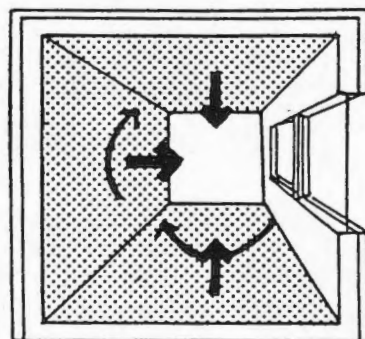


Σχήμα 18: Υπεδάφιο σύστημα δροσισμού κτιρίων.

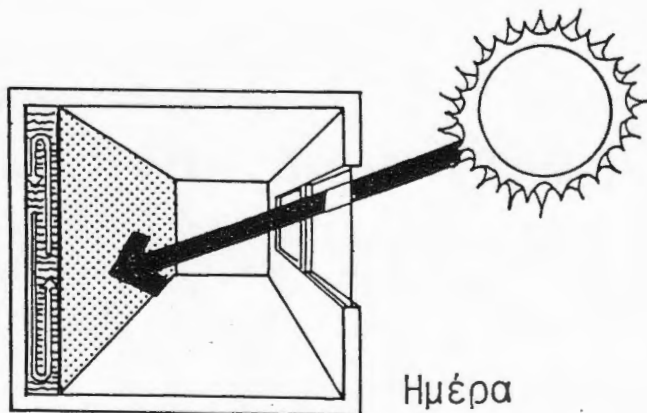


Ημέρα

A.

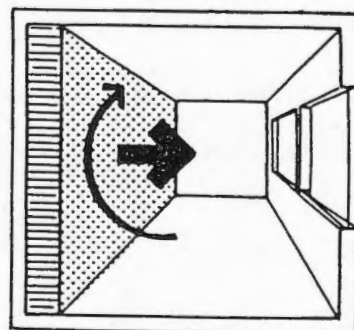


Νύχτα



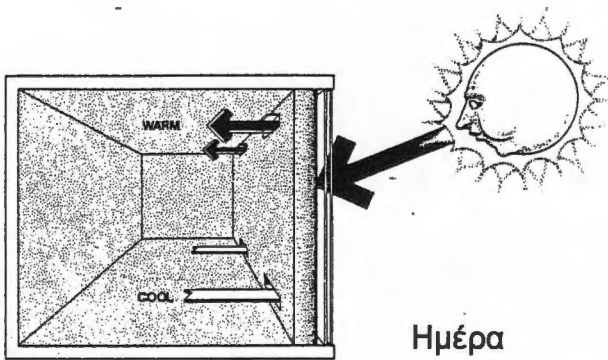
Ημέρα

B.

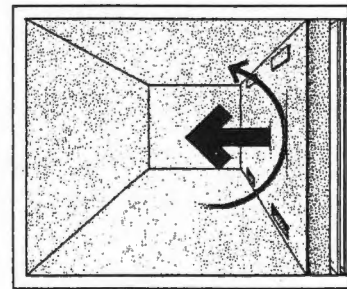


Νύχτα

Σχήμα 19: Παθητικά συστήματα – Σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους.

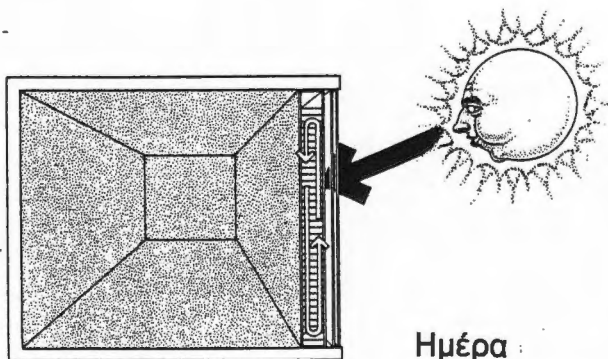


Ημέρα

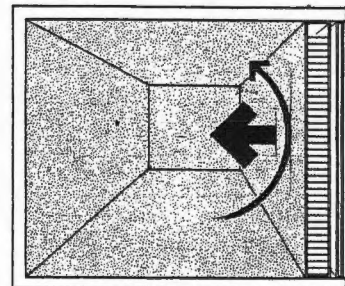


Νύχτα

A. Τοίχος από δομικά στοιχεία



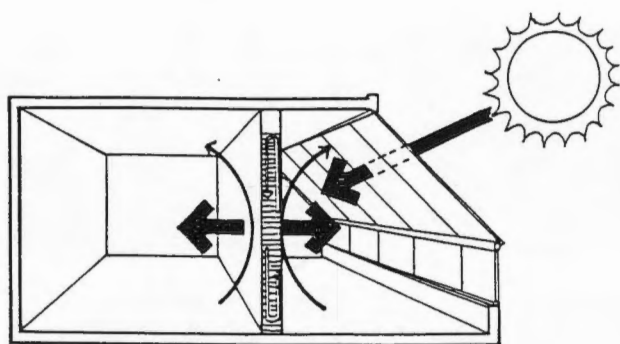
Ημέρα



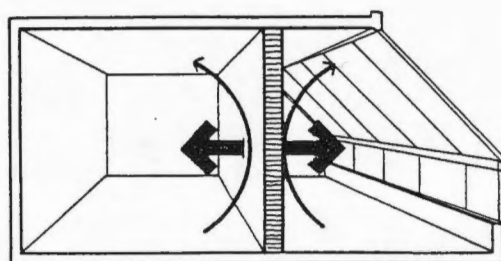
Νύχτα

B. Τοίχος νερού

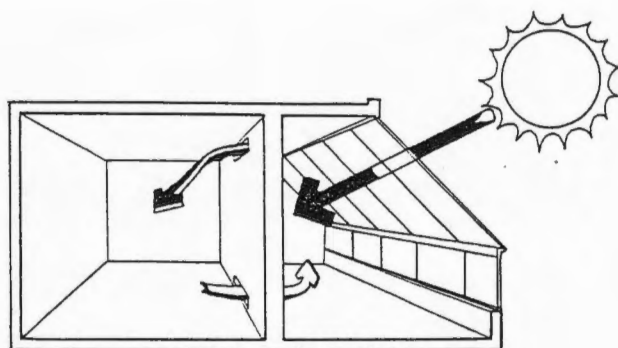
Σχήμα 20: Παθητικά συστήματα: σύστημα έμμεσου ηλιασμού – τοίχος θερμικής αποθήκευσης.



