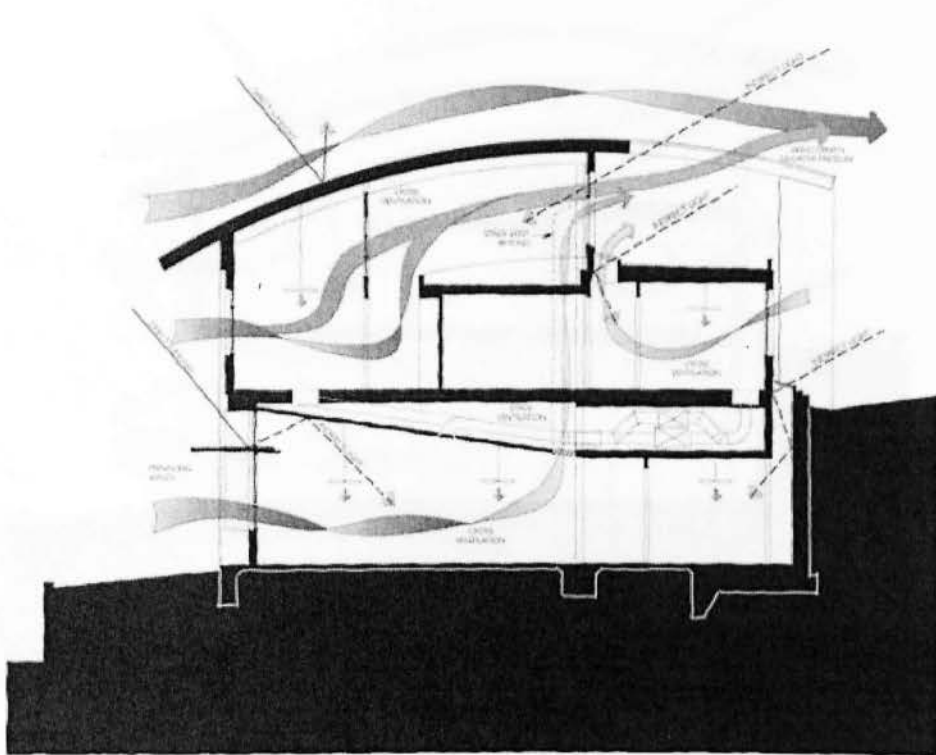




“Εξοικονόμηση Ενέργειας Χρησιμοποιώντας Φυσικό Δροσισμό και Αερισμό”



Επιβλέπων Καθηγητής:

Στρωτός Γεώργιος

ΑΜ: 33766

Σπουδάστρια:

Αποστολάκη Ελένη

Τόπος Αθήνα

Μήνας: Ιούνιος- Έτος :2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ από καρδιάς τον κύριο Στρωτό Γεώργιο για τις πολύτιμες οδηγίες του κ την στήριξη του σε αυτή μου την προσπάθεια, καθώς επίσης και τους κυρίους Αλέξη Γεώργιο και Νάζο Αντώνιο για την σημαντική τους εκπαιδευτική προσφορά στο τμήμα μηχανολογίας.

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	i
Πίνακας Σχημάτων	iv
Πίνακας Εικόνων	v
Πίνακας Διαγραμμμάτων	v
Summary	vi
1. Εισαγωγή	1
2. Φυσικός Δροσισμός	3
2.1 Ηλιοπροστασία	3
2.1.1 Ο σκιασμός του κτηρίου και των ανοιγμάτων	3
2.1.2 Ο σχεδιασμός της ηλιοπροστασίας	8
2.2 Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών	15
2.3 Επάρκεια θερμικής μάζας	15
2.3.1 Ημιϋπόσκαφες κατασκευές	15
2.3.2 Υπεδάφιοι αγωγοί	16
2.4 Θερμομόνωση	17
2.4.1 Θερμική μάζα και θερμομόνωση	18
2.5 Ακτινοβολία	18
2.5.1 Νυχτερινή ακτινοβολία	18
2.6 Μικροκλίμα - Φύτευση Δωμάτων	19
2.6.1 Φύτευση δωματίων	19
2.7 Εξάτμιση άμεση ή έμμεση	21
2.7.1 Η χρήση του νερού	22
2.7.2 Η βλάστηση	24
3. Φυσικός Αερισμός	25
3.1 Η κίνηση του αέρα μέσα στο κτίριο	25
3.2 Κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου	27
3.2.1 Η ηλιακή καμινάδα	27
3.2.2 Η καμινάδα αερισμού	30
3.2.3 Η διπλή επιδερμίδα	32
3.2.4 Αεριζόμενο κέλυφος	33
3.3 Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων	34
3.4 Η χρήση του κτηρίου	37
4. Περιβάλλον χώρος – Μικροκλίμα	38
4.1 Φύτευση	38
4.1.1 Έλεγχος της ανεμορροής	39

4.2	Προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία	42
4.3	Εξατμισοδιαπνοή.....	45
4.4	Υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων	45
4.4.1	Ψυχρά υλικά.....	47
5.	Θερμική άνεση.....	49
5.1	Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης	49
5.2	Παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση	51
5.2.1	Θερμοκρασία	51
5.2.2	Υγρασία	53
5.2.3	Ταχύτητα αέρα	57
6.	Βιβλιογραφία	60

Πίνακας Σχημάτων

ΣΧΗΜΑ 1 ΣΚΙΑΣΗ ΜΕ ΔΕΝΤΡΑ. ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΟΥ ΔΕΝΤΡΟΥ ΚΑΙ Η ΕΡΡΙΜΕΝΗ ΣΚΙΑ ΤΟΥ	4
ΣΧΗΜΑ 2 ΜΟΡΦΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΩΝ ΣΚΙΑΣΤΡΩΝ ΣΤΑΘΕΡΩΝ Η ΚΙΝΗΤΩΝ ΓΙΑ ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ.....	5
ΣΧΗΜΑ 3 ΜΟΡΦΕΣ ΠΕΡΣΙΔΩΝ ΓΙΑ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ	5
ΣΧΗΜΑ 4 ΜΟΡΦΕΣ ΠΕΡΣΙΔΩΝ ΓΙΑ ΝΟΤΙΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΚΑΙ ΝΟΤΙΟΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ	6
ΣΧΗΜΑ 5 ΗΛΙΑΚΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΓΙΑ 40ο Β.Γ.Π.....	8
ΣΧΗΜΑ 6 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΚΙΑΣΜΟΥ.....	9
ΣΧΗΜΑ 7 ΤΑΥΤΙΣΗ ΗΛΙΑΚΟΥ ΧΑΡΤΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΤΗ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΟΨΗΣ 45ο	10
ΣΧΗΜΑ 8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΓΩΝΙΩΝ (Α) ΚΑΙ (Β)	11
ΣΧΗΜΑ 9 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ ΓΙΑ ΣΚΙΑΣΗ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ	11
ΣΧΗΜΑ 10 ΣΚΙΑΣΤΡΑ ΚΕΚΛΙΜΕΝΑ, ΔΙΑΚΟΠΤΟΜΕΝΑ ΣΕ ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ.....	12
ΣΧΗΜΑ 11 ΧΑΡΑΞΗ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΠΛΗΡΗ Η 50% ΣΚΙΑΣΗ, ΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ, ΚΑΘΕΤΑ	13
ΣΧΗΜΑ 12 ΧΑΡΑΞΗ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ, ΚΕΚΛΙΜΕΝΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ	13
ΣΧΗΜΑ 13 ΧΑΡΑΞΗ ΤΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΓΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ.....	14
ΣΧΗΜΑ 14 ΣΚΙΑΣΗ ΜΕ ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΠΡΟΕΞΟΧΕΣ	14
ΣΧΗΜΑ 15 ΤΟΜΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΟΙΑΣ – ΣΑΝΤΟΡΙΝΗ	16
ΣΧΗΜΑ 16 ΦΥΣΙΚΗ ΨΥΞΗ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΜΕΝΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΥΠΕΔΑΦΙΟ	17
ΣΧΗΜΑ 17 ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΤΗΣ ΣΥΣΣΩΡΕΥΜΕΝΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΟΥΡΑΝΟ	18
ΣΧΗΜΑ 18 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ, ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΗΤΗ	19
ΣΧΗΜΑ 19 ΟΙ ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΣΤΡΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΦΥΤΕΥΣΗ	21
ΣΧΗΜΑ 20 ΦΥΣΙΚΗ ΨΥΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΤΗΝ ΗΜΕΡΑ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΤΗ ΝΥΧΤΑ.....	22
ΣΧΗΜΑ 21 ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕ ΕΞΑΤΜΙΣΗ ΑΠΟ ΠΥΡΓΟ ΨΥΞΗΣ, ΠΟΥ ΕΝΔΕΙΚΝΥΤΑΙ ΓΙΑ ΦΥΣΙΚΟ ΔΡΟΣΙΣΜΟ ΣΕ ΞΗΡΑ ΚΛΙΜΑΤΑ.....	23
ΣΧΗΜΑ 22 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ	23
ΣΧΗΜΑ 23 Η ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΔΙΕΥΚΟΛΥΝΕΙ ΤΗ ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ Η ΕΚΤΡΟΠΗ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ.....	26
ΣΧΗΜΑ 24 Η ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ Η/ΚΑΙ ΘΑΜΝΩΝ ΚΑΘΟΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΟΥ ΔΡΟΣΕΡΟΥ.....	26
ΣΧΗΜΑ 25 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΣΤΟΝ ΑΕΡΙΣΜΟ ΤΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	27
ΣΧΗΜΑ 26 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΤΟΜΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ	28
ΣΧΗΜΑ 27 Η ΗΛΙΑΚΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΑΝΤΛΕΙ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΓΕΟΘΕΡΜΙΚΗ ΠΗΓΗ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ ΤΗΝ ΠΑΘΗΤΙΚΗ ΨΥΞΗ.....	28
ΣΧΗΜΑ 28 ΣΥΝΔΙΑΣΜΟΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ ΜΕ ΚΑΜΙΝΑΔΑ ΨΥΞΗΣ. Ο ΑΕΡΑΣ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ ΨΥΞΗΣ ΨΥΧΕΤΑΙ ΜΕΣΩ ΕΞΑΤΜΙΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΑΙ ΔΙΟΧΕΤΕΥΕΤΑΙ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΛΟΓΩ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ.	29
ΣΧΗΜΑ 29 ΣΥΝΗΘΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΕΡΣΙΚΗ/ΑΡΑΒΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ	31
ΣΧΗΜΑ 30 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	31
ΣΧΗΜΑ 31 ΦΥΣΙΚΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ –ΘΕΡΜΟΥ, ΔΡΟΣΕΡΟΥ- ΣΤΟ ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΚΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΗΣ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑΣ	33
ΣΧΗΜΑ 32 ΤΟΜΗ ΣΕ ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟ ΔΩΜΑ	34
ΣΧΗΜΑ 33 Η ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΚΑΙ Η ΡΟΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	35
ΣΧΗΜΑ 34 ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΕΣ ΚΑΘ΄ ΥΨΟΣ ΘΕΣΕΙΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΕΙΣΟΔΟΥ ΚΑΙ ΕΞΟΔΟΥ ΤΟΥ ΑΕΡΑ.....	36
ΣΧΗΜΑ 35 ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΙΘΟΥΣΩΝ ΔΙΔΑΣΚΑΛΙΑΣ – ΑΝΟΔΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΤΟΥ ΖΕΣΤΟΥ ΑΕΡΑ ΛΥΚΕΙΟ ΣΤΗ ΛΥΟΝ, ΓΑΛΛΙΑ, ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΕΣ: SIR NORMAN FOSTER AND ASSOCIATES	36
ΣΧΗΜΑ 36 ΔΙΟΧΕΤΕΥΣΗ ΘΕΡΙΝΩΝ ΑΝΕΜΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ, ΜΕ ΤΗ ΒΟΗΘΕΙΑ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ ΦΥΛΛΟΒΟΛΩΝ ΔΕΝΤΡΩΝ.....	40

ΣΧΗΜΑ 37 (Α) ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΧΕΙΜΕΡΙΝΟΥ ΑΝΕΜΟΥ (Β) ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΡΡΟΗΣ ΤΟΥ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙΝΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ-ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ	40
ΣΧΗΜΑ 38 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΥΠΗΝΕΜΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ: (Α) ΕΠΙΜΗΚΗΣ ΔΑΣΙΚΗ ΣΥΣΤΑΔΑ ΔΕΝΔΡΩΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΜΙΚΡΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (Β) ΜΙΑ ΜΙΚΡΗ ΣΥΣΤΑΔΑ ΔΕΝΔΡΩΝ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΙ ΜΙΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ (Γ, Δ) ΜΙΑ ΣΥΣΤΑΔΑ ΜΕ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗ ΚΩΜΗ ΕΙΝΑΙ ΛΙΓΟΤΕΡΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΗ ΑΠΟ ΤΗ ΣΥΣΤΑΔΑ ΔΕΝΔΡΩΝ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΗ ΚΩΜΗ	41
ΣΧΗΜΑ 39 ΟΙ ΣΥΜΠΑΓΕΙΣ ΦΡΑΚΤΕΣ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΣΤΡΟΒΙΛΙΣΜΟΥΣ, ΕΝΩ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΔΕΝΤΡΩΝ ΚΑΙ ΘΑΜΝΩΝ ΑΥΞΑΝΕΙ ΤΗΝ ΗΡΕΜΙΑ	42
ΣΧΗΜΑ 40 ΤΑ ΔΕΝΤΡΑ (Α) ΕΚΤΡΕΠΟΥΝ ΤΟΝ ΑΕΡΑ ΚΑΙ (Β) ΤΟΝ ΔΙΕΥΘΥΝΟΥΝ ΠΡΟΣ ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ	42
ΣΧΗΜΑ 41 ΣΚΙΑΣΗ ΝΟΤΙΑΣ ΟΨΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ΑΠΟ ΦΥΛΛΟΒΟΛΟ ΔΕΝΤΡΟ ΤΗ ΘΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ, ΧΩΡΙΣ ΝΑ ΠΑΡΕΜΠΟΔΙΖΕΤΑΙ ΣΗΜΑΝΤΙΚΑ Ο ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΤΗ ΧΕΙΜΕΡΙΝΗ ΠΕΡΙΟΔΟ.....	44
ΣΧΗΜΑ 42 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΥΨΗ ΦΥΤΕΥΣΗΣ, ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΣΤΑΣΗ, ΓΙΑ ΝΟΤΙΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ	44
ΣΧΗΜΑ 43 ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΣΚΙΑΣΤΡΟ ΜΕ ΠΕΡΓΚΟΛΑ ΜΕ ΦΥΤΑ	45
ΣΧΗΜΑ 44 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ ΣΕ ΦΥΤΕΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΜΕ ΓΡΑΣΙΔΙ ΚΑΙ ΣΕ ΑΣΦΑΛΤΟ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΗΜΕΡΑΣ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ, ΣΤΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΗΣ ΑΘΗΝΑΣ	46
ΣΧΗΜΑ 45 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΙΣΟΡΡΟΠΙΑΣ.	50

Πίνακας Εικόνων

ΕΙΚΟΝΑ 1 ΦΥΤΕΜΕΝΟ ΔΩΜΑ	20
ΕΙΚΟΝΑ 2 ΗΛΙΑΚΕΣ ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ ΣΤΟ BUILDING RESEARCH ESTABLISHMENT, WATFORD, UNITED KINGDOM (FEILDEN CLEGG ARCHITECTS, 1996)	30
ΕΙΚΟΝΑ 3 ΙΟΝΙΚΑ, ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΣΤΟ CAMBRIDGE - ΚΑΜΙΝΑΔΕΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ (ΑΡΧΙΤ: R. H. PARTNERSHIP, 1994)	32
ΕΙΚΟΝΑ 4 ΚΤΙΡΙΟ ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΜΕ ΔΙΠΛΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΣΤΗ ΛΥΩΝ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ ΤΟΥ. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΑΣ: RENZO PIANO.....	33

Πίνακας Διαγραμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΤΣΚ.....	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΜΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ ΤΣΚ.....	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 ΠΟΣΟΣΤΟ ΔΥΣΑΡΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ, ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΔΕΡΜΑΤΟΣ	54
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4 ΣΧΕΣΗ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΙ ΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΕΡΑ, ΤΗ ΣΧΕΤΙΚΗ ΤΟΥ ΥΓΡΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΠΟΣΟΣΤΟ ΤΩΝ ΔΥΣΑΡΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΧΡΗΣΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΔΕΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΙΣΘΗΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΟΔΟ.....	55
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΕΣΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΧΕΤΙΚΗΣ	56

SUMMARY

The building sector is responsible for almost 40% of the total final energy consumption on a national level. This consumption, either in the form of heat or electricity, besides being a significant economic burden due to the high cost of energy, results in large scale atmospheric pollution, mainly carbon dioxide (CO₂) which is responsible for the greenhouse effect. The reduction of energy consumption in buildings can be achieved by simple methods and techniques, using an appropriate building design (bioclimatic architecture) and energy efficient systems and technologies. Aim of this work is the presentation of the techniques and methods that a new engineer should follow in order to design bioclimatic buildings. It is being introduced the principles of natural cooling and ventilation. More specifically techniques such as sun protection, shading of the building and its openings, thermal insulation, protection from sun radiation, water evaporation, wind tower, sun tower are being reviewed. Moreover, the implementation of these techniques is being discussed and general guidance is being given.

Keywords: bioclimatic architecture, natural cooling, natural ventilation

1. Εισαγωγή

Το σημερινό μοντέλο ανάπτυξης βασίζεται, κυρίως, στην υπερκατανάλωση αγαθών και στην αλόγιστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων. Ως εναλλακτική λύση προτείνεται η βιώσιμη ή αειφόρος ανάπτυξη, η οποία στοχεύει στη συνετή διαχείριση του φυσικού χώρου, στην αξιοποίηση των ανανεώσιμων μορφών ενέργειας για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του δομημένου χώρου, στη χρήση ήπιων τεχνικών και υλικών, μη επιβλαβών για την υγεία των ανθρώπων. Με άλλα λόγια, στοχεύει στην καθιέρωση προδιαγραφών οικολογικής προσέγγισης για το σχεδιασμό και τη χρήση των χώρων ζωής, εσωτερικών και υπαίθριων.

