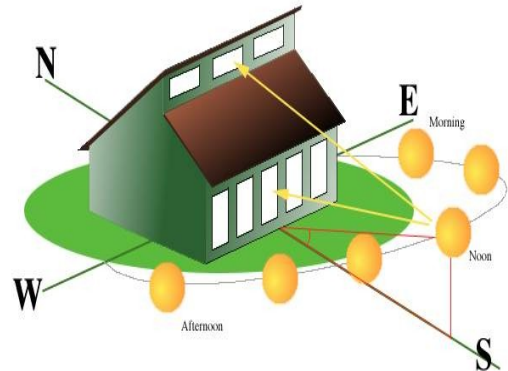


ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ Η ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Αναγκαία προϋπόθεση για τη σωστή λειτουργία των παθητικών ηλιακών συστημάτων ώστε να αξιοποιήσουν όσο το δυνατό περισσότερο την ηλιακή ενέργεια, είναι ένας κατάλληλος σχεδιασμός του κτιρίου. Αυτό σημαίνει ότι το κέλυφος πρέπει να επιτρέπει :

- Τη μέγιστη **ηλιακή συλλογή**
- Τη μέγιστη **θερμοχωρητικότητα**
- Τις ελάχιστες **θερμικές απώλειες**



Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων βασίζεται σε 3 μηχανισμούς

- **Το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

(συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και η διατήρηση της στο εσωτερικό του κτιρίου για την θέρμανση των χώρων)

- **Τη θερμική υστέρηση των υλικών** (θερμοχωρητικότητα)
- **Τις αρχές μετάδοσης της θερμότητας**

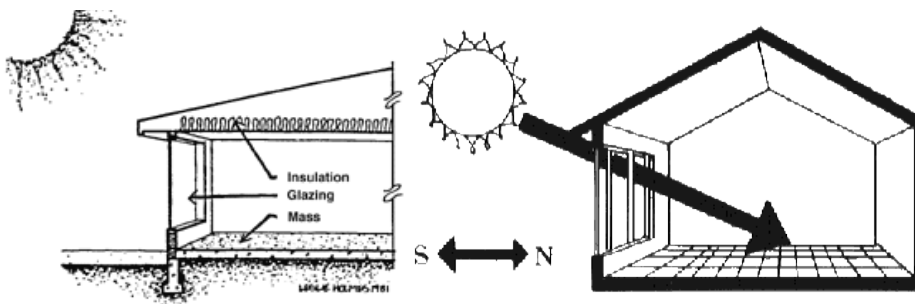
(την ιδιότητα της θερμότητας να μεταφέρεται από το θερμό στο κρύο αντικείμενο)

Είδη παθητικών ηλιακών συστημάτων για θέρμανση

- Άμεσο κέρδος
- Έμμεσο κέρδος
- Απομονωμένο κέρδος

Άμεσο κέρδος

Το πιο απλό σύστημα που αξιοποιεί την ηλιακή ακτινοβολία για την θέρμανση του κτιρίου είναι το άμεσο κέρδος μέσω των νότια προσανατολισμένων ανοιγμάτων.



Σχ. 2 Άμεσο κέρδος (<http://cru.cahe.wsu.edu/CEPublications/eb1859e/eb1859e.html>)

Η αποτελεσματικότητα ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες :

- **Προσανατολισμός**
- **Θέση ανοιγμάτων**
- **Μέγεθος ανοιγμάτων**

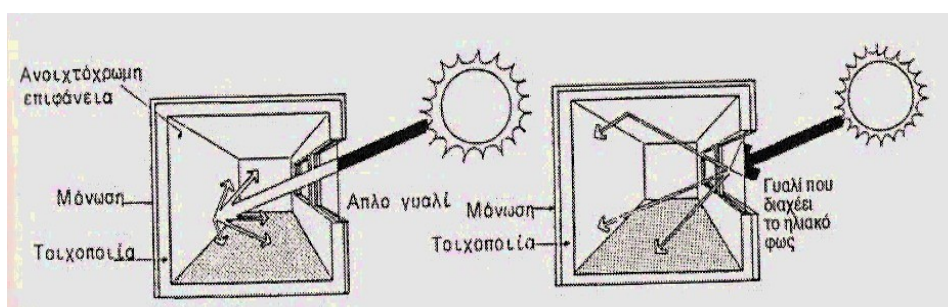
Το μέγεθος των ανοιγμάτων νότιου προσανατολισμού για 38° βόρειο γεωγραφικό πλάτος ώστε τα ηλιακά κέρδη να συνεισφέρουν στη θέρμανση του κτιρίου δίνεται ενδεικτικά από το παρακάτω πίνακα

ΜΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ °C	ΕΜΒΑΔΟΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 1 m2 m2
-1.	0.20-0.30
4.5	0.13-0.21

Πίνακας 1

Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περιδίοις σελ. 121)

Τέλος σημαντικό ρόλο για τη σωστή εφαρμογή του συστήματος παίζει η επιλογή των τύπων των υαλοπινάκων και η επιλογή των δομικών στοιχείων (τοίχοι, δάπεδο, οροφή). Αυτά πρέπει να έχουν τουλάχιστον 9 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια από τα ανοίγματα και πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για την αποθήκευση του ηλιακού θερμικού κέρδους.

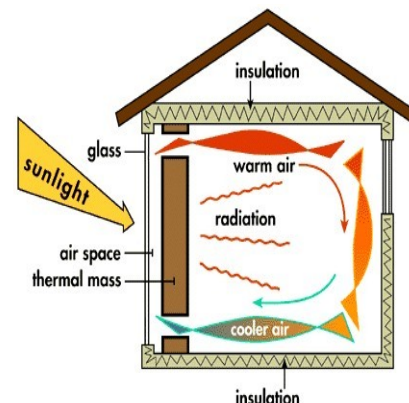


Έμμεσο κέρδος

Ανήκουν τα συστήματα που αξιοποιούν έμμεσα τα ηλιακά οφέλη για την θέρμανση του κτιρίου.

Αυτά τα συστήματα απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει στο κέλυφος και ύστερα επιτρέπουν στη θερμότητα να διεισδύσει στους χώρους διαβίωσης.

Ο θερμικός τοίχος (τοίχος μάζης, Trombe ή τοίχος νερού) το δώμα θερμικής αποθήκευσης και ο τοίχος μεταξύ του θερμοκηπίου και του χώρου διαβίωσης, είναι οι κύριες εφαρμογές των μηχανισμών έμμεσου κέρδους.



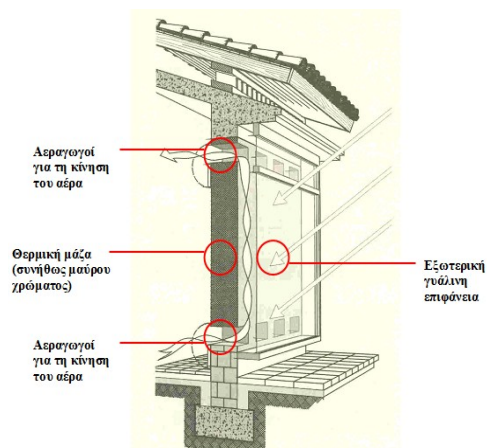
Τοίχος θερμικής αποθήκευσης

Είναι ένας συνδυασμός τοίχου νότιου προσανατολισμού και μιας εξωτερικής διάφανης επιφάνειας (συνήθως γυαλί) στη εξωτερική πλευρά του τοίχου σε απόσταση συνήθως 10cm.

Η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου πρέπει να είναι σκουρόχρωμη ώστε να μεγιστοποιεί την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Ο τοίχος κατασκευάζεται από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας για να διασφαλίζει χρονική υστέρηση τουλάχιστον 6h ώστε η εσωτερική του επιφάνεια να έχει τη μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας.

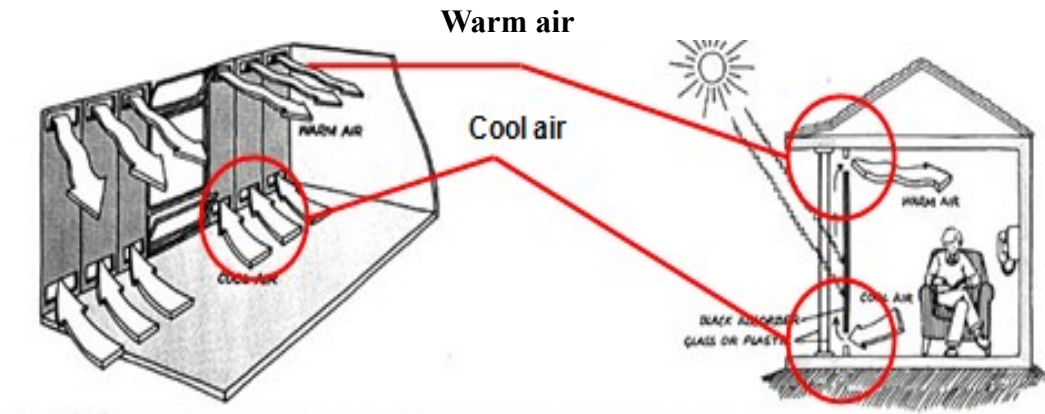
Τοίχος Trombe Michel



Είναι ένας τοίχος θερμικής αποθήκευσης που σε όλο το επάνω και κάτω μέρος του μήκους του υπάρχουν θυρίδες για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού και πραγματοποιείται κίνηση του αέρα λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.