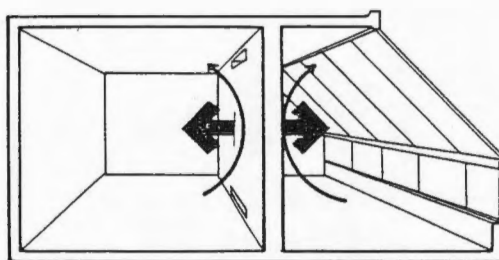
HMEPA



NYXTA

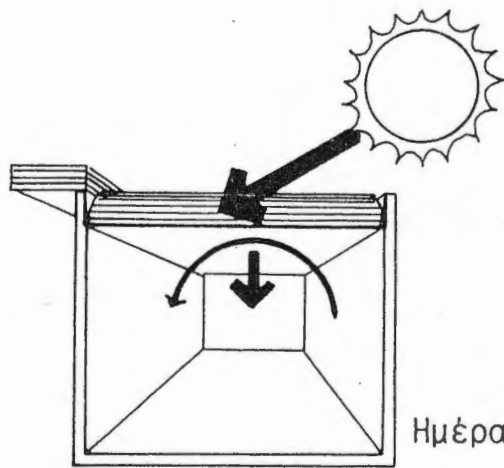


HMEPA

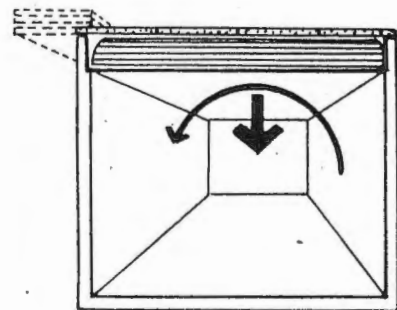


NYXTA

Σχήμα 21: Παθητικά συστήματα: σύστημα έμμεσου ηλιασμού – προσαρτημένο θερμοκήπιο.

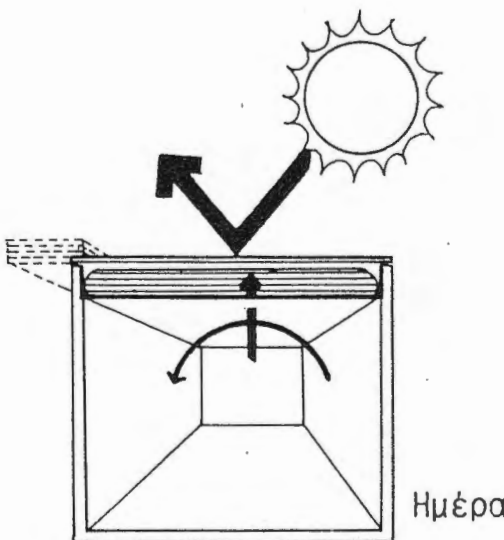


Ημέρα

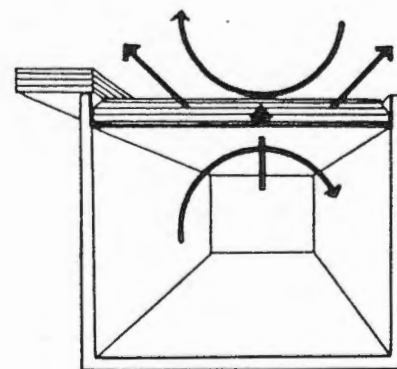


Νύχτα

Κύκλος θέρμανσης το χειμώνα.



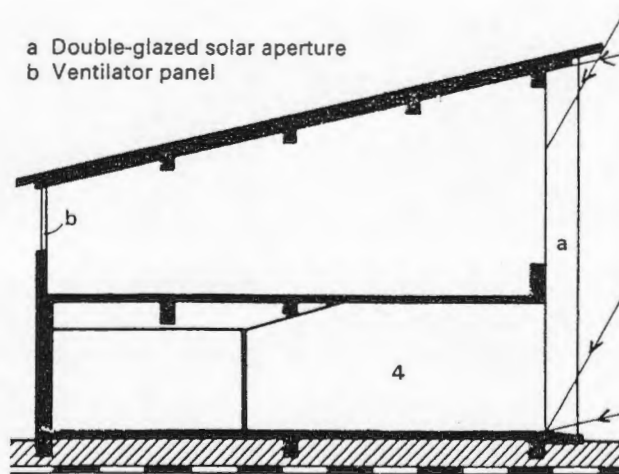
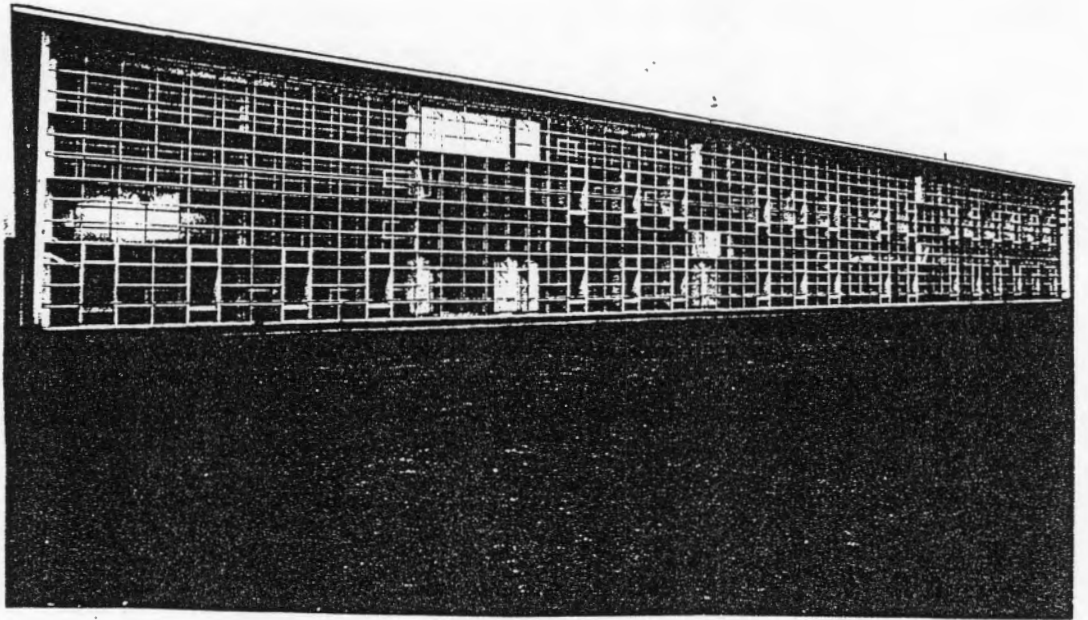
Ημέρα