Η βιοκλιματική αντίληψη για τον σχεδιασμό οικιστικών συνόλων και κτηρίων εντάσσεται στη στρατηγική αυτή: μιας ήπιας, δηλαδή συμβιωτικής διαχείρισης του φυσικού και δομημένου χώρου και του περιβάλλοντός του, με επιλογές που συντείνουν στη διατήρηση των οικοσυστημάτων. Επιχειρεί να επαναπροσδιορίσει την αρχιτεκτονική με αρχές και κατευθύνσεις που βασίζονται στην αρμονική συνύπαρξη φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος, χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως την αδιάπανη ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση και τον φυσικό φωτισμό των κτηρίων, τους δροσερούς ανέμους για την φυσική τους ψύξη, αποκαθιστώντας έτσι, σε μεγάλο βαθμό, την διαταραγμένη ισορροπία ανάμεσα στον δομημένο και τον φυσικό χώρο.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του αστικού χώρου είναι μια συνειδητή ενεργειακή προσέγγιση για τη διαχείριση του δομημένου περιβάλλοντος. Αποσκοπεί στην επίλυση των προβλημάτων, τα οποία συνδέονται με την ενέργεια, μέσω μιας προσεκτικής και μελετημένης διαμόρφωσης του αστικού ιστού και των χαρακτηριστικών του μεγεθών, ώστε να βελτιώνεται το μικροκλίμα και η θερμική άνεση στο φυσικό περιβάλλον, ενώ παράλληλα να περιορίζεται η κατανάλωση ενέργειας των κτηρίων.

Ουσιαστικά πρόκειται για μια εμπλουτισμένη άποψη για τον σχεδιασμό του δομημένου χώρου –υφιστάμενου ή νέου, γιατί εμπεριέχει πιο έντονα την περιβαλλοντική διάσταση και την αντίστοιχη ευαισθησία. Η προκύπτουσα αρχιτεκτονική χαρακτηρίζεται φιλική τόσο προς το περιβάλλον, όσο και προς τους χρήστες, γιατί διασφαλίζει πιο υγιεινές συνθήκες κατοικησιμότητας, με τη μικρότερη δυνατή επιβάρυνση στο φυσικό χώρο. Ο όρος "βιοκλιματικός σχεδιασμός" ή "βιοκλιματική αρχιτεκτονική" συχνά προκαλεί απορία στους αρχιτέκτονες. Από ορισμένους διατυπώνεται ως ενεργειακός σχεδιασμός ή ως παθητικός ηλιακός σχεδιασμός. Όμως, τα τελευταία χρόνια, ο όρος βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει καθιερωθεί διεθνώς και θεωρείται επιστημονικά δόκιμος, επειδή η ονομασία αυτή ανταποκρίνεται πληρέστερα στην αντίληψη εναρμόνισης των κτηρίων με το κλίμα και το περιβάλλον, διασφαλίζοντας παράλληλα βιολογικά άνετη διαβίωση του ανθρώπου μέσα στα κτήρια, αλλά και στον υπαίθριο χώρο.

2. Φυσικός Δροσισμός

Οι τεχνικές και σχεδιαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου, οι οποίες συμβάλλουν στον φυσικό του δροσισμό, είναι οι ακόλουθες:

- Ηλιοπροστασία του κτηρίου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία και κυρίως σκίαση των ανοιγμάτων του, έτσι ώστε να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.
- Χρώμα και υφή των εξωτερικών επιφανειών.
- Επάρκεια θερμικής μάζας του κτηρίου, η οποία περιορίζει τις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του εσωτερικού αέρα.
- Θερμομόνωση του κελύφους του κτηρίου, η οποία μειώνει το ψυκτικό του φορτίο.
- Φυσικός αερισμός του εσωτερικού χώρου του κτηρίου, είτε με φυσικό, είτε με εξαναγκασμένο-μηχανικό τρόπο για την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμότητας στα δομικά του στοιχεία.
- Νυκτερινή ακτινοβολία θερμότητας προς τον ουρανό.
- Διαμόρφωση μικροκλίματος, βελτίωση των συνθηκών του άμεσου εξωτερικού περιβάλλοντος του κτηρίου, με τη χρήση βλάστησης, υδάτινων επιφανειών και κατάλληλων υλικών επίστρωσης δαπέδων (ψυχρών υλικών, υδατοδιαπερατών υλικών κλπ).

2.1 Ηλιοπροστασία

Το καλοκαίρι οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές και η ηλιακή ακτινοβολία έντονη, με αποτέλεσμα το κτίριο να απορροφά θερμότητα, πολύ περισσότερη μάλιστα όταν είναι εκτεθειμένο στον ήλιο, με άμεσες επιπτώσεις στο εσωτερικό του (κίνδυνος υπερθέρμανσης). Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, ο σκιασμός του κτηρίου, ιδιαίτερα των ανοιγμάτων του, είναι αναγκαίος για τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο, ενώ για τους μήνες Μάιο, Σεπτέμβριο και Οκτώβριο είναι επιθυμητός κατά κανόνα τις μεσημβρινές ώρες. 50 Κατά συνέπεια, τα συστήματα σκίασης πρέπει να παρέχουν αποτελεσματική προστασία από τον ήλιο το καλοκαίρι, χωρίς όμως να παρεμποδίζουν τον ηλιασμό του κτηρίου το χειμώνα ή να περιορίζουν τον φυσικό του φωτισμό.

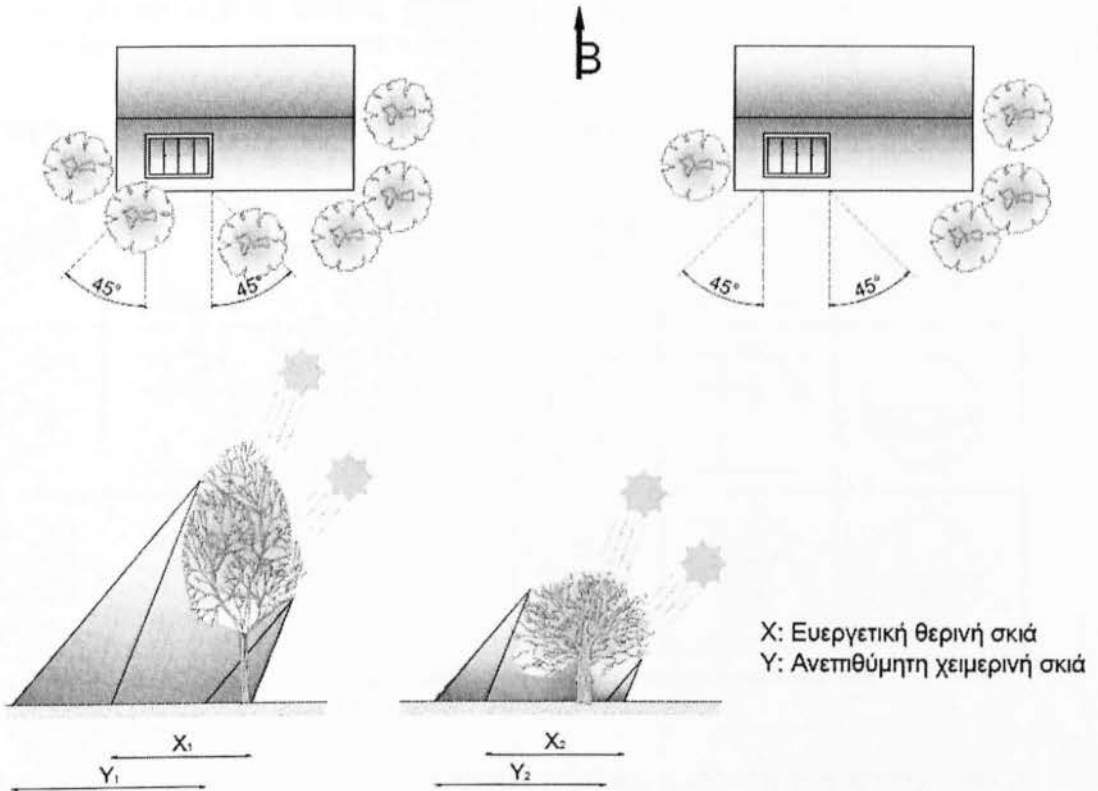
2.1.1 Ο σκιασμός του κτηρίου και των ανοιγμάτων

Ο σκιασμός ολόκληρου του κτηρίου μπορεί να επιτευχθεί –υπό την προϋπόθεση ότι πρόκειται για χαμηλό κτίριο– με την τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων και βλάστησης σε θέσεις κατάλληλες (Σχήμα 1), έτσι ώστε να διακόπτεται ο ηλιασμός τους καλοκαιρινούς μήνες. Παράλληλα η βλάστηση, απορροφώντας θερμότητα, μειώνει την εξωτερική θερμοκρασία.

Η σκίαση των ανοιγμάτων επιβάλλεται να είναι στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου, προκειμένου να αποφευχθεί η διείσδυση του ήλιου και η συνεπαγόμενη υπερθέρμανση του χώρου. Η προστασία με σκίαστρα στο εσωτερικό των υαλοστασίων (π.χ. κουρτίνες, περσίδες) ή ανάμεσα στους

υαλοπίνακες (π.χ. περσίδες) προσφέρει μεν μείωση της θάμβωσης από το έντονο ηλιακό φως, δεν απαλλάσσει όμως το χώρο από την υπερθέρμανση.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης, σε μορφή, μέγεθος και θέση, είναι συνάρτηση του προσανατολισμού της όψης.



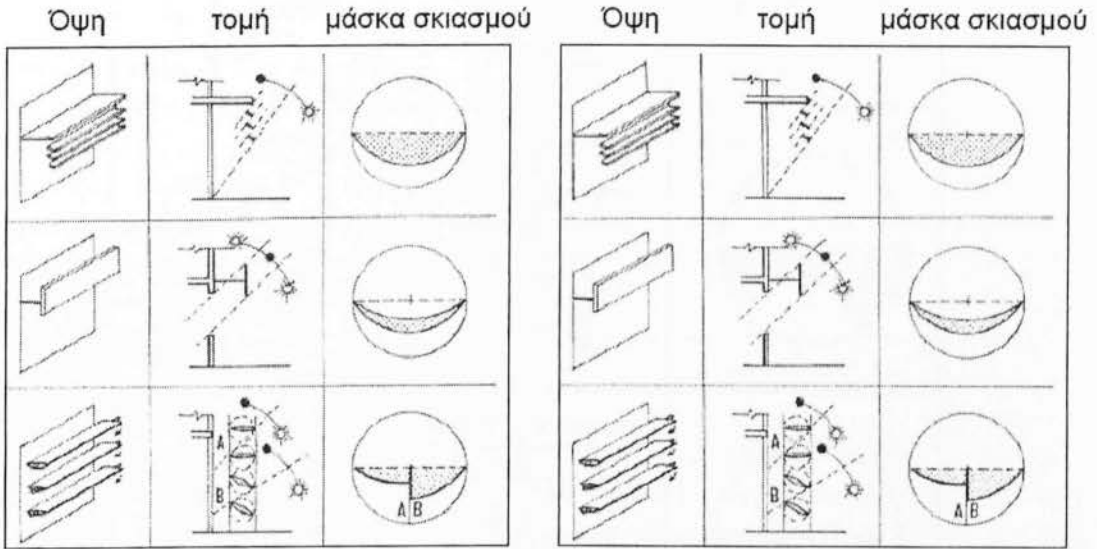
Σχήμα 1 Σκίαση με δέντρα. Το ύψος του δέντρου και η ερριμένη σκιά του

Τα βασικά κριτήρια για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι:

- ο προσανατολισμός της όψης,
- η χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, εργασιακός χώρος),
- η μορφή των ανοιγμάτων - ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους
- η αισθητική του κτηρίου,
- ο παράγων οικονομία, ως αρχική επένδυση και ως κόστος λειτουργίας του κτηρίου.

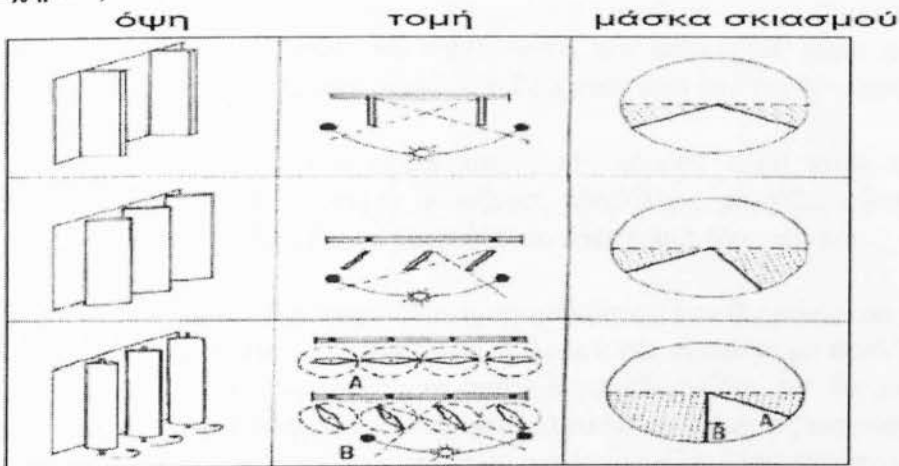
Σε σχέση με τον προσανατολισμό, από μελέτες έχει προκύψει ότι:

- για το νότιο προσανατολισμό, τα πιο κατάλληλα στοιχεία σκίασης είναι τα οριζόντια, σταθερά ή κινητά, λόγω της υψηλής τροχιάς του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο, Αύγουστο (Σχήμα 2). Το κρίσιμο σημείο είναι το πλάτος της προεξοχής –προβόλου ή περσίδων- από το κτίριο, έτσι ώστε το μεν καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκιασμός των ανοιγμάτων, ενώ το χειμώνα, αντίστροφα, να επιτρέπεται η διείσδυση του ήλιου μέσα στο χώρο.



Σχήμα 2 Μορφές οριζόντιων σκιάστρων σταθερών ή κινητών για νότια όψη

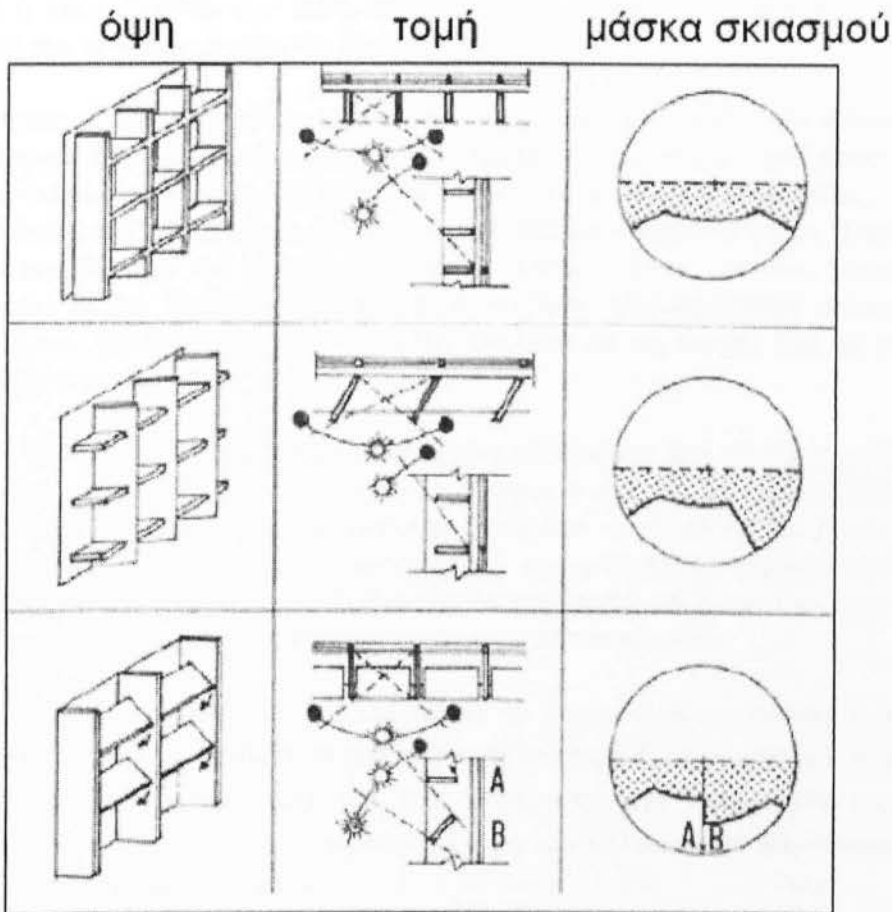
- για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, η σκίαση των ανοιγμάτων με κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή υπό κλίση, είναι πιο αποτελεσματική, γιατί ο ήλιος βρίσκεται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα (Σχήμα 3).



Σχήμα 3 Μορφές περσίδων για ανατολική και δυτική όψη

- για προσανατολισμό νοτιανατολικό και νοτιοδυτικό, τα ηλιοπροστατευτικά στοιχεία, για να είναι αποτελεσματικά, πρέπει να είναι συνδυασμός οριζόντιων και κατακόρυφων περσίδων, υπό μορφή εσχάρας (Σχήμα 4). Η

διάταξη αυτή των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους μήνες του καλοκαιριού.



Σχήμα 4 Μορφές περσίδων για νοτιανατολική και νοτιοδυτική όψη

Η ηλιοπροστασία με εσωτερικά σκίαστρα ή περσίδες, τοποθετημένες ανάμεσα στους υαλοπίνακες, δεν ενδείκνυται γιατί δεν απαλλάσσει τον εσωτερικό χώρο από τον κίνδυνο υπερθέρμανσης, παρόλο που μειώνει τη θάμβωση από το έντονο ηλιακό φως.

Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα, όπως συμβαίνει σε συμπαγείς προεξοχές, προβόλους, μαρκίζες κ.λ.π., γιατί η συσσωρευμένη πρόσθετη θερμότητα επηρεάζει το εσωτερικό του κτηρίου.

Κατασκευές που επιτρέπουν την ανεμπόδιστη απομάκρυνση του θερμού αέρα από το κτίριο είναι τα διάτρητα σκίαστρα –μεταλλικά, ξύλινα ή και συμπαγή με κενό/σχισμή ανάμεσα στο κτίριο και στον πρόβολο-, τα οποία δεν εγκλωβίζουν τον θερμό αέρα. Επίσης και το υλικό κατασκευής του ηλιοπροστατευτικού συστήματος επηρεάζει την απόδοσή του. Σκίαστρα κατασκευασμένα με υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, όπως το σκυρόδεμα, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία ακτινοβολούν και ενώ εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να εισέλθει στο χώρο, δεν αποτρέπουν την υπερθέρμανση του κτηρίου.