Σχ.5 Λεπτομέρεια τοίχου Trombe Michel
Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων Κ. Τσίππρας (σελ. 253)



Σχ. 6 Λειτουργία του τοίχου Trombe
(http://www.nrel.gov/documents/pdfs/trombe_wall.pdf)

Κατά τη διάρκεια της ημέρας ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω και εισέρχεται στο χώρο απ τη πάνω θυρίδα, ενώ ο ψυχρότερος αέρας από τον εσωτερικό χώρο περνάει από τη κάτω θυρίδα και αντικαθιστά το κενό που δημιουργήθηκε μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα.

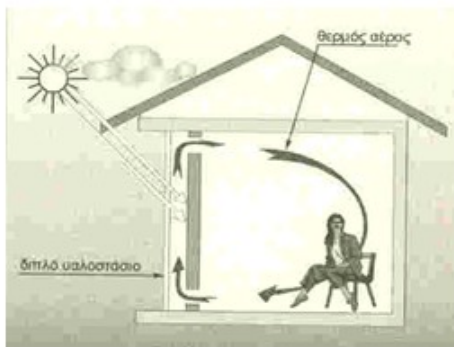


Fig.7 Λειτουργία τοίχου Trombe Michel το χειμώνα



Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων Κ. Τσίππρας (σελ. 214)

Το καλοκαίρι βασική προϋπόθεση καλής λειτουργίας είναι ο τοίχος να σκιάζεται με σταθερό ή κινούμενο σκίαστρο και ο φεγγίτης στο πάνω μέρος του υαλοστασίου να ανοίγει για να εξασφαλιστεί η απομάκρυνση του θερμού αέρα

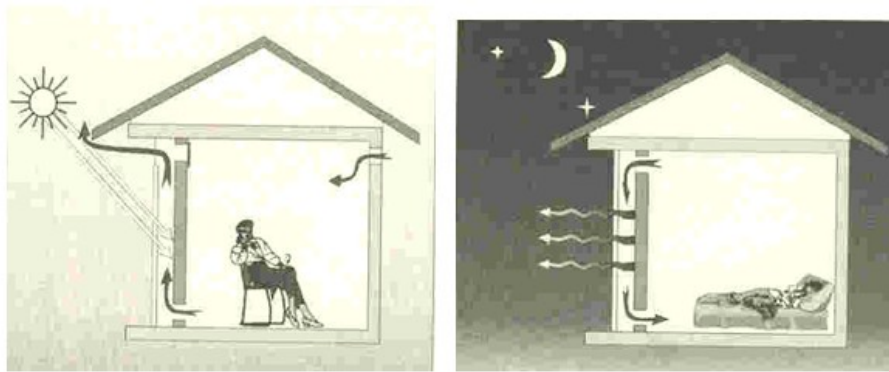


Fig.8 Λειτουργία τοίχου Trombe Michel το καλοκαίρι Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων Κ. Τσίππρας (σελ. 214)

Η επιφάνεια ενός κατάλληλα σχεδιασμένου τοίχου Trombe- Michel δίνεται από το **πίνακα 2**

ΜΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ °C	ΕΜΒΑΔΟΝ ΤΟΙΧΟΥ TROMBE ΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ 1 m ² m ²
-1.	0.43-0.78
4.5	0.28-0.46

Πίνακας 2

(Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περγίος (σελ.128)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά ενός τοίχου θερμικής αποθήκευσης του δίνονται από το **πίνακα 3**