Νύχτα

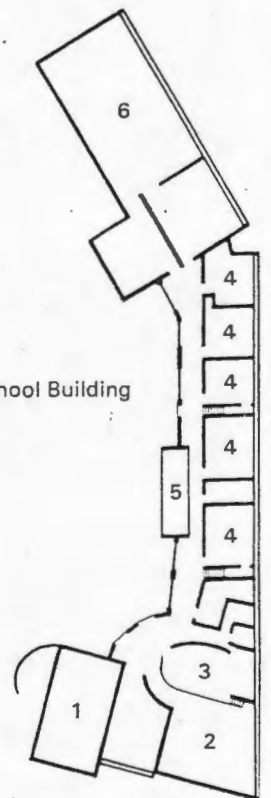
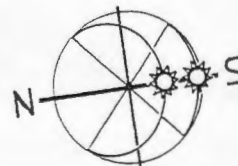
Κύκλος ψύξης το καλοκαίρι.

Σχήμα 22: Σύστημα οροφής θερμικής αποθήκευσης.

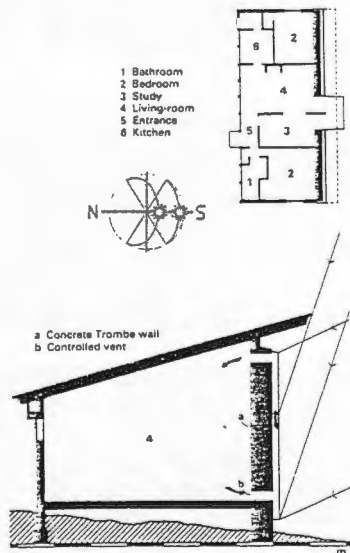
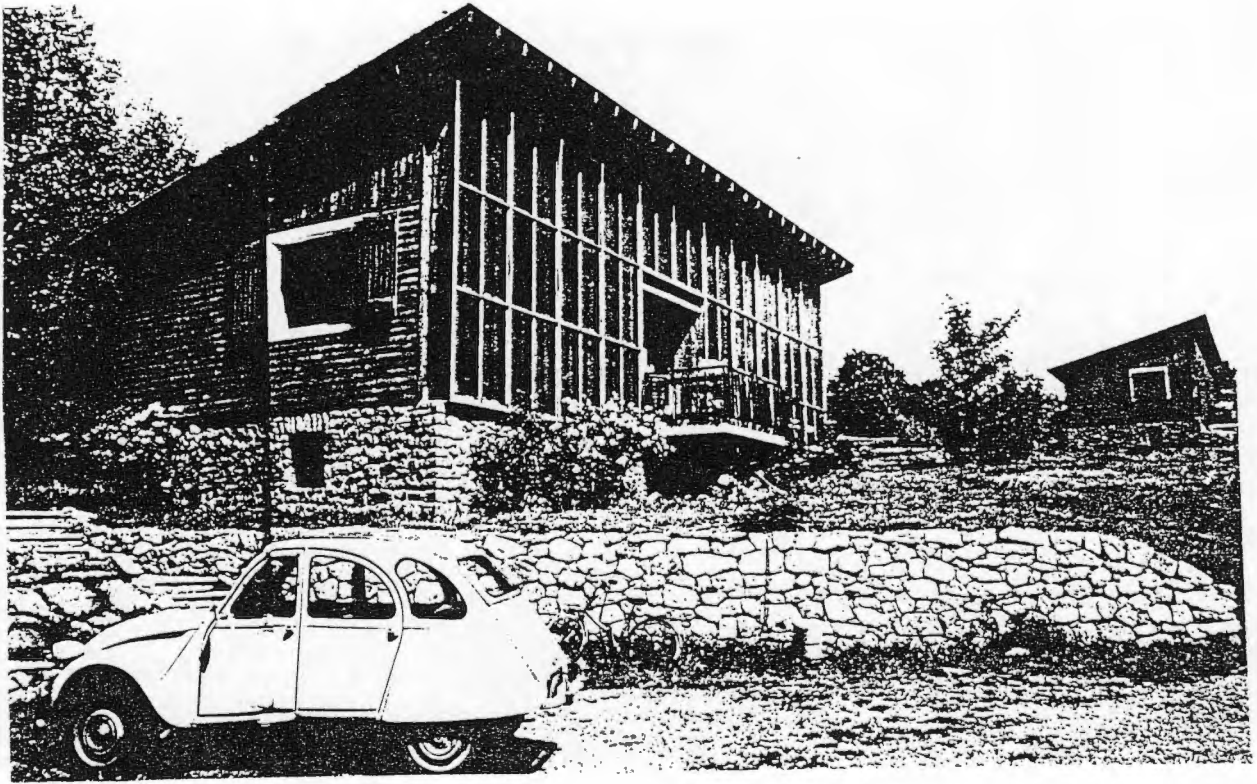