Η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης -μορφής και αποδοτικότητας- εξαρτάται άμεσα και από τη χρήση του κτηρίου και από τις ώρες λειτουργίας του. Η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας καλύπτεται πλήρως με μια τέντα, ενώ για ένα κτίριο γραφείων ή μια βιβλιοθήκη το είδος του σκιάστρου οφείλει να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των μόνιμων, σταθερών θέσεων εργασίας.

Αξιολογώντας την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ηλιοπροστασίας, συμπεραίνεται ότι: τα σταθερά προστεγάσματα ή σκίαστρα, ανεξάρτητα από προσανατολισμό, παρουσιάζουν προβλήματα ως προς την απόδοσή τους, γιατί η πλήρης σκίαση των ανοιγμάτων το μήνα Αύγουστο, που είναι απολύτως επιθυμητή, διακόπτει τον ηλιασμό του χώρου και το μήνα Απρίλιο, λόγω της ίδιας φαινόμενης τροχιάς του ήλιου. Συνεπώς η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία παρουσιάζει πλεονεκτήματα, γιατί μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών του κτηρίου.

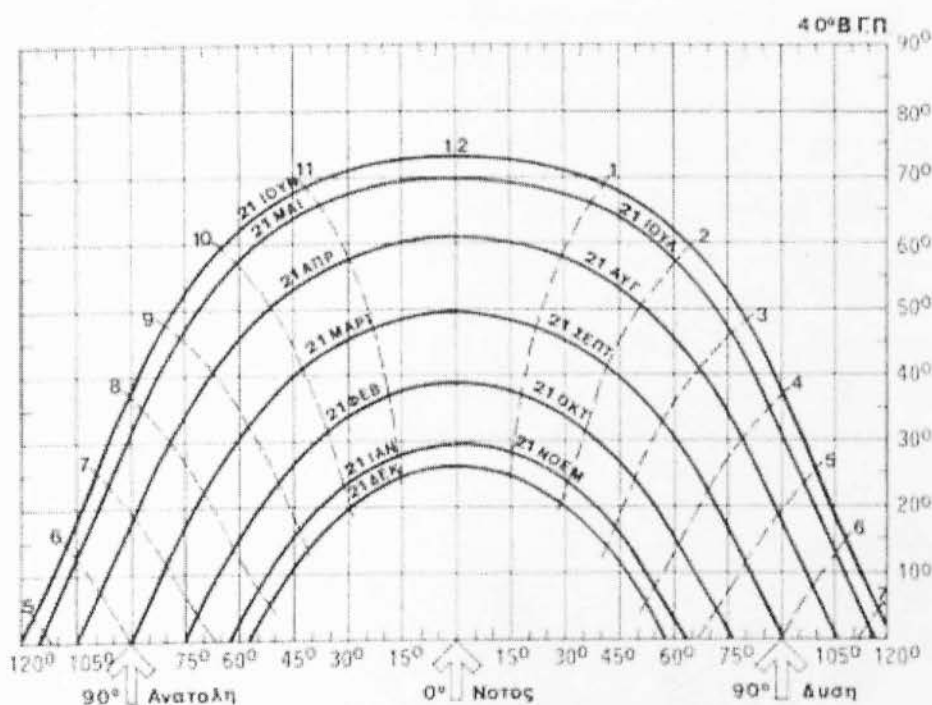
Η επιλογή του συστήματος ηλιοπροστασίας καθορίζεται και από κριτήρια αισθητικά. Το "παιγνίδι" με το φως και η σχέση του εσωτερικού και του εξωτερικού χώρου, η διαφάνεια του 53 κελύφους αποτελούν ζητήματα συνθετικής οργάνωσης. Η διαφοροποιούμενη μορφή της ηλιοπροστασίας, συναρτήσει του προσανατολισμού της όψης, προσφέρει δυνατότητες σχεδιαστικών χειρισμών και μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο σύνθεσης και αισθητικής των όψεων του κτηρίου.

Τέλος, ως προς το οικονομικό σκέλος, παρά το γεγονός ότι η κινητή εξωτερική ηλιοπροστασία είναι πιο ακριβή σε σχέση με τη σταθερή ή τα εσωτερικά σκίαστρα, όμως είναι πιο αποδοτική, άρα και πιο οικονομική στη λειτουργία της, γιατί απαλλάσσει τα κτήρια από την υπερβολική ζέστη του καλοκαιριού και συνεπώς από τη συνεχή χρήση του κλιματισμού.

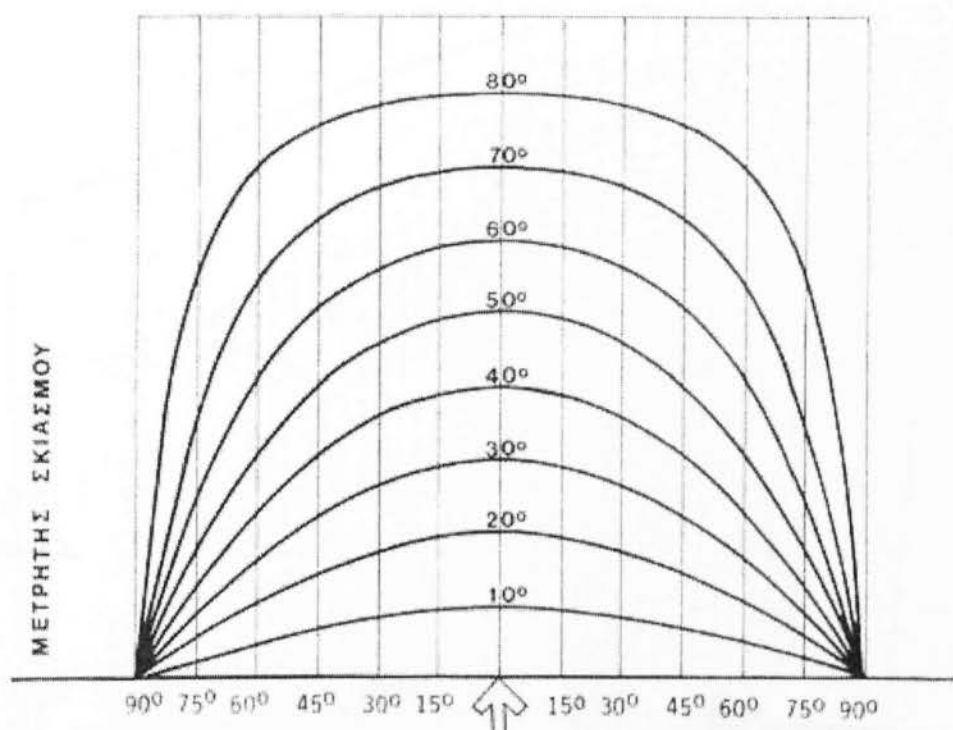
2.1.2 Ο σχεδιασμός της ηλιοπροστασίας

Για τον προσδιορισμό του συστήματος σκίασης χρησιμοποιούνται οι ηλιακοί χάρτες και ο μετρητής σκiasμού (Σχήμα 5, Σχήμα 6). Η διαδικασία που ακολουθείται περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα:

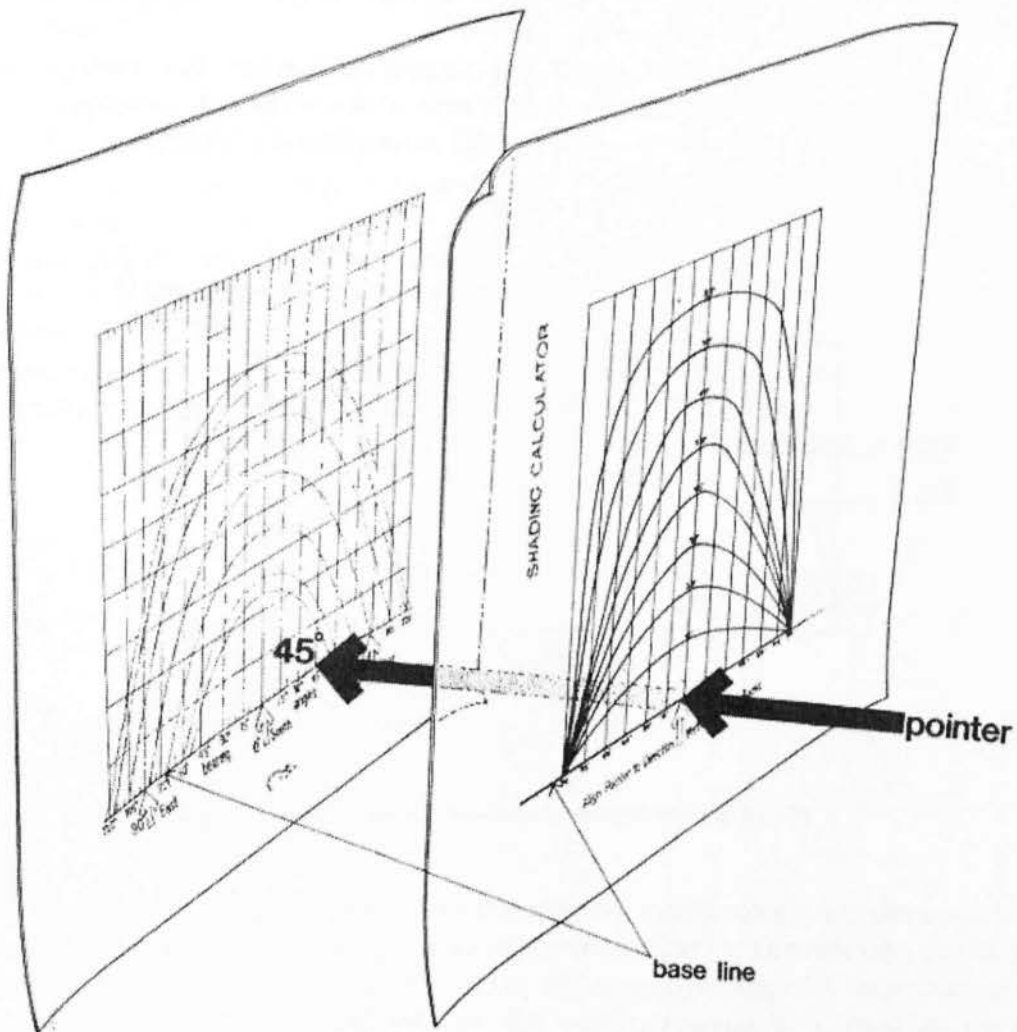
- Επιλέγεται ο ηλιακός χάρτης που αντιστοιχεί στο γεωγραφικό πλάτος του τόπου ή αυτός που αντιστοιχεί στην πλησιέστερη γεωγραφικά περιοχή. Για την Ελλάδα υπάρχουν διαθέσιμοι ηλιακοί χάρτες στο Παράρτημα Γ' της ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», για γεωγραφικά πλάτη από 35ο έως 40° Β.
- Ο μετρητής σκiasμού είναι ο ίδιος για όλα τα γεωγραφικά πλάτη. Απεικονίζει τις κατακόρυφες γωνίες σκiasμού των οριζόντιων προεξοχών-σκιάστρων.
- Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στον καθορισμό του προσανατολισμού της όψης.
- Εφόσον είναι νότια, το βέλος στο νότο του ηλιακού χάρτη ταυτίζεται με το μέσον του μετρητή σκiasμού. Εάν δεν είναι νότια, αλλά αποκλίνει ανατολικά ή δυτικά του νότου, ορίζεται η απόκλιση ως γωνία αζιμουθίου, οπότε το κέντρο του μετρητή σκiasμού ταυτίζεται με το σημείο της γωνίας απόκλισης από το νότο (Σχήμα 7).
- Ο ακριβής προσανατολισμός της όψης ορίζεται από την χάραξη της κάθετης στο κέντρο της και την κατεύθυνση βορρά-νότου στο ίδιο σημείο. Εάν η προκύπτουσα γωνία βρίσκεται στα αριστερά του νότου η όψη είναι στραμμένη προς την ανατολή. Εάν η γωνία βρίσκεται στα δεξιά του νότου τότε η όψη βρίσκεται προς τη δύση.



Σχήμα 5 Ηλιακός χάρτης για 40ο Β.Γ.Π.



Σχήμα 6 Μετρητής σκιασμού



Σχήμα 7 Ταύτιση ηλιακού χάρτη και μετρητή σκιασμού για προσανατολισμό όψης 45ο

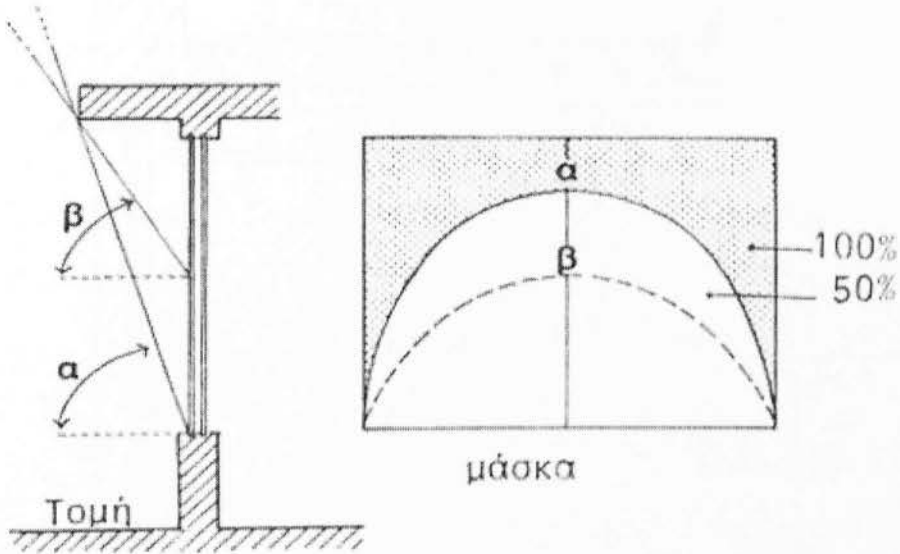
προς την δύση

Για τις οριζόντιες προεξοχές - σκιάστρα χρησιμοποιείται η τομή του ανοίγματος - υαλοστασίου, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Συνδέεται η απόληξη της προεξοχής με το κατώφλι του παραθύρου, ορίζοντας έτσι την κατακόρυφη γωνία (α) που σχηματίζεται ως προς την οριζόντια ευθεία (Σχήμα 4.7). Η προεξοχή αυτή προσφέρει σκίαση σε όλο το ύψος του παραθύρου, όταν η γωνία ύψους ηλίου είναι μεγαλύτερη από τη γωνία (α).
- Στην περίπτωση που μάς ενδιαφέρει να σκιάζεται μόνον το 50% του ανοίγματος, τότε συνδέεται η απόληξη της προεξοχής με το μέσον του παραθύρου, ορίζοντας έτσι τη γωνία (β) ως προς την οριζόντια ευθεία.
- Στο μετρητή σκιασμού προσδιορίζονται οι καμπύλες που αντιστοιχούν στις γωνίες (α) και (β).
- Στη συνέχεια επάνω στο μετρητή σκιασμού τίθεται ο ηλιακός χάρτης (σε διάφανη μορφή και στην ίδια κλίμακα) και χαράζεται η καμπύλη, όπως ορίστηκε προηγουμένως. Η περιοχή που σκιάζεται βρίσκεται επάνω από το

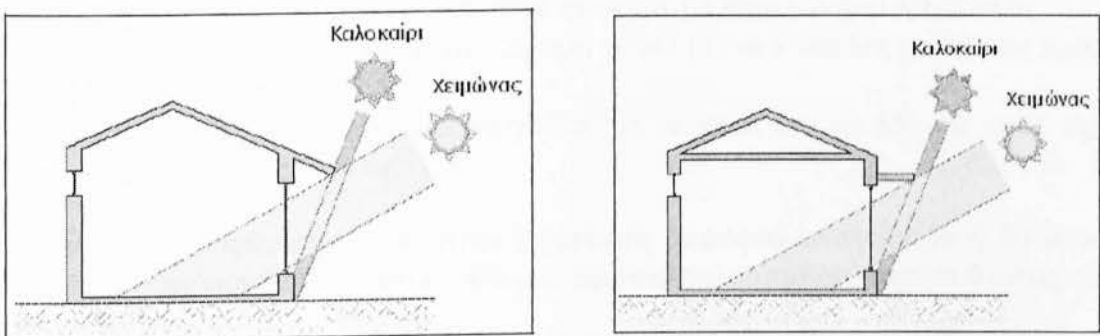
όριο της γωνίας (α) ή (β), ενώ η περιοχή που βρίσκεται από κάτω δέχεται ήλιο.

- Εφόσον καλύπτονται οι τροχιές του ήλιου τους μήνες Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο θεωρείται ότι η προεξοχή ή το σκιάστρο είναι επαρκές για την ηλιοπροστασία του ανοίγματος (Σχήμα 4.8).

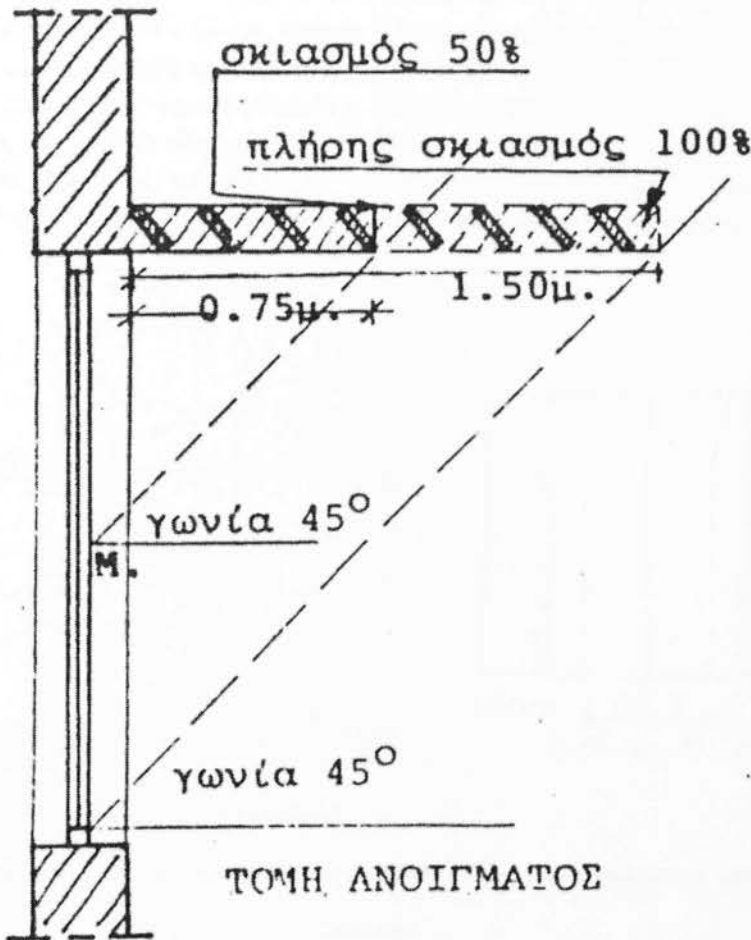


Σχήμα 8 Προσδιορισμός των κατακόρυφων γωνιών (α) και (β)

Εάν για λόγους αισθητικής δεν είναι επιθυμητή μια ενιαία προεξοχή, μπορούμε να έχουμε μικρότερες περσίδες -ελάχιστα προεξέχουσες- αρκεί η κατακόρυφη γωνία (α) ή (β) να παραμένει σταθερή. Δηλαδή το τέλος της προεξοχής της κάθε περσίδας και η αρχή της επόμενης να σχηματίζουν την ίδια γωνία, πράγμα που σημαίνει ότι οι ευθείες είναι παράλληλες μεταξύ τους (Σχήμα 10 Σχήμα 8).