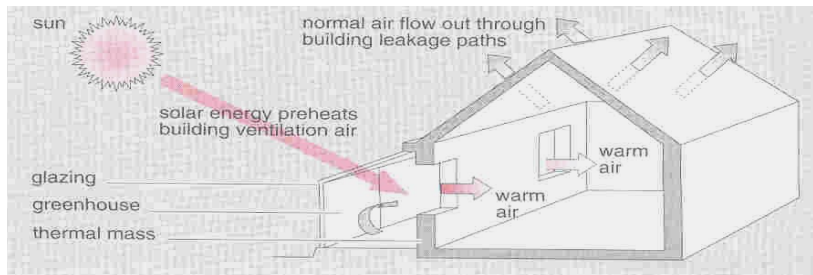
ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΟΥ cm	ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ °c	ΧΡΟΝΙΚΗ ΥΣΤΕΡΗΣΗ h
20	22.2	6.8
30	11.1	9.3
35	8.3	10.6
40	5.5	11.9
45	4.1	13.2
50	2.7	14.5
60	1.1	17.1

Πίνακας 3

(Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περγίος (σελ.128)

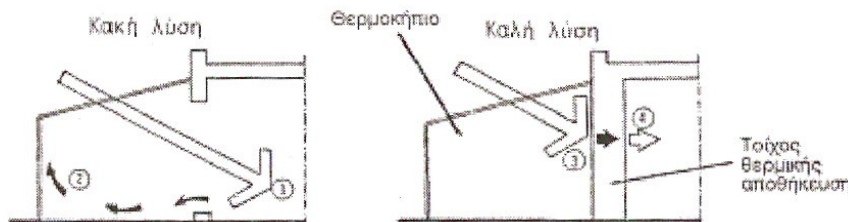
Θερμοκήπιο

Το θερμοκήπιο ή σέρα ή ηλιακός χώρος είναι ένας κλειστός χώρος με μεγάλο ποσοστό γυάλινης επιφάνειας και νότιο προσανατολισμό προσαρτημένο σε τμήμα του κτιρίου.

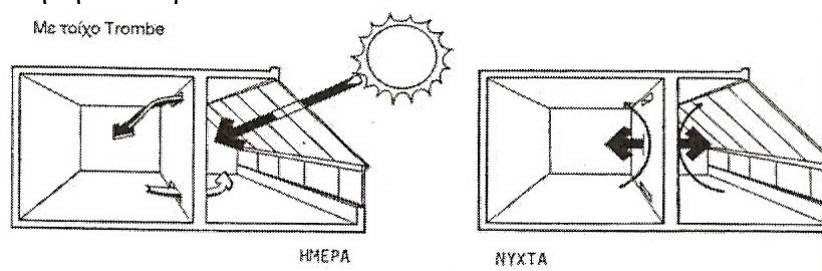


Σχ. 9 Θερμοκήπιο (*Renewable Energy: Power for a sustainable future* Edited by Godfrey Boyle p. 56)

Το σύστημα λειτουργεί καλύτερα αν μεταξύ του θερμοκηπίου και του κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης κατασκευασμένος από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας .



Η απόδοση του βελτιώνεται αν προβλεφτούν θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για τη κίνηση του αέρα.



Σχ 10 (Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περγίος σελ.132)

Το μέγεθος του εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ενδεικτικές διαστάσεις δίνονται στο **πίνακα 4**

ΜΕΓΕΘΟΣ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΠΡΟΣΑΡΤΗΜΕΝΟ ΣΤΗ ΝΟΤΙΑ ΠΛΕΥΡΑ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΓΙΑ 38° ΒΟΡΕΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΟ ΠΛΑΤΟΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΤΟΙΧΟ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

ΜΕΣΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ °C	ΕΜΒΑΔΟΝ ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΟΥ m2 ΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΕΣ. ΧΩΡΟΥ 1m2 ΣΕ ΣΥΝΔ. ΜΕ ΤΟΙΧΟ ΘΕΡ. ΑΠΟΘ.
-1.	0.65-1.15
4.5	0.40-0.70

Πίνακας 4

(Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περγίος (σελ.128))

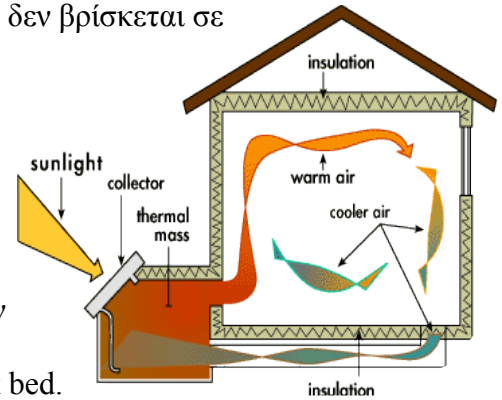
Οι συνθήκες υπερθέρμανσης που δημιουργούνται το καλοκαίρι αντιμετωπίζονται με σκιασμό του θερμοκηπίου (εξωτερικά) και ανοίγματα στην οροφή για την απομάκρυνση του θερμού αέρα.