a Double-glazed solar aperture
b Ventilator panel

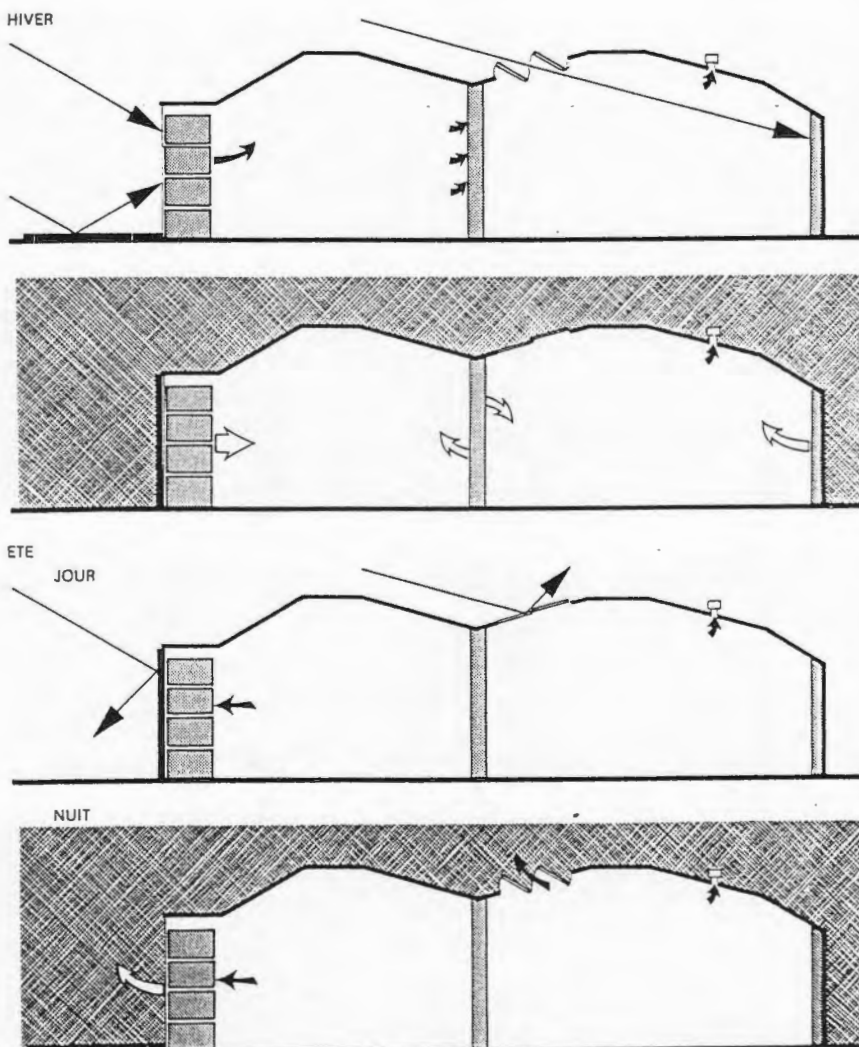
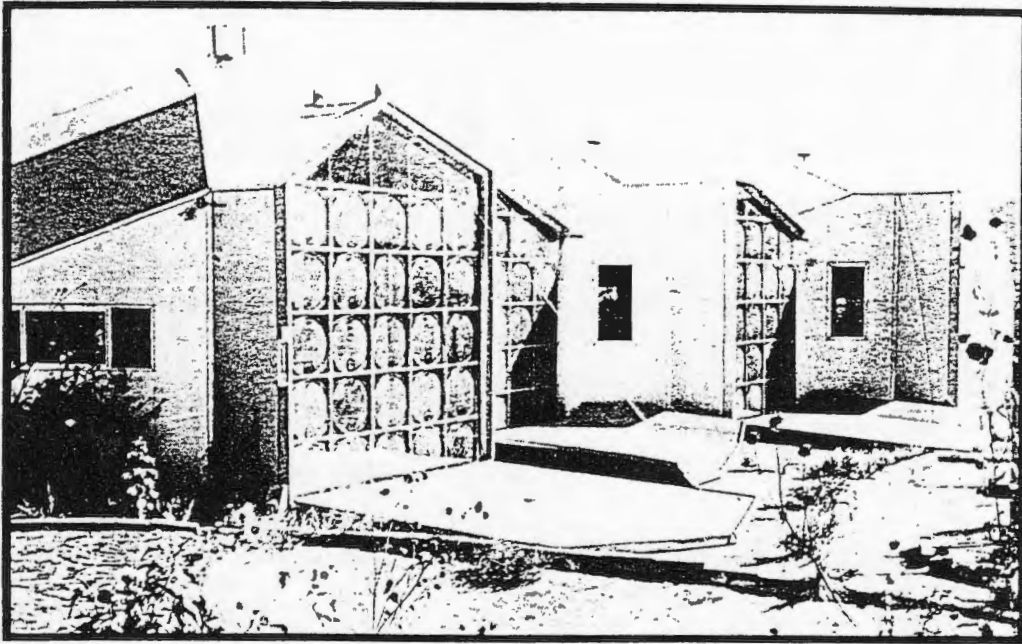
- 1 Part of original School Building
- 2 Assembly Hall
- 3 Stage
- 4 Classroom
- 5 Toilets
- 6 Gymnasium