Σχήμα 9 Οριζόντιες προεξοχές για σκίαση νότιας όψης



Σχήμα 10 Σκίαστρα κεκλιμένα, διακοπτόμενα σε νότια όψη

Από μελέτες έχει προκύψει ότι για να είναι τα σκίαστρα αποτελεσματικά πρέπει:

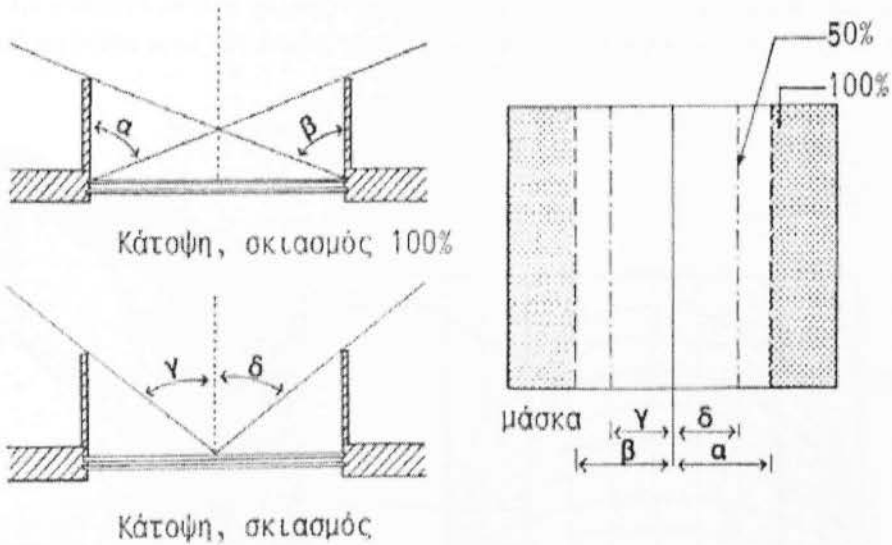
- για 32ο και 36ο Β.Γ.Π. η κατακόρυφη γωνία (α) να είναι ίση με 60ο ως προς την οριζόντια,
- για 40ο Β.Γ.Π. η κατακόρυφη γωνία (α) να είναι ίση με 55ο ως προς την οριζόντια.

Για τις κατακόρυφες προεξοχές, στην περίπτωση σκίασμού ανατολικών ή δυτικών όψεων, χρησιμοποιείται η κάτοψη του ανοίγματος-υαλοστασίου, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

- Συνδέεται η απόληξη της προεξοχής (κάθετη στην κάτοψη) με τις αντίστοιχες παραστάδες του ανοίγματος. Προκύπτουν οι γωνίες (α) και (β) αντιστοίχως, οι οποίες ανταποκρίνονται σε σκίαση 100% του ανοίγματος (Σχήμα 11).
- Στην περίπτωση που ενδιαφερόμαστε για σκίαση μειωμένη, κατά 50%, η σύνδεση των απολήξεων γίνεται με το μέσον του παραθύρου, οπότε προκύπτουν οι γωνίες (γ) και (δ) αντιστοίχως (βλ. Σχήμα 11).
- Μεταφέρονται οι οριζόντιες προσδιορισθείσες γωνίες στο μετρητή σκίασμού και χαράζονται κατακόρυφες ευθείες. Πέραν από τα όρια αυτών των

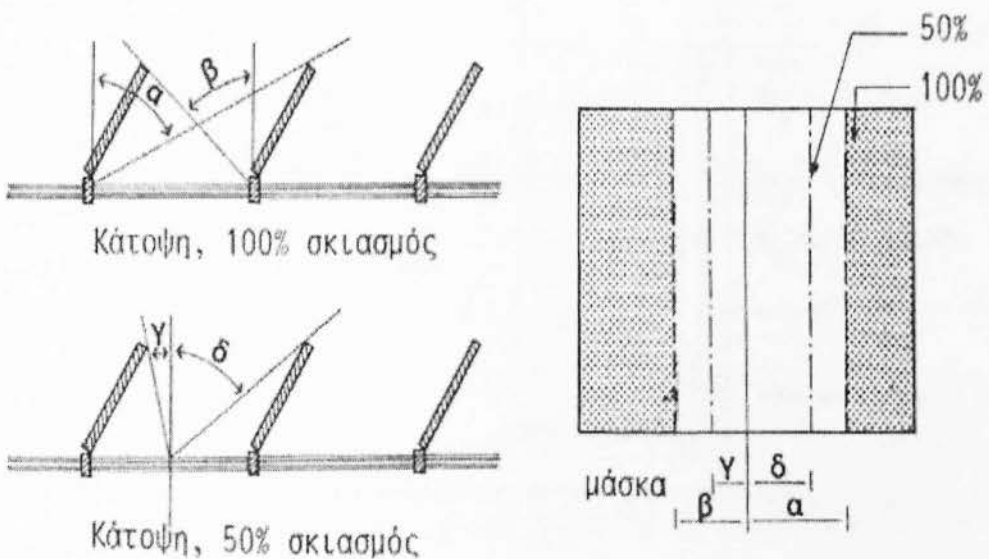
κατακόρυφων ευθειών (αριστερά και δεξιά) υπάρχει σκιά, ενώ το υπόλοιπο τμήμα παραμένει εκτεθειμένο στον ήλιο. Με αυτό τον τρόπο διακόπτονται οι χαμηλές τροχιές του ήλιου, που αντιστοιχούν σε ανατολή και δύση.

- Όταν οι κατακόρυφες προεξοχές δεν είναι κάθετες στο άνοιγμα, αλλά υπό κεκλιμένη γωνία, ακολουθείται η ίδια διαδικασία για τον προσδιορισμό της μάσκας σκιασμού (Σχήμα 12). Το πλεονέκτημα στην περίπτωση αυτή είναι ότι για το ίδιο αποτέλεσμα σκιασμού οι κεκλιμένες προεξοχές είναι μικρότερες σε σχέση με τις κάθετες στην κάτοψη του ανοίγματος.



Σχήμα 11 Χάραξη των γωνιών για πλήρη ή 50% σκίαση, για κατακόρυφα, κάθετα

Σκίαστρα



Σχήμα 12 Χάραξη των γωνιών για κατακόρυφες, κεκλιμένες προεξοχές

Για τα γεωγραφικά πλάτη του ελληνικού χώρου έχει προκύψει από μελέτες ότι: οι γωνίες (α) και (β) πρέπει να αντιστοιχούν σε 55ο (γωνία αζιμουθίου), προκειμένου να

2.2 Χρώμα και υφή εξωτερικών επιφανειών

Το χρώμα και η υφή των εξωτερικών επιφανειών του κελύφους του κτηρίου καθορίζουν την ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται, καθώς και την ποσότητα της θερμότητας που αποβάλλεται το βράδυ προς την ατμόσφαιρα, ρυθμίζοντας έτσι τη θερμοκρασία της εξωτερικής επιφάνειας του κτηρίου και κατ' επέκταση τη διακύμανση της εσωτερικής θερμοκρασίας.

Για παράδειγμα, ένα δώμα βαμμένο με σκούρο χρώμα μπορεί να παρουσιάζει επιφανειακή θερμοκρασία αυξημένη κατά 32oC, σε σχέση με τη μέγιστη θερμοκρασία του περιβάλλοντος 58 αέρα. Αντίθετα, η επιφανειακή θερμοκρασία ενός δώματος βαμμένου με ασβέστη, μόλις ξεπερνά τον 1oC σε σχέση με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Επισημαίνεται ότι οι επιφάνειες του κελύφους, οι προσανατολισμένες προς την δύση, καθώς και οι οριζόντιες –τα δώματα– υποφέρουν ιδιαίτερα από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι. Συνεπώς συνιστάται η βαφή τους με ανοιχτά χρώματα. Ειδικά για τα δώματα αποτελεσματική είναι η επικάλυψή τους με ανακλαστική επιφάνεια, όπως για παράδειγμα η επίστρωση με φύλλο αλουμινίου, ψυχρά χρώματα ή γενικότερα με ψυχρά υλικά (βλ. πιο αναλυτικά κεφ. 5), καθώς και με φυτά (μετατροπή σε φυτεμένα δώματα, § 4.2.7.1).

Επίσης, η υφή των εξωτερικών επιφανειών –αδρή ή λεία– επηρεάζει την ανακλαστικότητα τους ικανότητα και κατά συνέπεια την απορρόφηση ή μη της θερμότητας.

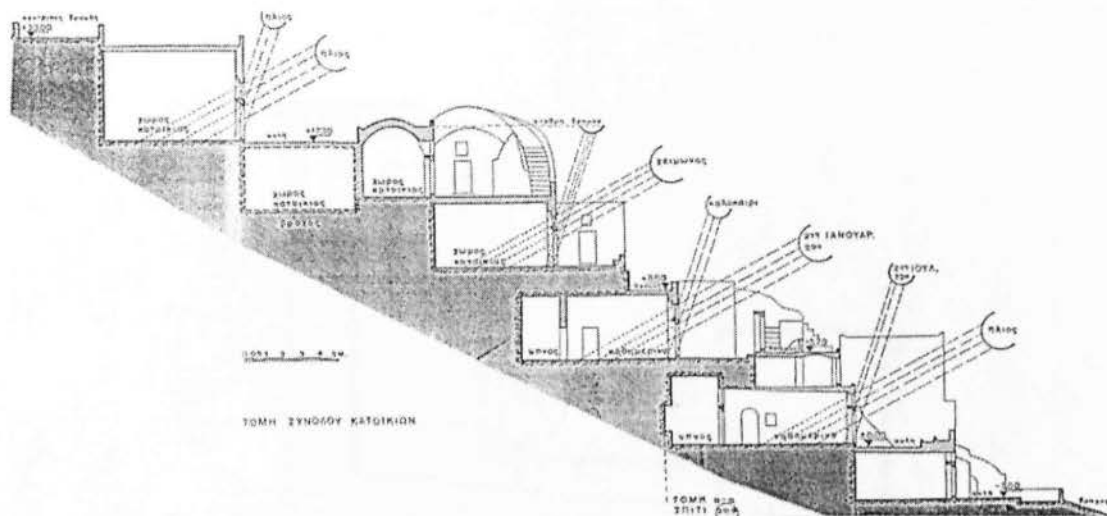
2.3 Επάρκεια θερμικής μάζας

Μια σημαντική παράμετρος για τη βιοκλιματική λειτουργία του κτηρίου το καλοκαίρι, είναι η διασφάλιση επαρκούς θερμικής μάζας στα δομικά του στοιχεία – τοίχους, δάπεδα, οροφές, στα οποία αποθηκεύεται η περίσσεια θερμότητας κατά τη διάρκεια της ημέρας, με αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία του αέρα στον εσωτερικό χώρο σε ανεκτά επίπεδα (άνεσης). Τη νύχτα η αποθηκευμένη θερμότητα διοχετεύεται προς το εξωτερικό περιβάλλον μέσω αερισμού ή/και εκπομπής θερμότητας.

2.3.1 Ημιϋπόσκαφες κατασκευές

Σε περιοχές ξηρές-ζεστές η χρήση του χώματος-εδάφους προσφέρει πολύ καλύτερα θερμικά αποτελέσματα από το οπλισμένο σκυρόδεμα, λόγω της μεγάλης θερμικής του αδράνειας και της δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί σε επιλεγμένο βάθος, δημιουργώντας ημιϋπόσκαφες κατασκευές (Σχήμα 15). Προϋπόθεση για την επιλογή ημιϋπόσκαφου κτίσματος αποτελεί το ανάγλυφο του εδάφους –με μεγάλη κλίση, η σύσταση του εδάφους, καθώς και η χρήση του κτηρίου.

Για παράδειγμα, τα ημιυπόσκαφα κτίσματα στη Σαντορίνη ουδόλως ανταποκρίνονται στις ημερήσιες μεταβολές της θερμοκρασίας, παρά μόνον σε εποχιακή βάση. Δηλαδή, η αύξηση της εξωτερικής θερμοκρασίας το καλοκαίρι επηρεάζει ελάχιστα τον εσωτερικό χώρο κατά τον Αύγουστο περίπου. Θερμοκρασίες πάνω από 26οC στο εσωτερικό των κτισμάτων δεν παρατηρούνται συνήθως.

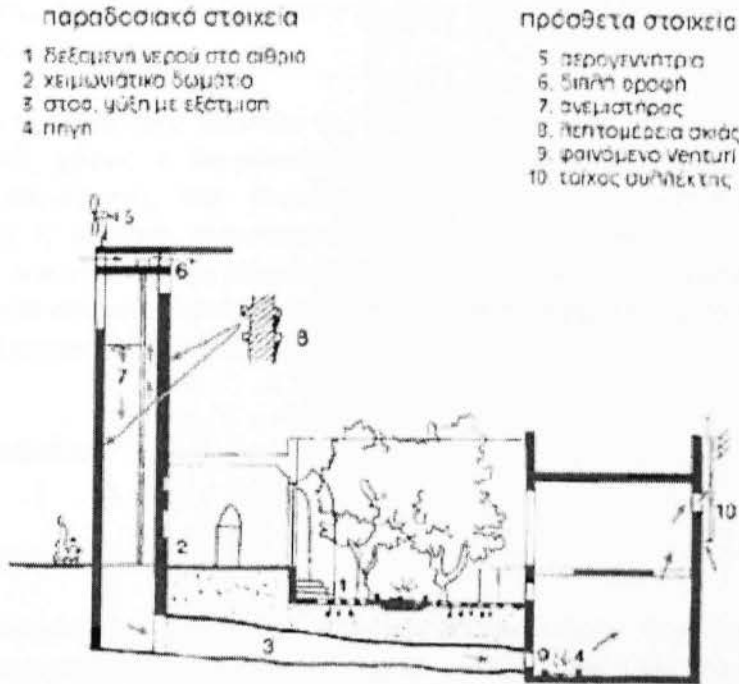


Σχήμα 15 Τομή τμήματος του Οικισμού της Οίας – Σαντορίνη

2.3.2 Υπεδάφιοι αγωγοί

Αγωγοί ενσωματωμένοι μέσα στο έδαφος αποτελούν ένα σύστημα παθητικό, το οποίο μπορεί να τροφοδοτεί το κτίριο με δροσερό αέρα το καλοκαίρι, είτε με φυσικό τρόπο –σε συνδυασμό με καμινάδα αερισμού, είτε και με μηχανικό –εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα μέσα στους αγωγούς με τη λειτουργία ανεμιστήρων.

Η λειτουργία του υπεδάφιου αυτού συστήματος βασίζεται στην ψύξη του εισαγόμενου στους αγωγούς ζεστού αέρα, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με εκείνη του εξωτερικού περιβάλλοντος. Χαρακτηριστικά παραδείγματα παρατηρούνται στα κτήρια της Μέσης Ανατολής (Σχήμα 16). Εξέλιξη του παθητικού αυτού συστήματος αποτελούν οι εφαρμογές της αβαθούς γεωθερμίας.



Παραδοσιακή κατοικία της Ανατολής.
Φυσική γυζη του κελύφους με τη χρήση υγρού αερα.

Σχήμα 16 Φυσική ψύξη κελύφους ανακαινισμένης παραδοσιακής κατοικίας με υπεδάφιο σύστημα αγωγού και φυσικό αερισμό

2.4 Θερμομόνωση

Το καλοκαίρι, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλότερες από τις εσωτερικές, δημιουργείται ροή θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο. Η εφαρμογή θερμομόνωσης στο κέλυφος περιορίζει τη διείσδυση θερμότητας και αποτρέπει, ως ένα βαθμό, την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου.

Για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα, η θερμομόνωση πρέπει να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του κελύφους του κτηρίου, η οποία λειτουργεί εξίσου ικανοποιητικά και το χειμώνα. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή προστασία του κελύφους, αλλά και προστασία από φθορές και βλάβες της κατασκευής από τις μεταβαλλόμενες καιρικές συνθήκες.

Επισημαίνεται ότι η εξωτερική θερμομόνωση πρέπει να μην είναι εκτεθειμένη άμεσα στο εξωτερικό περιβάλλον, γιατί υφίσταται φθορές, κυρίως από την υπεριάδη ακτινοβολία. Συνεπώς η θερμομονωτική στρώση πρέπει να επικαλύπτεται είτε με επίχρισμα είτε με άλλο προστατευτικό υλικό.

2.4.1 Θερμική μάζα και θερμομόνωση

Η ποσότητα της θερμικής μάζας και ο βαθμός θερμομόνωσης ενός κτηρίου είναι συνάρτηση του κλίματος.

Για την εύκρατη ζώνη, από 35ο-42ο Β.Γ.Π., κλιματική περιοχή στην οποία ανήκει και ο Ελλαδικός χώρος, η θερμομόνωση και η θερμική μάζα αποτελούν περίπου ισοδύναμους παράγοντες της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Τονίζεται, ειδικότερα, ότι η θερμική προστασία είναι απολύτως αναγκαία για τη βορεινή πλευρά, ενώ η απαίτηση για μεγάλη θερμική μάζα εντοπίζεται στη δυτική πλευρά και τα δώματα, γιατί επιβαρύνονται με μεγάλη ποσότητα θερμότητας το καλοκαίρι και λόγω της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

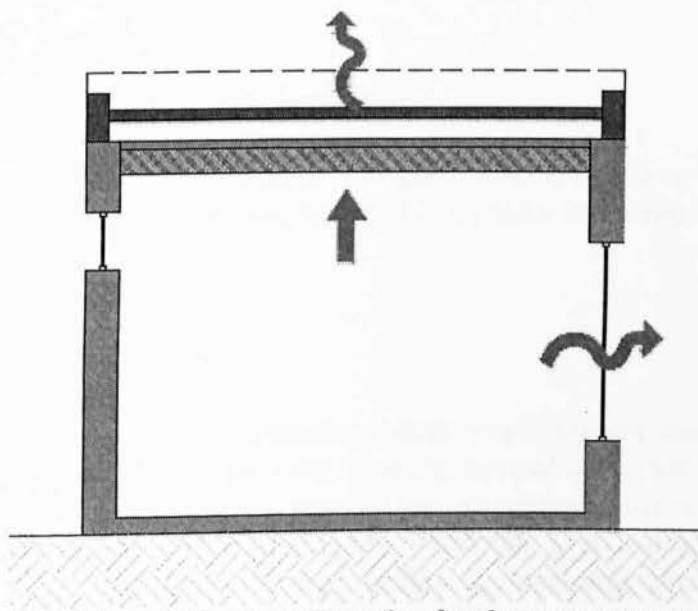
2.5 Ακτινοβολία

2.5.1 Νυχτερινή ακτινοβολία

Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων ακτινοβολούν θερμότητα προς τον ουρανό, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας το καλοκαίρι. Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα της εκπεμπόμενης θερμικής ακτινοβολίας.