Απομονωμένο κέρδος

Στα συστήματα απομονωμένου κέρδους η επιφάνεια ηλιοσυλλογής δεν βρίσκεται σε επαφή με τον χώρο που επιθυμούμε να θερμάνουμε.

Μεταξύ αυτής της επιφάνειας και το χώρο διαβίωσης υπάρχει ένας μηχανισμός μετάδοσης της θερμότητας όπως για παράδειγμα ένας ανεμιστήρας.

Στα πραγματικά παθητικά ηλιακά συστήματα η μετάδοση της θερμότητας γίνεται με μη μηχανικά μέσα και βασίζεται κυρίως στην άνωση, μεταγωγή και ακτινοβολία της θερμότητας. Παράδειγμα απομονωμένου κέρδους είναι το θερμοσιφωνικό πάνελ και το rock bed.



Σχ. 11 Απομονωμένο κέρδος. (<http://jl-site2.com/PassiveSolar.html>)

Συμπεράσματα

Η χρήση των παθητικών ηλιακών συστημάτων αξιοποιείται κυρίως για ενεργειακά οφέλη κατά τους χειμερινούς μήνες, ενώ για το καλοκαίρι χρησιμοποιούνται απλές τεχνικές δροσίσιμου όπως ηλιοπροστασία και φυσικός αερισμός.

Από την μελέτη εφαρμογών των συστημάτων αυτών στη Ελλάδα και από μετρήσεις που έγιναν από το ΚΑΠΕ, βλέπουμε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση που παρουσιάζουν τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική, με την προϋπόθεση ότι πρέπει να συνδυαστούν με αντίστροφες μεθόδους ηλιοπροστασίας και σκίασης ώστε να ελαχιστοποιήσουν τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι.

Πιο συγκεκριμένα εκτός από την πολύ σημαντική συνεισφορά του άμεσου ηλιακού κέρδους, τα συστήματα έμμεσου κέρδους συνεισφέρουν στο ενεργειακό ισοζύγιο :

Ηλιακοί χώροι – Θερμοκήπια έως 60 %

Θερμικοί τοίχοι 20 – 35 %

Φυσικά, η εφαρμογή ενός ή περισσότερων παθητικών συστημάτων σε ένα κτίριο δεν σημαίνει ότι το κτίριο γίνεται αυτομάτως βιοκλιματικό. Ο στόχος του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι να προσφέρει ένα θερμικά άνετο και υγιεινό εσωτερικό περιβάλλον, μειώνοντας στο ελάχιστο την επίδραση τους στο περιβάλλον, προστατεύοντας την υγεία του ανθρώπου και βελτιώνοντας την ποιότητα ζωής. Ένας τρόπος επίτευξης αυτών των στόχων είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα οποία εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για τη θέρμανση των κτιρίων, αλλά εξίσου σημαντικός είναι ο οικολογικός τρόπος δόμησης με τη προσεχτική επιλογή υλικών και ο ορθός σχεδιασμός που συνεισφέρει τα μέγιστα στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.



Μενέλαος Ξενάκης

Αρχιτέκτων Πανεπιστημίου Φλωρεντίας

Msc University College of London

Υπ. Διδάκτωρ και συνεργάτης του Ε.Μ.Π.

Ιερέως Δούση 20-22 Μαρούσι, Δεινοκράτους 32 Διόνυσος

τηλ. 2106120264 tel 6944558367

Web: www.ecoarchitects.gr e-mail: menelaos@ecoarchitects.gr

Βιβλιογραφία

Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων Κ. Τσίπηρας
Οικολογική Αρχιτεκτονική Κώστας κ Θέμης Τσίπηρας
Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα ΚΑΠΕ
Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια – αθλητικά κέντρα – βιομηχανίες – μεταφορές Στ. Περδίδης
Κτίρια για ένα πράσινο κόσμο Μαργαρίτα Καραβασίλη
Βιοκλιματικός Σχεδιασμός Ελένη Ανδρεαδάκη
Ενεργειακός σχεδιασμός Εισαγωγή για Αρχιτέκτονες Μάλλιαρης παιδεία
Green Architecture James Wines
Renewable Energy edited by Godfrey Boyle
The Selective Environment Dean Hawkes, Jane Mc Donald, Koen Steemers

Web pages

<http://architecture.mit.edu>
<http://erg.ucd.ie>
<http://www.ecoarchitects.gr>