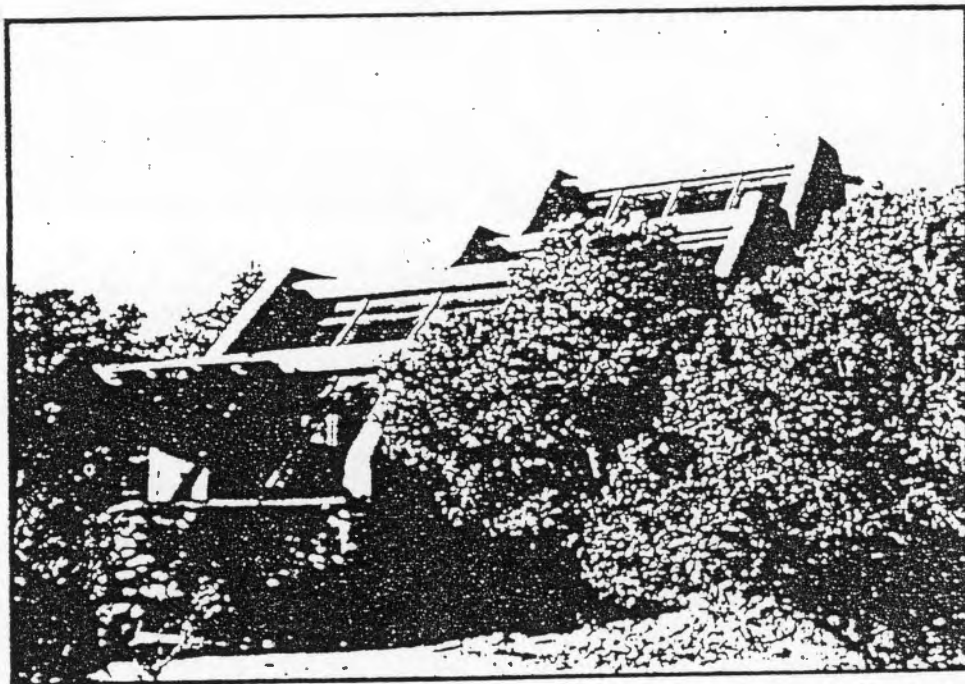
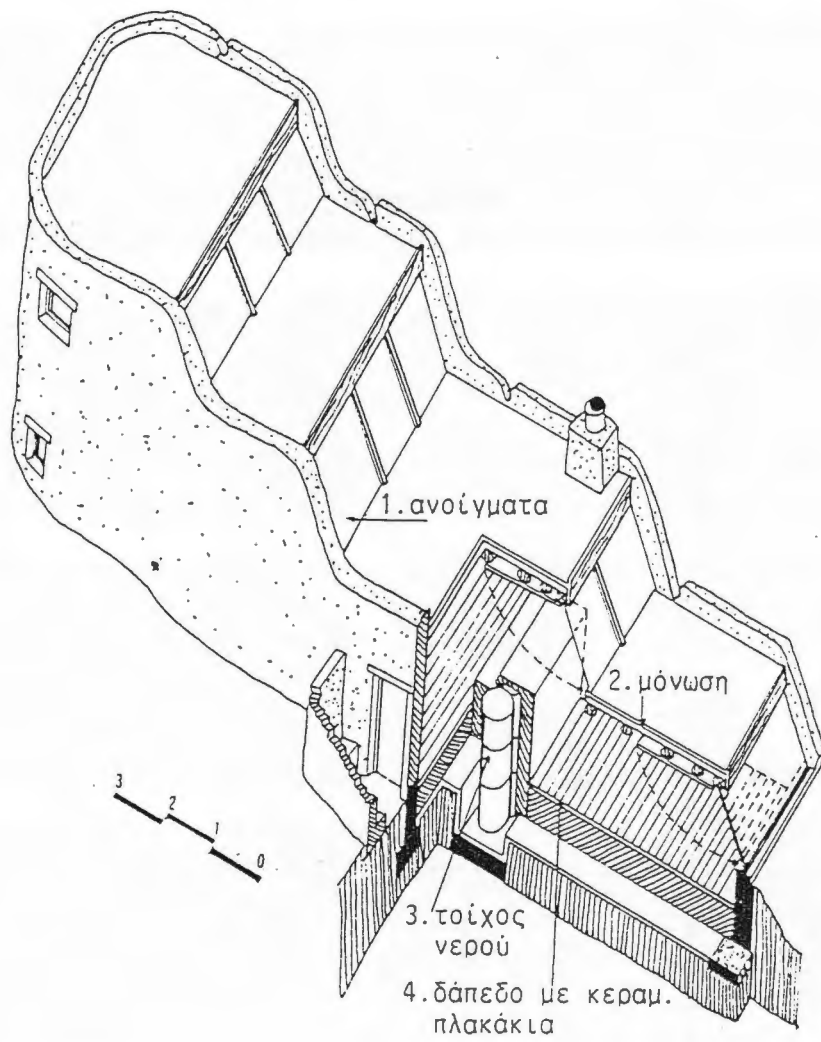
Σχήμα 23: Το σχολείο Wallasey στην Αγγλία. (53,4° Βόρ. Γεωγρ.Πλάτος.)



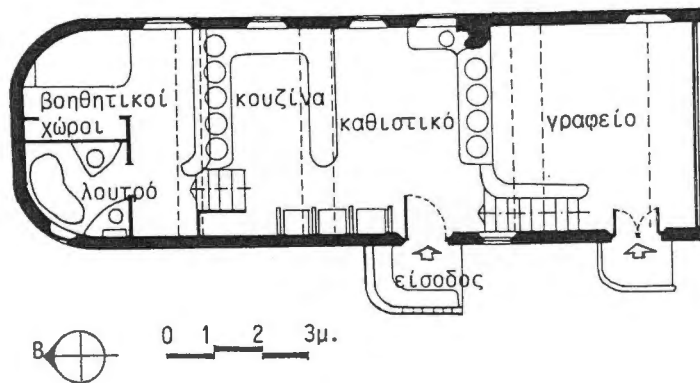
Σχήμα 24: Πιλοτική κατοικία Felix Trombe στο Odeillo της Γαλλίας. (42,5° Β. Γ.Π.)



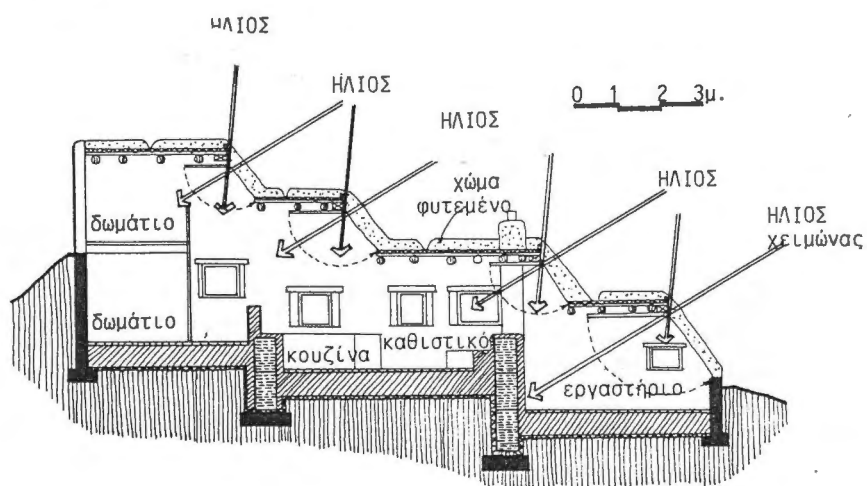
Σχήμα 26: Κατοικία Steve Baer στο Ν.Μεξικό (Η.Π.Α.). (35° Β. Γ.Π.)