Οι επιφάνειες των κτηρίων που ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας είναι τα δώματα των κτηρίων (Σχήμα 4.26). Όμως, πρέπει να επισημανθεί ότι η εξωτερική θερμομόνωση επιβραδύνει κατά πολύ την εκτόνωση της θερμότητας από τα δώματα των κτηρίων, ενώ είναι απαραίτητη για την προστασία τους από τις θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

Για τους λόγους αυτούς μπορεί να εφαρμοστούν ειδικά συστήματα – κατασκευές επάνω στα δώματα των κτηρίων. Τα συνηθέστερα είναι οι μεταλλικοί ακτινοβολητές.

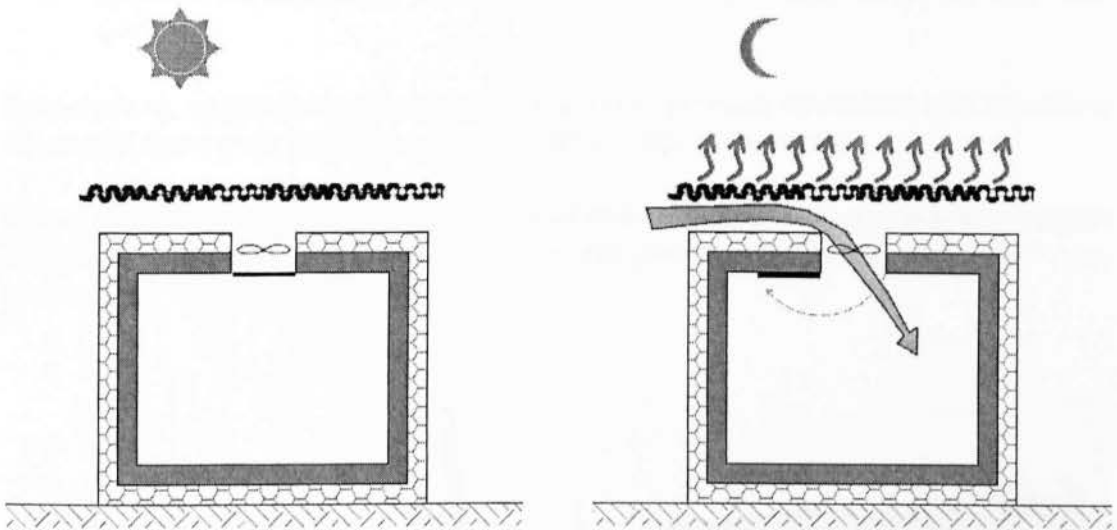


Σχήμα 17 Ακτινοβολία της συσσωρευμένης θερμότητας προς τον ουρανό

2.5.1.1 Μεταλλικός ακτινοβολητής

Το σύστημα αυτό αποτελείται από μεταλλική πλάκα τοποθετημένη στην εξωτερική επιφάνεια του θερμομονωμένου δώματος, σε μικρή απόσταση από αυτό. Η εξωτερική της επιφάνεια είναι αυλακωτή, ανακλαστική (Σχήμα 4.27). Μέσα στο σύστημα του ακτινοβολητή –κάτω από την μεταλλική πλάκα- διοχετεύεται με μηχανικό τρόπο (π.χ. ανεμιστήρα) θερμός αέρας από το εσωτερικό του κτηρίου, ο οποίος, ερχόμενος σε επαφή με την ψυχρή πλάκα, ψύχεται και στη συνέχεια επαναδιοχετεύεται ως δροσερός αέρας μέσα στο κτίριο.

Ο μεταλλικός ακτινοβολητής θεωρείται υβριδικό σύστημα δροσισμού, διότι βασίζεται στην εξαναγκασμένη ροή του εναλλασσόμενου -θερμού και δροσερού- αέρα. Το σύστημα λειτουργεί ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε περιοχές με θερμά και ξηρά καλοκαίρια και χαμηλή σχετική υγρασία (ανέφελο ουρανό).



Σχήμα 18 Σύστημα δροσισμού δώματος, με τη χρήση ακτινοβολητή

2.6 Μικροκλίμα - Φύτευση Δωμάτων

Η περισσότερο επιβαρυνόμενη περιοχή του κτηρίου είναι η επικάλυψη του -το δώμα-, γιατί σε όλη τη διάρκεια της ημέρας, πέραν των υψηλών θερμοκρασιών, δέχεται την έντονη ακτινοβολία του ήλιου.

2.6.1 Φύτευση δωμάτων

Οι πράσινες στέγες συμβάλλουν αποτελεσματικά στη βελτίωση του μικροκλίματος, γιατί απορροφούν μεγάλη ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως μειώνουν τη θερμοκρασία του αέρα στο άμεσο περιβάλλον, παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τη σκόνη. Η εφαρμογή τους σε κλίμακα γειτονιάς έχει πολλαπλά ευεργετικά αποτελέσματα, όπως περιορισμό του Φαινομένου της Θερμικής Νησίδας στο κέντρο της πόλης (μείωση των επιφανειακών θερμοκρασιών και της θερμοκρασίας αέρα) και σημαντική μείωση της παραγόμενης ποσότητας διοξειδίου του άνθρακα το οποίο και

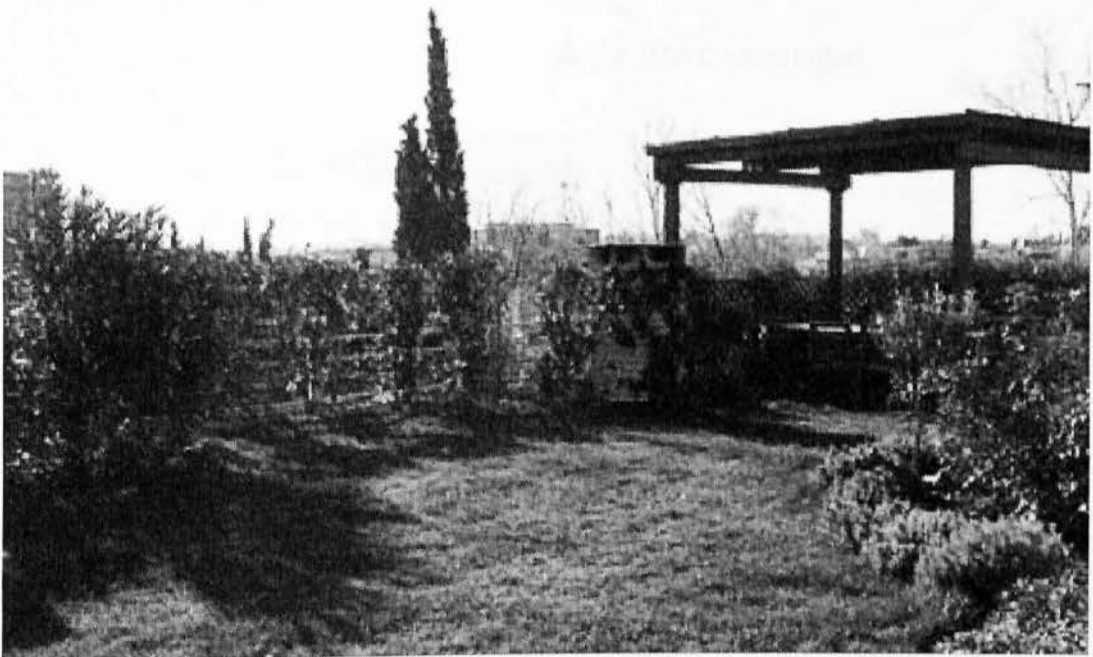
απορροφούν. Για το ελλαδικό κλίμα, η θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα φυτεμένο δώμα μπορεί να είναι κατά 17οC χαμηλότερη τον Ιούλιο (μέσος όρος), σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από ένα συμβατικό δώμα από τσιμεντένιες πλάκες.

Ως προς την ενεργειακή επίδραση των φυτεμένων-πράσινων στεγών στο ίδιο το κτίριο παρατηρούνται τα εξής:

- Η θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου με φυτεμένη στέγη μπορεί το καλοκαίρι να είναι από 3 έως και 10οC χαμηλότερη. Εξυπακούεται ότι αυτή η μείωση της θερμοκρασίας παρατηρείται στους τελευταίους ορόφους- κάτω από το δώμα όταν πρόκειται για πολυώροφα κτήρια.
- Το χειμώνα μεταφέρεται λιγότερη θερμότητα από τον εσωτερικό χώρο προς τα έξω.
- Το δώμα που βρίσκεται κάτω από την «πράσινη» επιφάνεια προστατεύεται καλύτερα από τις καιρικές συνθήκες και τη διακύμανση των θερμοκρασιών χειμώνα και καλοκαίρι, γεγονός που συντείνει στην επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του.

Επιπρόσθετα, τα φυτεμένα δώματα προσφέρουν σημαντική προστασία από θορύβους και συμβάλλουν στην ορθολογική διαχείριση του βρόχινου νερού.

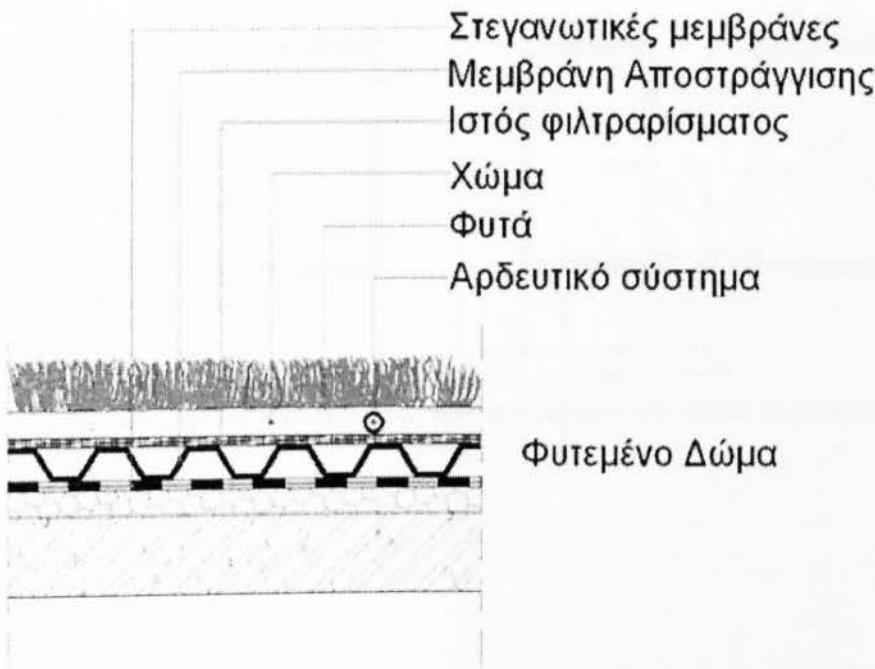
Τέλος, στη θέση των αχρησιμοποίητων, απρόσωπων δωματίων διαμορφώνονται χώροι αισθητικά ευχάριστοι, υγιεινοί, χρήσιμοι για επικοινωνία ή/και ψυχαγωγία των ενοίκων του κτηρίου (Εικόνα 4.3).



Εικόνα 1 Φυτεμένο δώμα

Ως προς την κατασκευή των φυτεμένων δωματίων απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην διάστρωση των αναγκαίων διαδοχικών στρώσεων. Συγκεκριμένα:

- Επάνω από την θερμομόνωση στρώνεται ειδική μεμβράνη για επιπλέον προστασία από το νερό και την υγρασία (Σχήμα 4.28).
- Επάνω από την μεμβράνη, απλώνεται ένα δίχτυ για την προστασία του ριζικού πλέγματος των φυτών, αλλά και για να εμποδίζονται οι ρίζες να διεισδύσουν στην θερμομόνωση και να την καταστρέψουν
- Στη συνέχεια, επάνω από ένα υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και θρεπτικών συστατικών, τοποθετείται ένα σύστημα από μικρές συνδεδεμένες μεταξύ τους πλαστικές θήκες, για να συγκρατείται το νερό της βροχής ή το νερό άρδευσης τους θερινούς μήνες.
- Επάνω από αυτές τις κυψέλες στρώνεται ένα διηθητικό φύλλο (γεωούφασμα) που αφήνει μεν το νερό να περνάει, αλλά όχι το χώμα και άλλα ανεπιθύμητα σωματίδια.
- Ως τελική στρώση τοποθετείται ειδικό εδαφικό υλικό, αρκετά ελαφρύ, πορώδες και πλούσιο σε συστατικά απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών. Όλα αυτά δημιουργούν ένα στρώμα πάχους από 10 έως 20 εκατοστών. Τέλος γίνεται η επιλογή των φυτών.



Σχήμα 19 Οι διαδοχικές στρώσεις των υλικών για την φύτευση

Μια πολιτική μέτρων και κινήτρων για τη φύτευση των δωματίων αποτελεί στρατηγικής σημασίας συμβολή για τον περιορισμό των αερίων ρύπων και μικροσωματιδίων στην 71 ατμόσφαιρα, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας – κυρίως του κλιματισμού- την ανάκτηση ενός υγιούς και αισθητικά ευχάριστου περιβάλλοντος για τους κατοίκους των πόλεων.

2.7 Εξάτμιση άμεση ή έμμεση

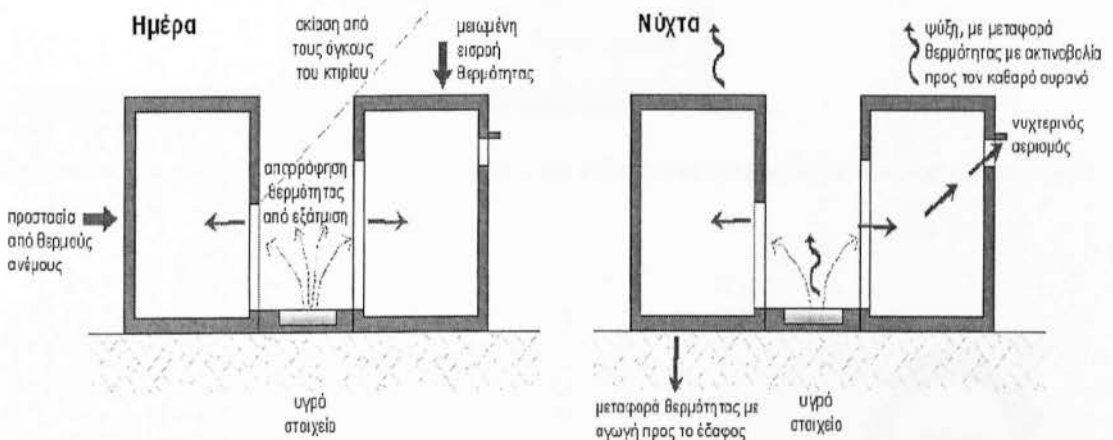


Δροσισμός επιτυγχάνεται και μέσω της εξάτμισης νερού, με τη χρήση επιφανειών νερού, πύργων δροσισμού ή και βλάστησης λόγω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών.

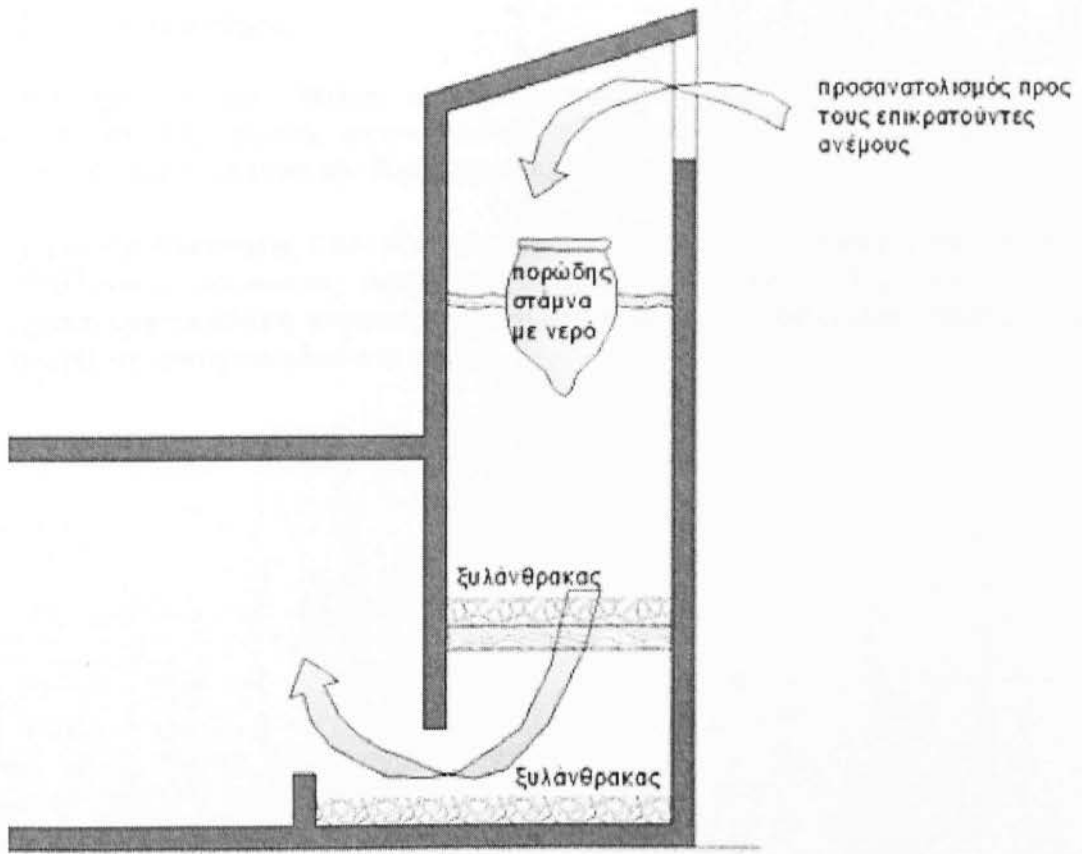
2.7.1 Η χρήση του νερού

Σε περιοχές με κλίμα ζεστό και ξηρό, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή, η εξάτμιση του νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του αέρα και αύξηση της σχετικής υγρασίας. Σε κτήρια παραδοσιακά ο τρόπος φυσικού δροσισμού συνδύαζε την ροή του ζεστού αέρα επάνω από νησίδες νερού, πριν την είσοδό του να στο κτίριο (Σχήματα 4.30 και 4.31).