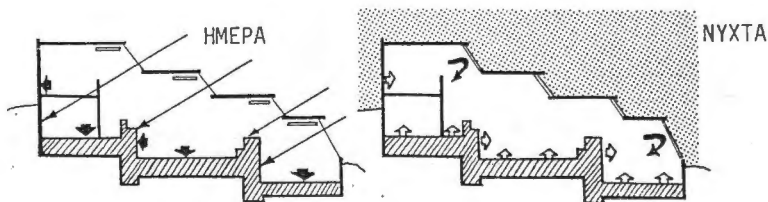
Σχήμα 27: Κατοικία Karen Terry στο Κολοράντο, Η.Π.Α. (35° Β. Γ.Π.)



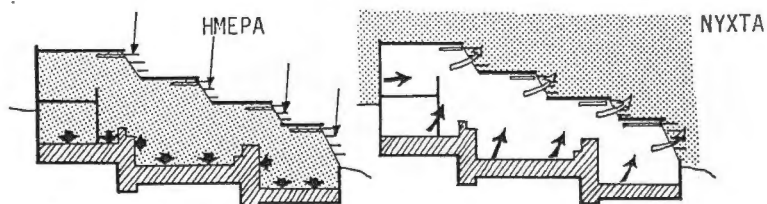
Κάτοψη της κατοικίας.



Τομή κατά μήκος της κατοικίας.



A- χειμώνας.

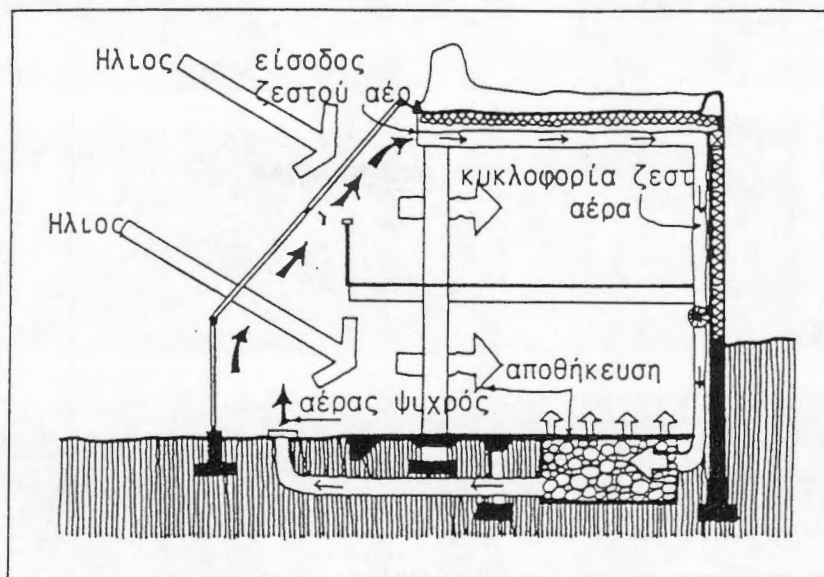


B- καλοκαίρι

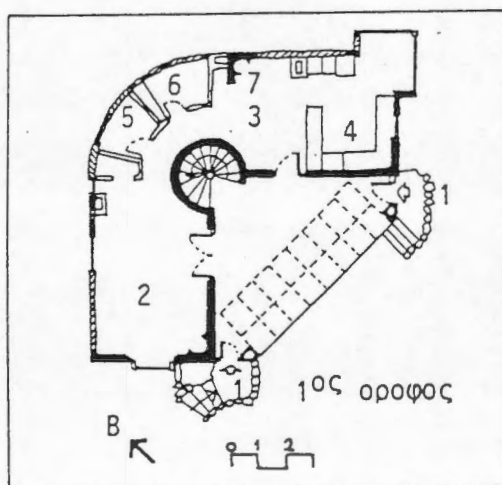
Θερμική λειτουργία της κατοικίας. A- χειμώνας, ημέρα-νύχτα.

B- καλοκαίρι, ημέρα-νύχτα.

Σχήμα 28: Κατοικία Karen Terry στο Κολοράντο, Η.Π.Α. (35° Β. Γ.Π.)

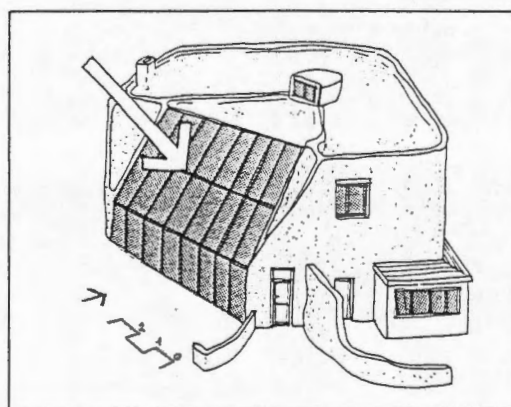


Τομή της κατοικίας.

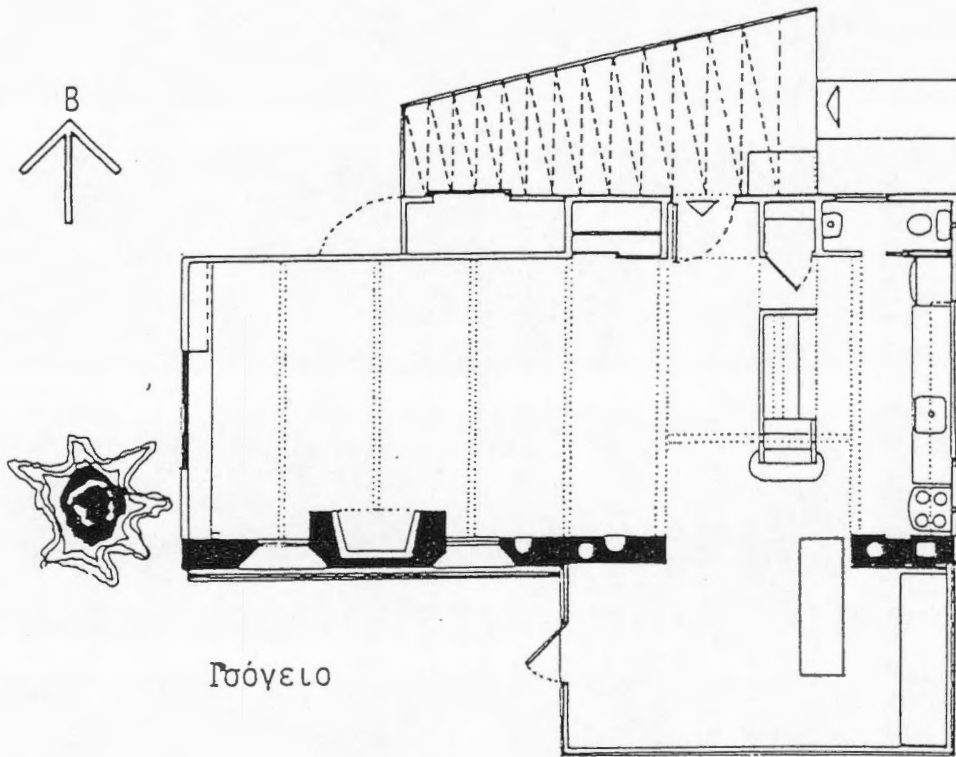


1. είσοδος
2. καθημερινό
3. τραπεζαρία
4. κουζίνα
5. λουτρό
6. βοηθ. χώροι
7. τζάκι

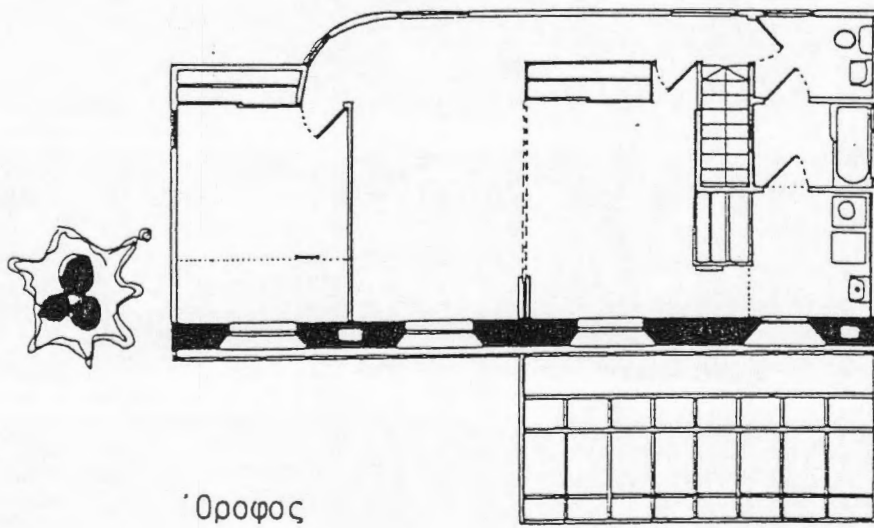
Κάτοψη της κατοικίας.



Σχήμα 29: Κατοικία D.Balcomb στο Ν.Μεξικό, Η.Π.Α. (35° Β.Γ.Π.)

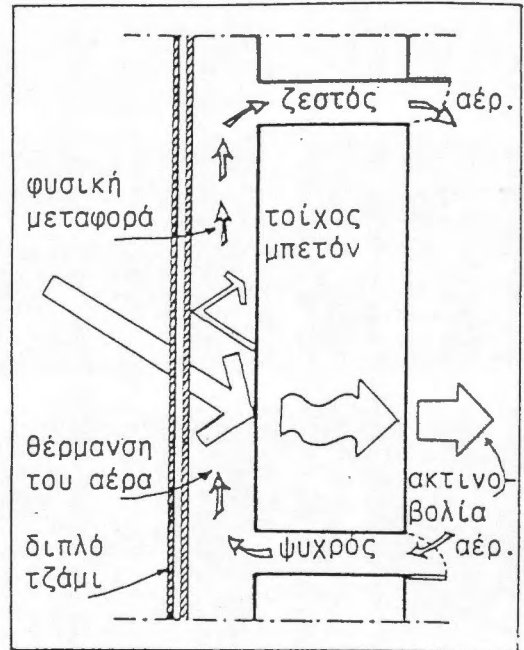
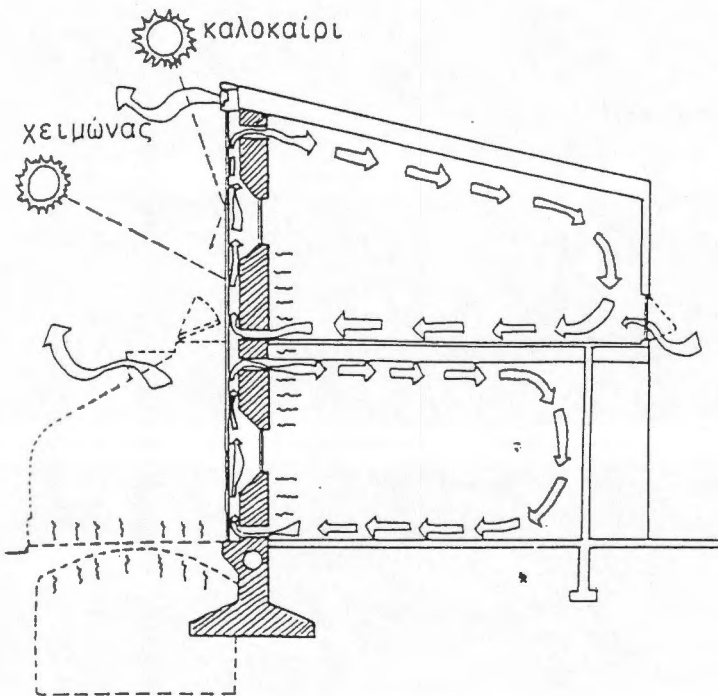


Β. Κάτοψη Ισογείου.