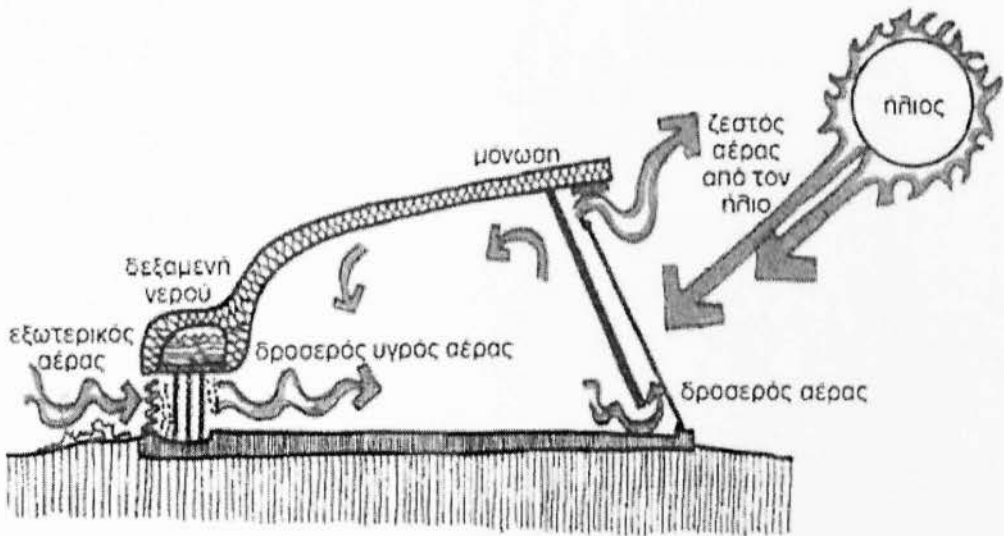
Σήμερα, επανέρχεται στην αρχιτεκτονική η χρήση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλες θέσεις, έτσι ώστε ο ζεστός εξωτερικός αέρας που διέρχεται επάνω από το νερό να προκαλεί εξάτμιση, λόγω της απορροφούμενης θερμότητας από την επιφάνεια του νερού και, συνεπώς, να εισέρχεται πιο δροσερός μέσα στο κτίριο, δημιουργώντας συνθήκες ευχάριστης δροσιάς. Εάν μάλιστα συνδυαστεί με την κατασκευή ηλιακής καμινάδας, τότε η ροή του ζεστού αέρα επιταχύνεται και απομακρύνεται πιο γρήγορα (Σχήμα 4.32).



Σχήμα 20 Φυσική ψύξη κτηρίου μέσω εξάτμισης νερού την ημέρα και ακτινοβολία θερμότητας τη νύχτα



Σχήμα 21 Δροσισμός με εξάτμιση από πύργο ψύξης, που ενδείκνυται για φυσικό δροσισμό σε ξηρά κλίματα



Σχήμα 22 Φυσικός αερισμός μέσω εξάτμισης νερού και χρήση ηλιακής καμινάδας για την επιτάχυνση του αερισμού

2.7.2 Η βλάστηση

Η βλάστηση –δέντρα, θάμνοι, ακόμη και καλλωπιστικά φυτά- συμβάλλει στην απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα με τη διαδικασία της εξατμισοδιαπνοής μειώνει την θερμοκρασία του αέρα το καλοκαίρι.

Η χρήση της βλάστησης στον εξωτερικό χώρο ρυθμίζει το μικροκλίμα του άμεσου περιβάλλοντος, μειώνοντας σημαντικά τις υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες. Η σύγχρονη αρχιτεκτονική, ανταποκρινόμενη στις ανάγκες των ανθρώπων, επιχειρεί να εισαγάγει την φύση και μέσα στα κτήρια.

3. Φυσικός Αερισμός

Ο φυσικός αερισμός των εσωτερικών χώρων έχει άμεση επίδραση στην υγεία των ενοίκων, στη θερμική άνεση και στην αίσθηση ευεξίας. Διευκολύνει την ανταλλαγή θερμότητας του ανθρώπινου σώματος με το περιβάλλον και παράλληλα συμβάλλει στη φυσική ψύξη των δομικών στοιχείων της κατασκευής.

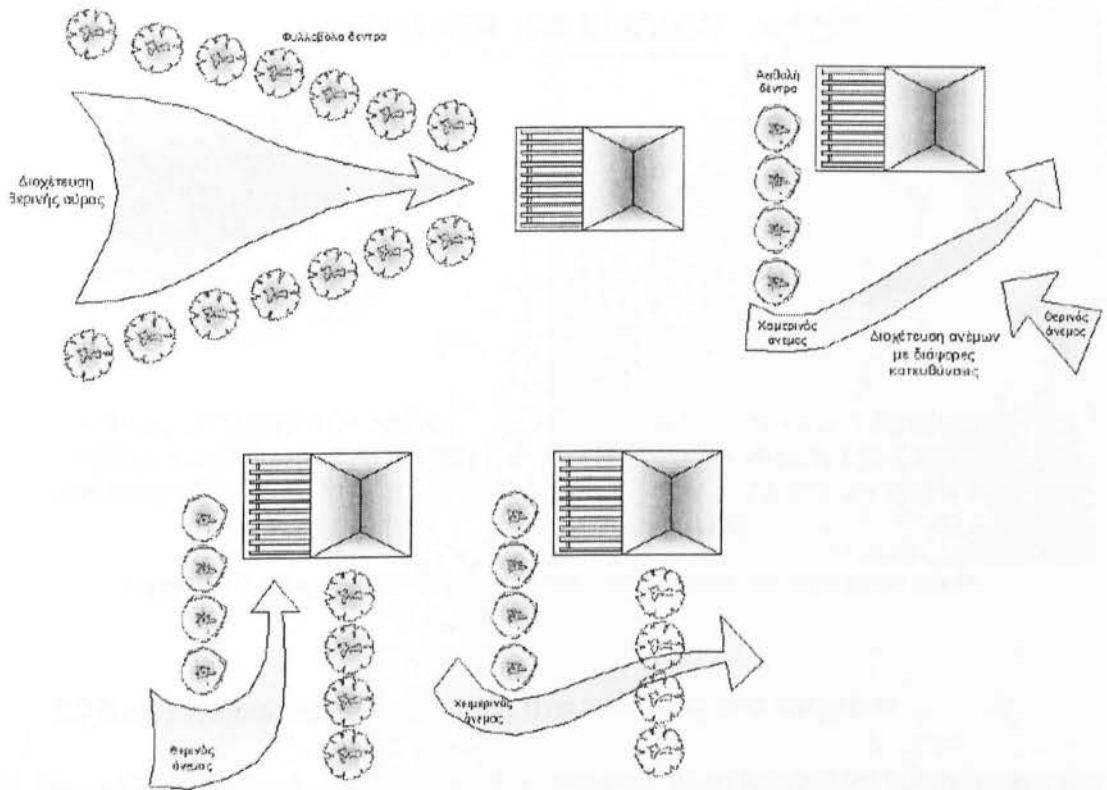
Οι παράμετροι που επηρεάζουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού στο εσωτερικό των κτηρίων είναι :

- Η κατεύθυνση των δροσερών ανέμων στην περιοχή,
- Οι κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου,
- Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων.

3.1 Η κίνηση του αέρα μέσα στο κτίριο

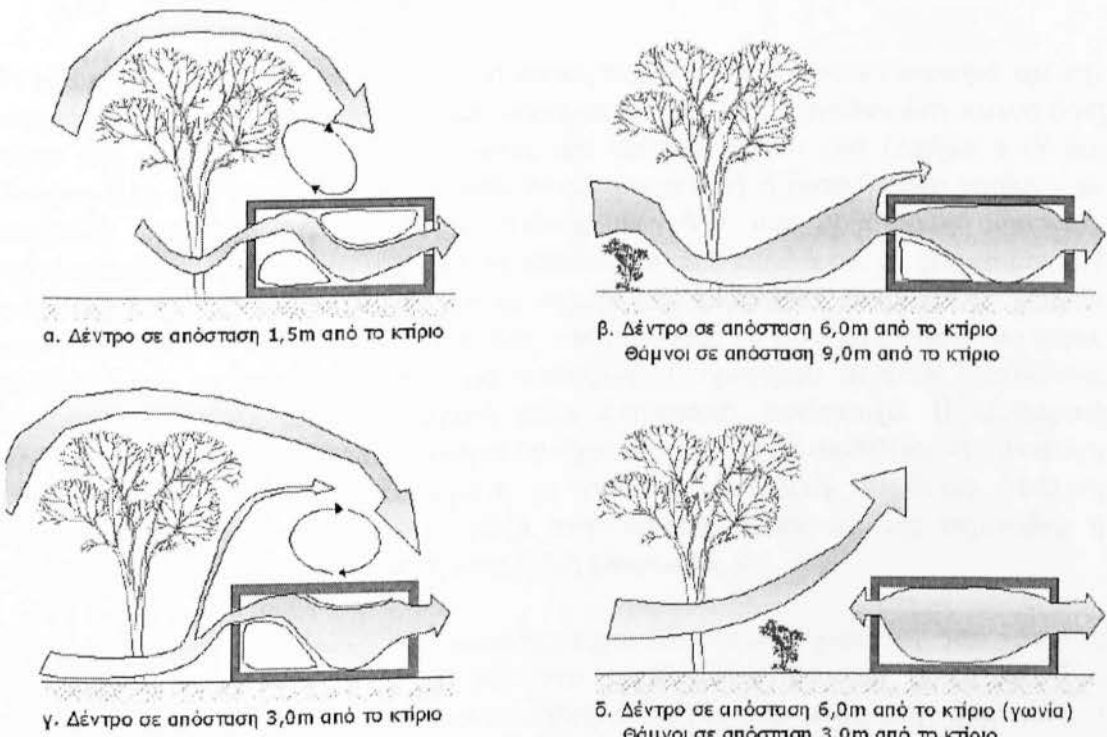
Οι πνέοντες δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι την ημέρα είναι οι θαλάσσιες αύρες-μελτέμια, τα οποία έχουν συνήθως νοτιανατολική ή βορεινή κατεύθυνση (εξαρτάται βεβαίως από το ανάγλυφο του περιβάλλοντος χώρου). Το βράδυ, η δροσερή απόγειος αύρα προέρχεται από τη στεριά, λόγω της ταχύτερης ψύξης του εδάφους. Για τη διείσδυση των δροσερών ανέμων μέσα στο κτίριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εφόσον είναι εφικτό, κατάλληλη διάταξη βλάστησης στον εξωτερικό χώρο (Σχήμα 4.16). Η τοποθέτηση δέντρων ή θάμνων σε κατάλληλη απόσταση από το κτίριο διευκολύνει ή όχι τη διέλευση του δροσερού ανέμου μέσα στο κτίριο (Σχήμα 4.17).

Η ένταξη προεξοχών σε κατάλληλη θέση στο ίδιο το κτίριο μπορεί να βοηθήσει στον φυσικό αερισμό του εσωτερικού χώρου (Σχήμα 4.18).



Διοχέτευση χειμερινών και θερινών ανέμων με την ίδια κατεύθυνση

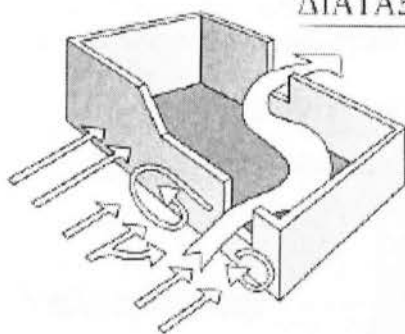
Σχήμα 23 Η βλάστηση διευκολύνει τη διείσδυση ή εκτροπή του ανέμου από το κτίριο



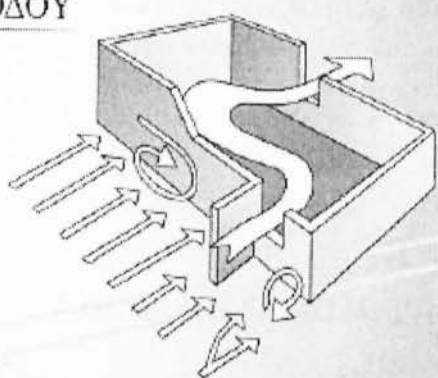
Σχήμα 24 Η θέση των δέντρων ή/και θάμνων καθορίζει την κατεύθυνση του δροσερού

Ανέμου

ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΗΣ ΕΙΣΟΔΟΥ



ΥΨΗΛΟΤΗΡΗ ΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ
ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΚΑΤΕΥΘΥΝΕΙ ΤΟΝ ΑΕΡΑ
ΠΡΟΣ ΤΟ ΔΕΞΙ ΜΕΡΟΣ ΤΟΥ ΔΩΜΑΤΙΟΥ



ΚΑΘΕ ΕΜΠΙΟΔΙΟ ΕΞΟΥΔΕΤΕΡΩΝΕΙ
ΤΙΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ
ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΑ ΑΡΙΣΤΕΡΑ ΤΗΣ
ΕΙΣΟΔΟΥ

Σχήμα 25 Ο ρόλος των εξωτερικών στοιχείων στον αερισμό του εσωτερικού χώρου

3.2 Κατασκευαστικές ρυθμίσεις στο κέλυφος του κτηρίου

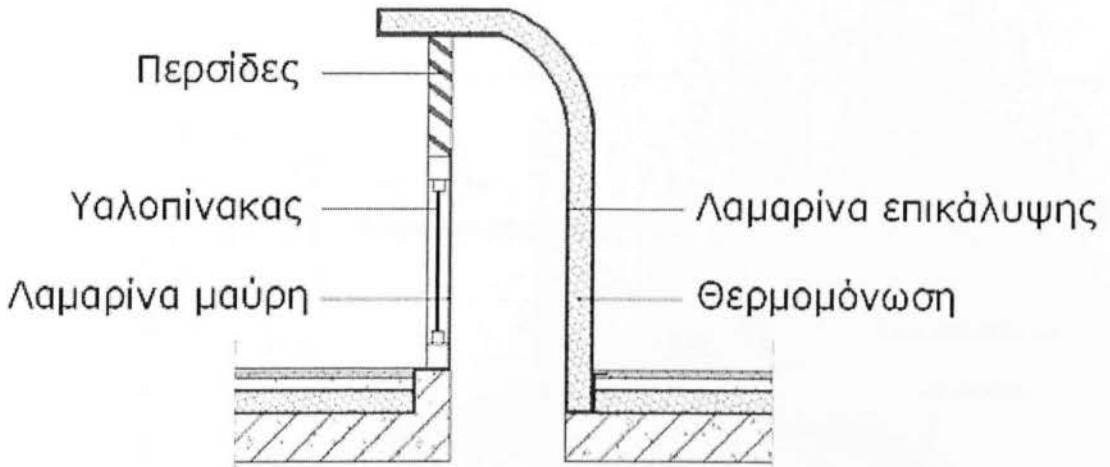
Η διασφάλιση φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο μπορεί να πραγματοποιηθεί και με κατασκευές ενταγμένες στο κέλυφος του κτηρίου.

3.2.1 Η ηλιακή καμινάδα

Η ηλιακή καμινάδα αποτελεί αποτελεσματική τεχνική για το φυσικό αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τον εσωτερικό χώρο. Η συνηθισμένη κατασκευή είναι μια προεξέχουσα από το κέλυφος του κτηρίου κατασκευή (Σχήμα 4.19 και Εικόνα 4.1), της οποίας η μια πλευρά, νότια, ανατολική ή δυτική είναι γυάλινη με περσίδες στο άνω μέρος. Μπορεί επίσης να είναι μία ορθογωνική διατομή, προσαρτημένη στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, που συνδέεται με τον εσωτερικό χώρο με άνοιγμα/θυρίδα. Στο ανώτατο σημείο της καμινάδας τοποθετείται θυρίδα αερισμού προς το εξωτερικό περιβάλλον, επιτρέποντας τη συνεχή κίνηση του αέρα. Ανάλογα με τη λειτουργία της, για νυκτερινό ή ημερήσιο αερισμό, επιλέγεται ελαφροβαρής ή με μεγάλη θερμική μάζα κατασκευή, αντίστοιχα. Η εξωτερική πλευρά της ηλιακής καμινάδας μπορεί να έχει θερμική μάζα απευθείας εκτεθειμένη στον ήλιο, θερμική μάζα καλυμμένη με γυάλινη εξωτερική επιφάνεια, γυάλινη εξωτερική επιφάνεια και θερμική μάζα στην εσωτερική παρειά της καμινάδας ή κάποια ελαφροβαρή κατασκευή, ή μεταλλική επιφάνεια, κ.ά.