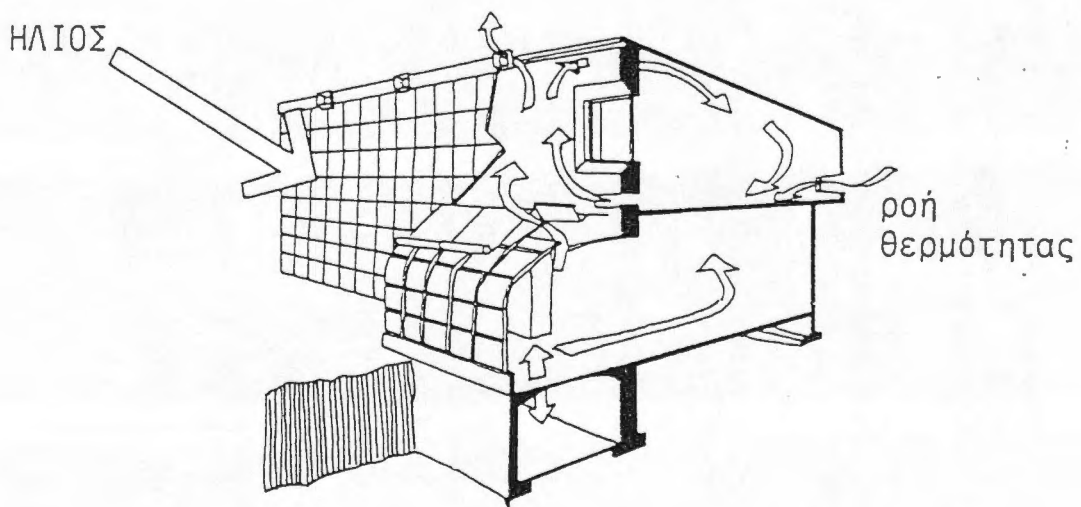
Γ. Κάτοψη ορόφου.

Σχήμα 31: Κατοικία Kelbaugh στο Πρίνσετον, Η.Π.Α. (40° Β.Γ.Π.)

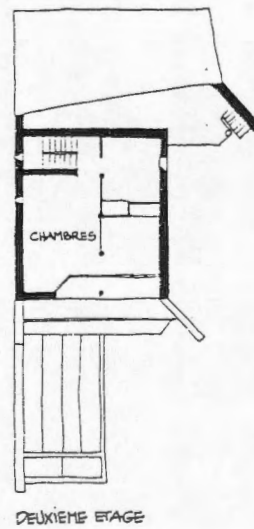
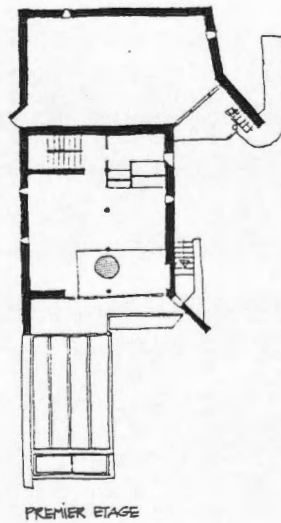
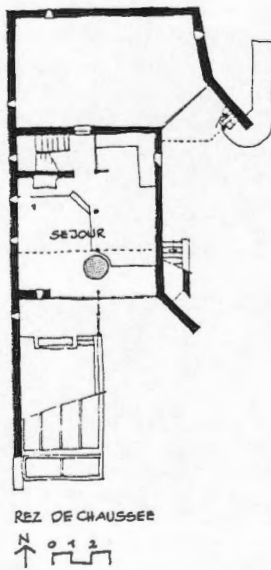
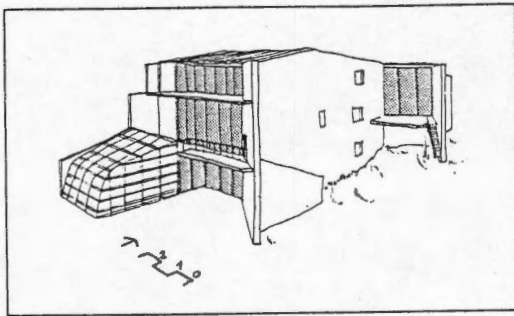
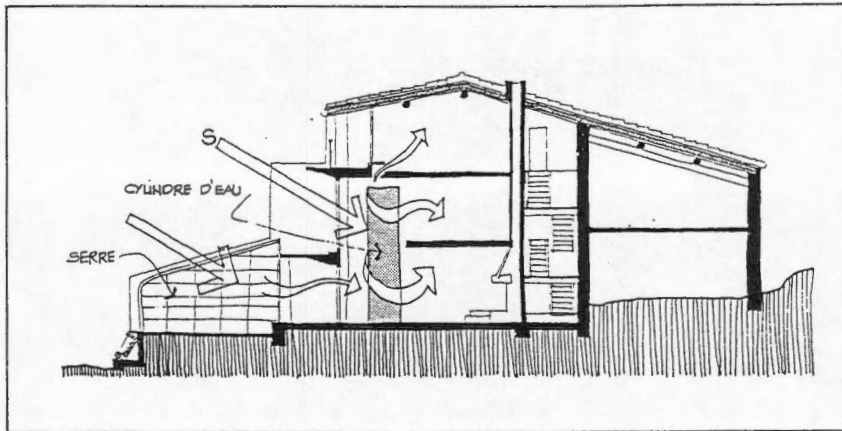


Ροή της θερμότητας στη διάρκεια της ημέρας.

Τομή στον τοίχο Trombe.



Σχήμα 32: Κατοικία Kelbaugh στο Πρίνσετον, Η.Π.Α. (40° Β.Γ.Π.)



Σχήμα 33: Κατοικία στο Fitou, Ν.Γαλλία (43° Β.Γ.Π.)