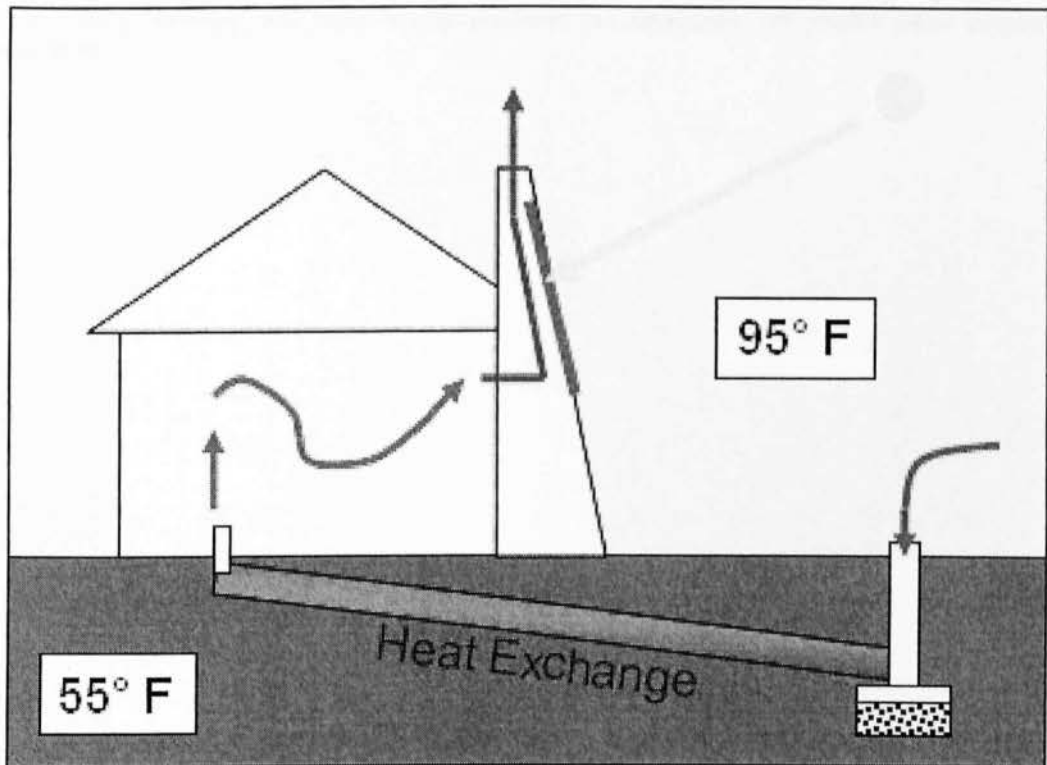
Οι μεγαλύτερες αποδόσεις της ηλιακής καμινάδας παρατηρούνται για νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό, με βέλτιστο προσανατολισμό τον τελευταίο. Για ημερήσιο αερισμό, ο ήλιος ζεσταίνει τον αέρα που βρίσκεται μέσα στην καμινάδα, ο οποίος γίνεται ελαφρύτερος και απομακρύνεται προς τα πάνω, ενώ ψυχρότερος αέρας από κάτω τον αντικαθιστά. Για απογευματινό – νυκτερινό αερισμό, η ηλιακή καμινάδα παραμένει κλειστή κατά τη διάρκεια της ημέρας και αποθηκεύει θερμότητα στη θερμική της μάζα, η οποία αποδίδεται στον αέρα όταν αρχίζει ο αερισμός και ακολουθείται η διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται με αποτέλεσμα τη διαρκή ανανέωση του εσωτερικού αέρα και το

φυσικό δροσισμό του χώρου. Η εφαρμογή της είναι απολύτως κατάλληλη, όταν μάλιστα αποτελεί και μορφολογικό στοιχείο του οικισμού ή του κτηρίου.



Σχήμα 26 Ενδεικτική τομή ηλιακής καμινάδας

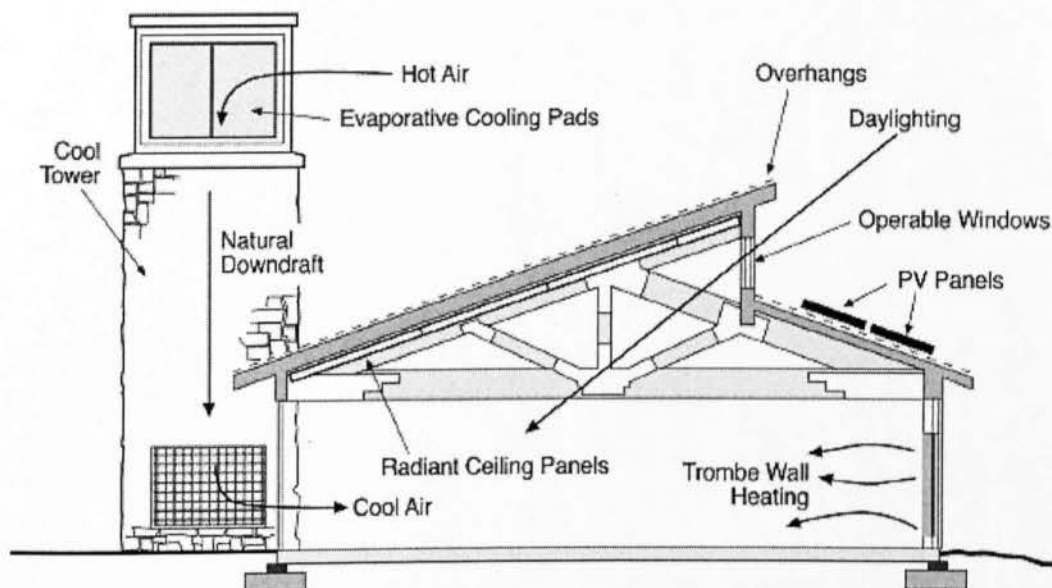
Ο συνδυασμός ηλιακή καμινάδα και γεωθερμικής εγκατάστασης μας οδηγεί σε πολλαπλά οφέλη. Η ηλιακή καμινάδα απομακρύνει τον θερμό αέρα λόγω της μικρότερης πυκνότητας αλλά παράλληλα συνδράμει στην άντληση αέρα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η γεωθερμική εγκατάσταση ψύχει τον εισερχόμενο αέρα λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας του υπεδάφους.



Σχήμα 27 Η ηλιακή καμινάδα αντλεί αέρα από γεωθερμική πηγή με αποτέλεσμα την παθητική ψύξη

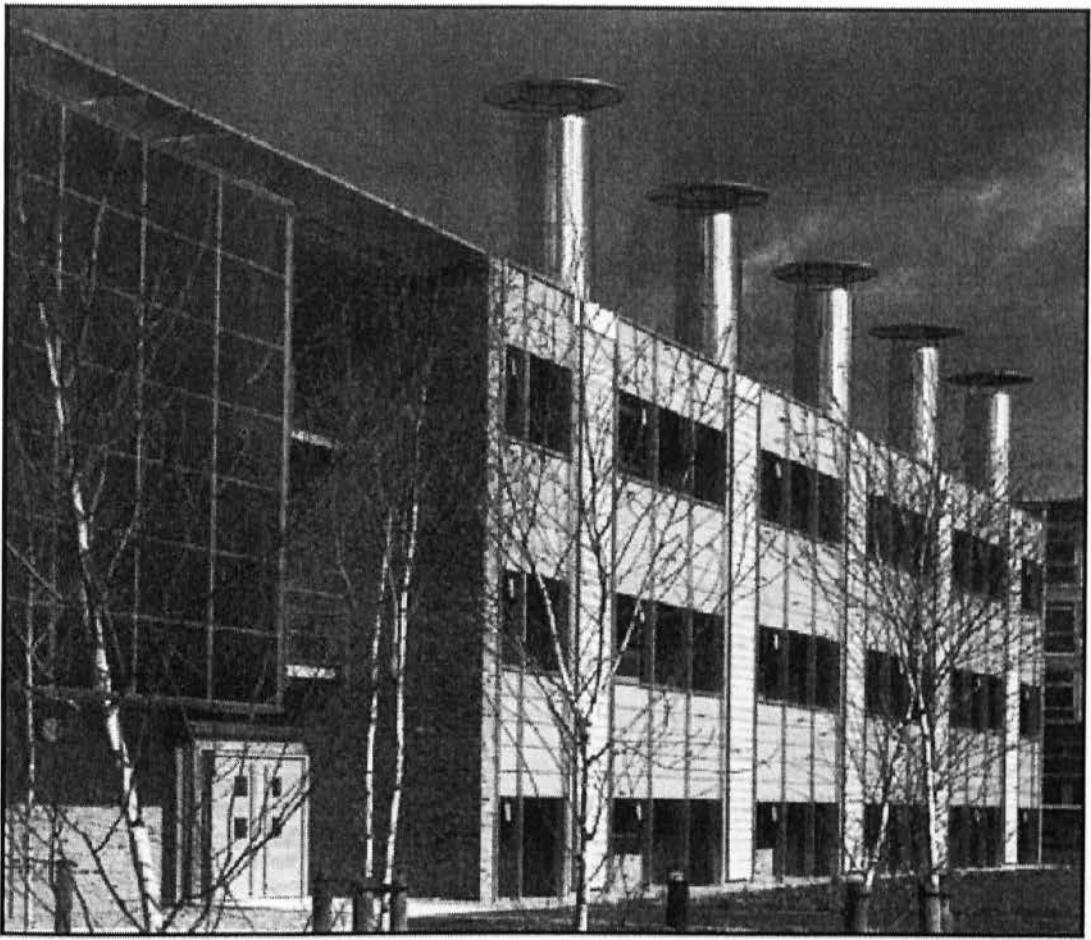
Στο Μάλι της Αφρικής συναντάμε έναν πολύ ενδιαφέρον συνδυασμό ηλιακής καμινάδας και πύργου ψύξης. Ο πύργος ψύξης ψύχει τον αέρα μέσω εξάτμισης του νερού στη κορυφή του. Ο αέρας λόγω μεγαλύτερης πυκνότητας εισέρχεται στο σπίτι

και ψύχει το εσωτερικό. Η ηλιακή καμινάδα πάλι έχει διττό ρόλο. Συνδράμνει τόσο στην είσοδο του ψυχρού αέρα αλλά και στην απόρριψη του ζεστού αέρα από το κτίριο.



Source: NREL and NPS drawings.

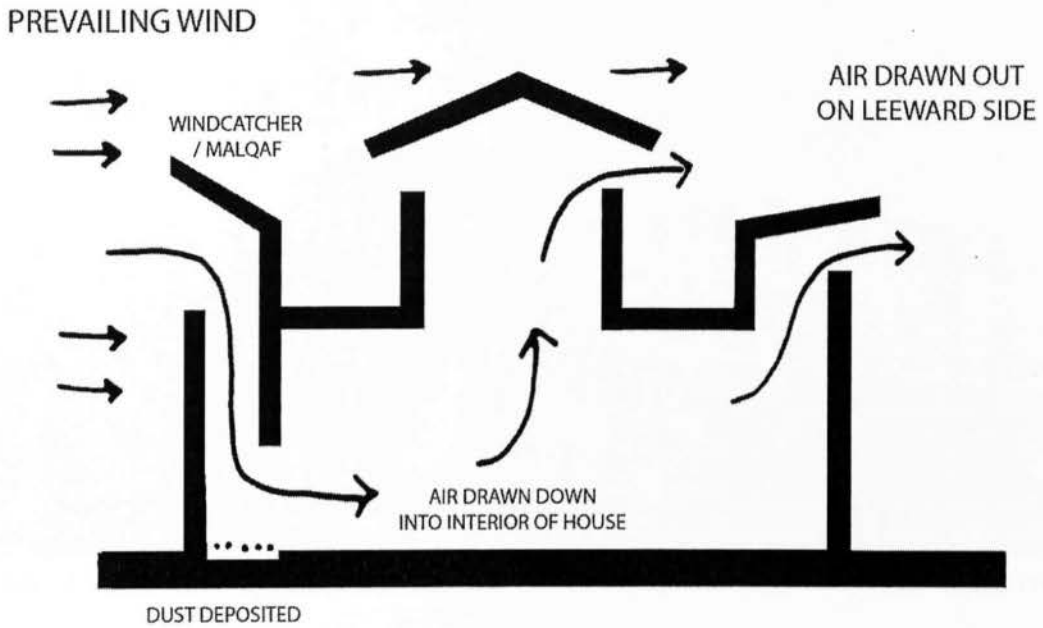
Σχήμα 28 Συνδυασμός ηλιακής καμινάδας με καμινάδα ψύξης. Ο αέρας στην είσοδο της καμινάδας ψύξης ψύχεται μέσω εξάτμισης του νερού και διοχετεύεται στο εσωτερικό του κτιρίου λόγω μικρότερης πυκνότητας.



Εικόνα 2 Ηλιακές καμινάδες στο Building Research Establishment, Watford, United Kingdom (Feilden Clegg Architects, 1996)

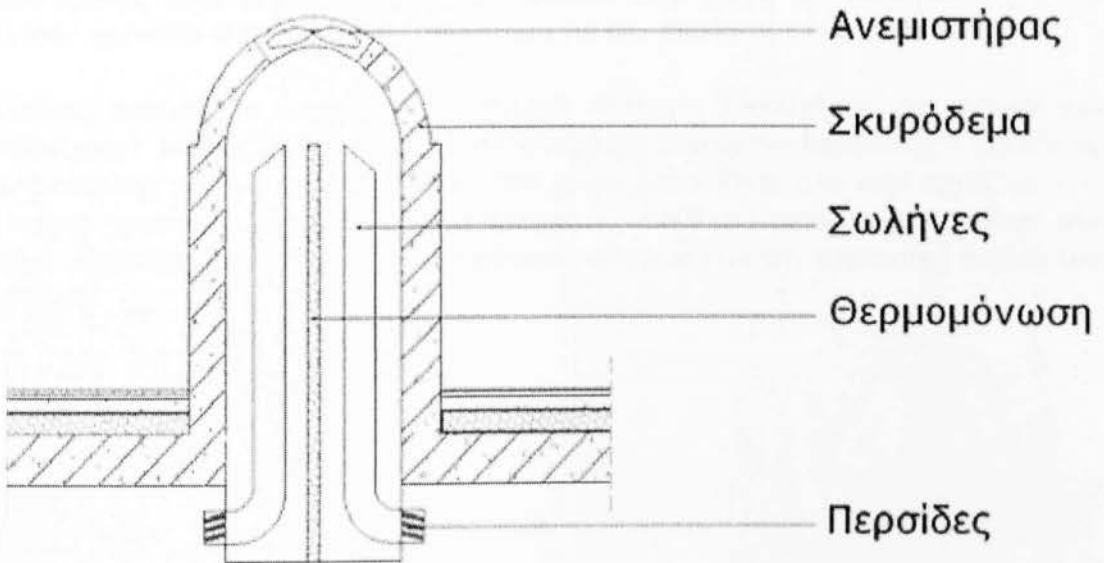
3.2.2 Η καμινάδα αερισμού

Η καμινάδα αερισμού είναι μία μέθοδος που συναντάται συχνά στην Περσική αρχιτεκτονική. Η λειτουργία της βασίζεται σε αεροδυναμικά φαινόμενα και στην διαφορά πυκνότητας του αέρα σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Οι καμινάδες αυτές έχουν συνήθως 1, 4 ή 8 ανοίγματα. Ο αέρας διοχετεύεται στο εσωτερικό μέσω ενός ανοίγματος κατεύθυνσης και οδηγείται στο εξωτερικό του κτηρίου φυσικού ελκυσμού αλλά και ανοιγμάτων που δημιουργούν υποπίεση στο εξωτερικό τους. Αυτό συμβαίνει καθώς θα μπορούσαμε να πούμε πως τα ανοίγματα αυτά λειτουργούν σαν αεροτομές στην διεύθυνση του αέρα.



Σχήμα 29 Συνήθης σχεδιασμός κτηρίου στην Περσική/Αραβική Αρχιτεκτονική

Η υβριδική καμινάδα αερισμού αποτελεί τεχνική βασιζόμενη στην εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα, με την λειτουργία μικρού ανεμιστήρα στην κορυφή, στο άνοιγμα της καμινάδας (Σχήμα 4.20). Η καμινάδα αερισμού λειτουργεί αποτελεσματικά και με τον άνεμο, αρκεί να έχει τον κατάλληλο προσανατολισμό (Εικόνα 4.2).



Σχήμα 30 Ενδεικτική μορφή καμινάδας αερισμού

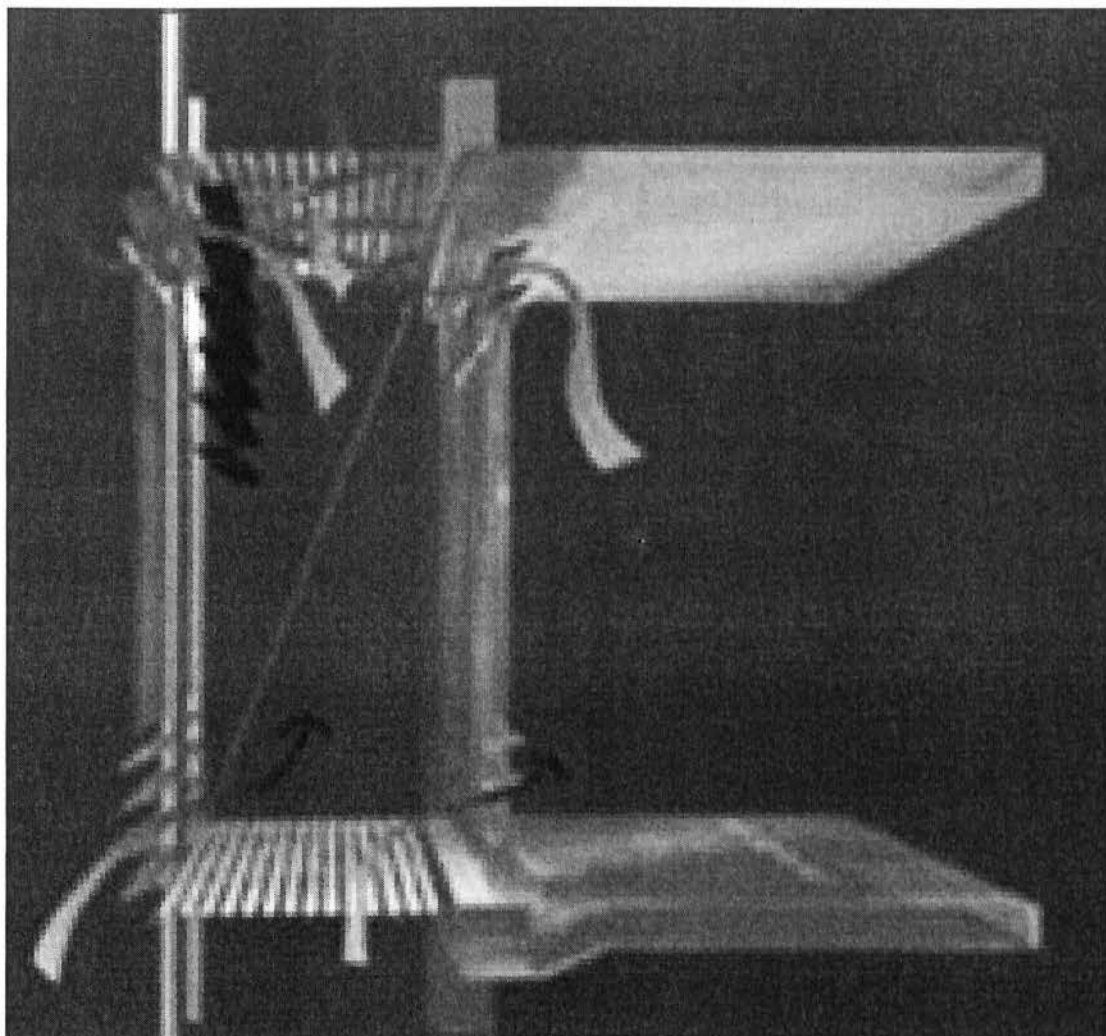


Εικόνα 3 IONICA, Κτίριο Γραφείων στο Cambridge - καμινάδες αερισμού (Αρχιτ: R. H. Partnership, 1994)

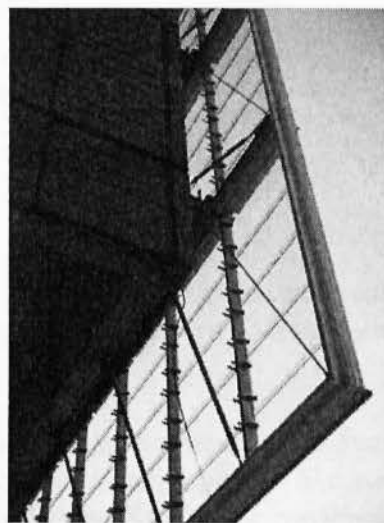
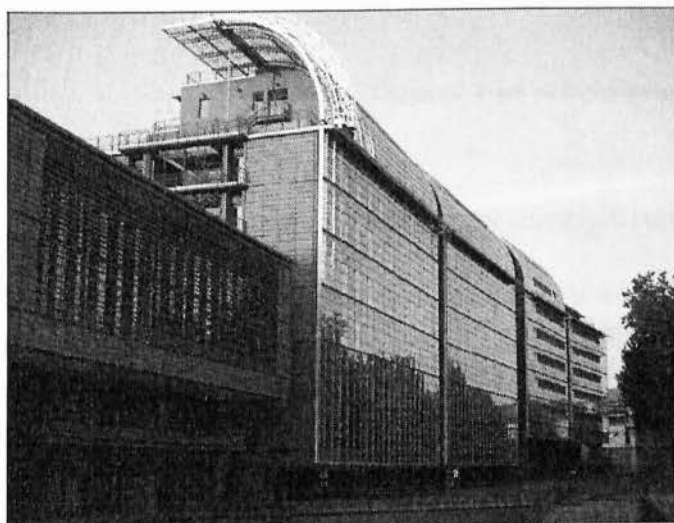
3.2.3 Η διπλή επιδερμίδα

Η διπλή επιδερμίδα (ή διπλό κέλυφος) αποτελεί μια νέα τεχνική, η οποία εφαρμόζεται σε κτήρια κατασκευασμένα από γυαλί. Χρησιμοποιείται είτε για την ανανέωση του εσωτερικού αέρα είτε για την απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικό του κτηρίου (Σχήμα 4.21). Η διπλή επιδερμίδα αποτελείται από δύο γυάλινες επιφάνειες με ενδιάμεσο κενό, στο οποίο κινείται αέρας. Η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi, όπως και η ηλιακή καμινάδα. Για την ενεργειακή απόδοση του συστήματος είναι αναγκαία η ύπαρξη θυρίδων στην βάση του ανοίγματος για την είσοδο φρέσκου αέρα και στην κορυφή του για την απαγωγή του ζεστού αέρα.

Πρέπει, ωστόσο, να τονιστεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την σκίαση του εσωτερικού χώρου, προκειμένου να αποφευχθούν φαινόμενα θάμβωσης ή απευθείας πρόσπτωσης του ήλιου σε επιφάνειες που χρησιμοποιούνται από τους εργαζόμενους (κτήρια γραφείων). Προς τούτο επιβάλλεται η πρόβλεψη σκιάστρων/περσίδων στο κενό, ανάμεσα στις δυο γυάλινες επιφάνειες, σε επαφή με την εσωτερική παρειά του γυαλιού.



Σχήμα 31 Φυσική κυκλοφορία του αέρα –θερμού, δροσερού- στο ενδιάμεσο κενό της διπλής Επιδερμίδας

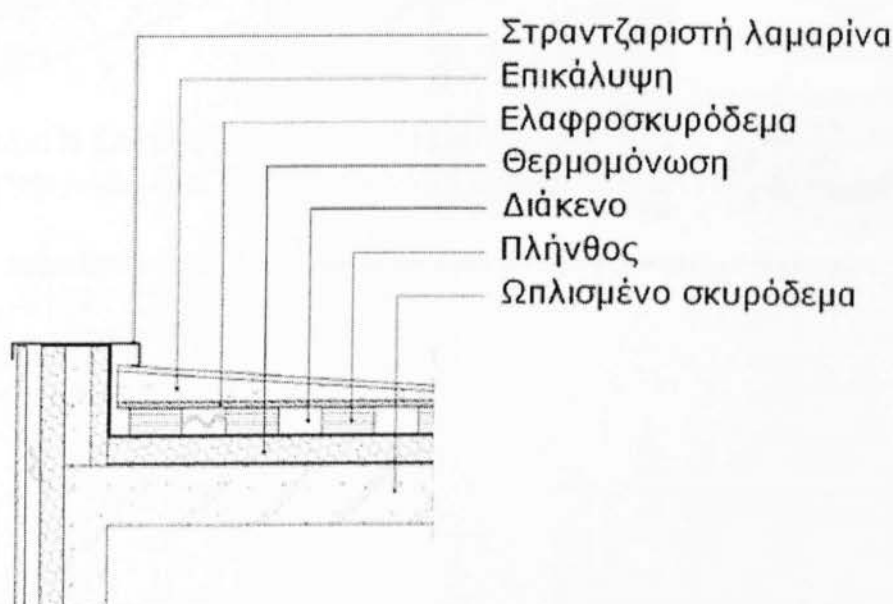


Εικόνα 4 Κτίριο γραφείων με διπλό κέλυφος στη Λυόν και λεπτομέρειά του. Αρχιτέκτονας: Renzo Piano

3.2.4 Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους, είτε στο δώμα είτε στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου με ενδιάμεσο κενό, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί εξωτερικός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συμβάλλει στη μείωση της θερμικής επιβάρυνσης της πλάκας της οροφής ή του τοίχου από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Το αεριζόμενο κέλυφος μπορεί να συνεισφέρει και στην αυξημένη θερμική προστασία του κτηρίου κατά τους χειμερινούς μήνες, γιατί περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον.

Ως προς την κατασκευή του αεριζόμενου δώματος απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση της θερμομόνωσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με την πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος (Σχήμα 4.22). Το κενό, στο οποίο κυκλοφορεί ο αέρας, δημιουργείται επάνω από τη θερμομόνωση και ακολουθούν οι στρώσεις στεγάνωσης.



Σχήμα 32 Τομή σε αεριζόμενο δώμα

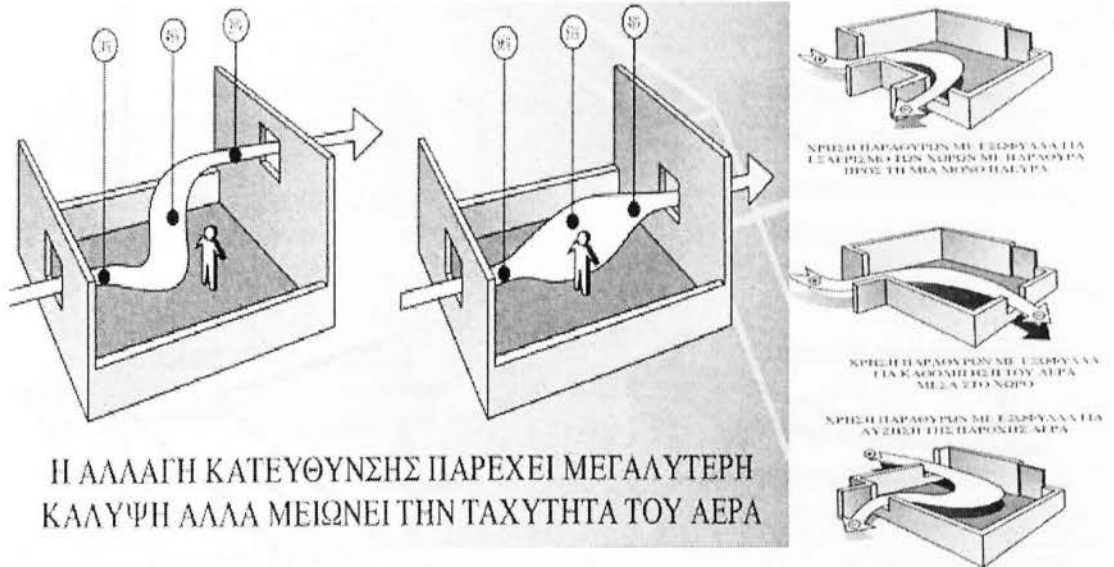
3.3 Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων

Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων του κτηρίου, σε σχέση με την κατεύθυνση του δροσερού ανέμου, αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη διασφάλιση επαρκούς φυσικού αερισμού στον εσωτερικό χώρο.

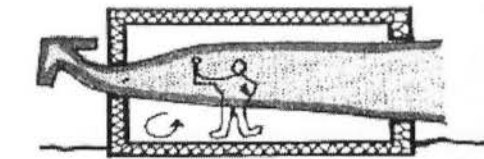
Ως γενική κατεύθυνση ισχύει η τοποθέτηση ανοιγμάτων σε περισσότερους από έναν τοίχους και μάλιστα αντιμέτωπους, έτσι ώστε να δημιουργείται αερισμός σε όλο τον χώρο. Ο τύπος αυτός αερισμού χαρακτηρίζεται ως διαμπερής. Καλύτερες συνθήκες αερισμού επιτυγχάνονται όταν η ροή του αέρα ακολουθεί κίνηση μεταβαλλόμενη μέσα στο χώρο, γιατί έτσι έχουμε πιο ομοιόμορφη διανομή της ταχύτητας του αέρα και φυσικό δροσισμό σε όλους τους χώρους διαβίωσης (Σχήμα 4.23).

Το μέγεθος των ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου πρέπει να είναι περίπου το ίδιο, αρκεί η θέση τους στην τομή του κτηρίου να μη βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο. Δηλαδή,

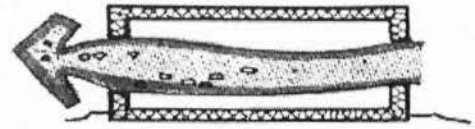
όταν το άνοιγμα εισόδου είναι χαμηλά, το άνοιγμα εξόδου πρέπει να είναι σχετικά ψηλά (Σχήμα 4.24) ή το αντίστροφο, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται δροσιά στο επίπεδο ζωής. Στην περίπτωση αερισμού του κτηρίου μέσω αιθρίου ή μέσω υπερυψωμένου χώρου στο εσωτερικό του, τότε η μορφή του αερισμού χαρακτηρίζεται ως ανοδική (Σχήμα 4.25).



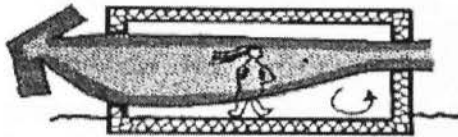
Σχήμα 33 Η διάταξη των ανοιγμάτων και η ροή του αέρα στο εσωτερικό του κτηρίου



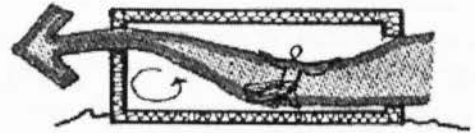
α. μικρό άνοιγμα εξόδου
μεγάλο άνοιγμα εισόδου,
ταχύτητα χαμηλή.



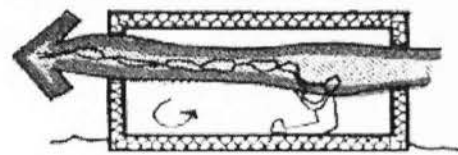
ε. πιθανός στρόβιλος



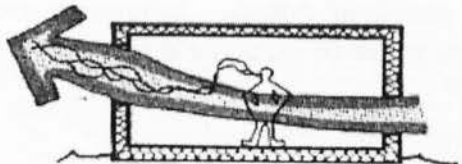
β. μεγάλο άνοιγμα εξόδου
μικρό άνοιγμα εισόδου,
ταχύτητα μεγάλη.



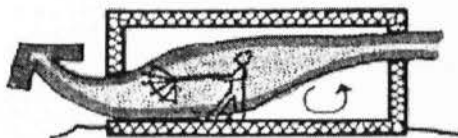
στ. αυξημένη πίεση,
πιθανός στρόβιλος.



γ. ελεύθερη ροή,
χαμηλά ηρεμια.

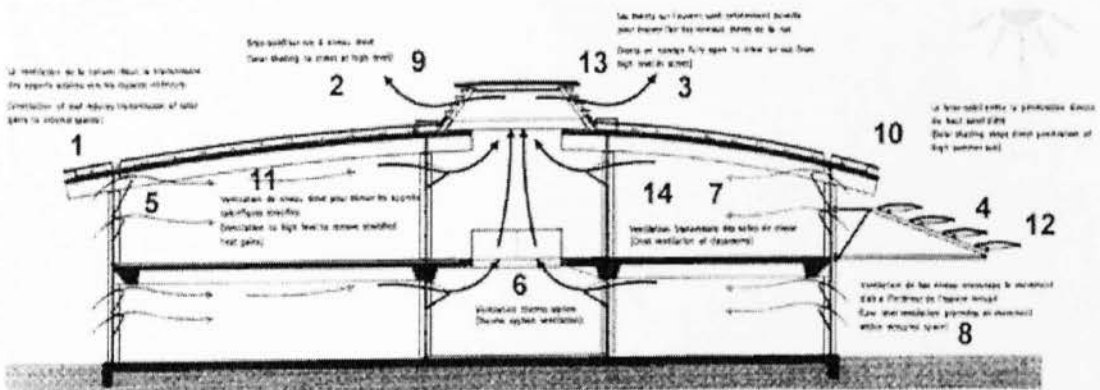


ζ. άριστη ροή.



δ. αυξημένη πίεση στο επίπεδο ζωής.

Σχήμα 34 Διαφορετικές καθ' ύψος θέσεις ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα



Σχήμα 35 Φυσικός αερισμός αιθουσών διδασκαλίας – ανοδική πορεία του ζεστού αέρα Λύκειο στη Lyon, Γαλλία, Αρχιτέκτονες: Sir Norman Foster and Associates

Σε περιοχές με μεγάλη εξωτερική θερμοκρασία, είναι προτιμότερο να αποφεύγεται ο αερισμός του χώρου την ημέρα στο ελάχιστο δυνατό. Αντίθετα, τη νύχτα ο φυσικός αερισμός επιβάλλεται για την ψύξη των στοιχείων της κατασκευής.

3.4 Η χρήση του κτηρίου

Η χρήση του κτηρίου και κατά συνέπεια η δραστηριότητα των ενοίκων καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες σε φυσικό αερισμό. Για παράδειγμα, σε ένα καθιστικό η καλύτερη κατανομή της κίνησης του αέρα, σε όλα τα σημεία του χώρου, είναι στο ύψος των 0,70-1,20 μ., δηλαδή στο επίπεδο ζωής. Για χώρους γραφείων, εφόσον συγκεντρώνονται πολλά άτομα, ο φυσικός αερισμός πρέπει να εξασφαλίζει 3 m³/h/m², σύμφωνα με την TOTEE 20701-1/2010, ενώ το βράδυ ο αερισμός πρέπει να αυξάνεται, έτσι ώστε να δροσίζεται ο χώρος και τα δομικά στοιχεία του, προκειμένου την επόμενη ημέρα να έχουν την δυνατότητα αποθήκευσης της θερμότητας για πολλές ώρες, περιορίζοντας έτσι την χρήση του κλιματισμού.

Συνεπώς, ο μελετητής πρέπει κατά τον σχεδιασμό του κτηρίου γραφείων, ή άλλων δημόσιων κτηρίων, να προβλέπει φεγγίτες στα ανοίγματα –μικρού μεγέθους, οι οποίοι να παραμένουν ανοιχτοί τη νύχτα το καλοκαίρι, υπό τον όρο ότι το κτίριο είναι ασφαλές

4. Περιβάλλον χώρος – Μικροκλίμα

Η χρησιμοποίηση των κατάλληλων υλικών, ιδιαίτερα των ψυχρών υλικών και η χρήση της βλάστησης –δέντρων, θάμνων, φυτών– στη διαμόρφωση των υπαίθριων χώρων καθώς και στις επιφάνειες των κτηρίων (δώματα και εξωτερικές τοιχοποιίες) συμβάλλει αφενός στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης του άμεσου περιβάλλοντος και αφετέρου στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, που συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη των κτηρίων και στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των κατοίκων. Η συμβολή αυτή εξειδικεύεται στα κατωτέρω:

- Στην προστασία των κτηρίων από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα και κατά συνέπεια στον περιορισμό των απωλειών θερμότητας.
- Στον απρόσκοπτο ηλιασμό του υπαίθριου χώρου και των κτηρίων το χειμώνα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση.
- Στη μείωση της θερμοκρασίας του υπαίθριου χώρου το καλοκαίρι, και κατ' επέκταση στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για το δροσισμό των κτηρίων, όπως αναπτύχθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο.
- Στο σκιασμό των κτηρίων το καλοκαίρι.

4.1 Φύτευση

Ο άνεμος και η ηλιακή ακτινοβολία είναι οι δύο σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες που αντιμετωπίζονται με τη διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου, τα φυτά και τον αστικό εξοπλισμό. Η κατάλληλη γεωμετρική τοποθέτηση της βλάστησης και των δομικών στοιχείων στους ανοιχτούς χώρους δημιουργεί συνθήκες σκίασης τη θερινή περίοδο και ηλιασμού τη χειμερινή περίοδο, με παράλληλη διοχέτευση ή χειραγώγηση των ανέμων. Αναλυτική μέθοδος υπολογισμού του ηλιασμού ενός οικοπέδου αναφέρονται στο κεφάλαιο 2. Ειδικότερα, ο σχεδιασμός της φύτευσης με δέντρα ή θάμνους ή χαμηλή βλάστηση στους υπαίθριους χώρους λειτουργεί αποτελεσματικά σε σχέση με τα κτήρια στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- ως ανεμοφράκτης για το χειμώνα, προστατεύοντας τα κτήρια,
- ως στοιχείο ελέγχου της ανεμορροής, κατευθύνοντας το δροσερό άνεμο το καλοκαίρι,
- ως στοιχείο σκιασμού από την ηλιακή ακτινοβολία των ανοικτών χώρων και των κτηρίων,
- ως πηγή δροσισμού το καλοκαίρι, παρέχοντας δροσιά μέσω της εξατμισοδιαπνοής,
- ως ρυθμιστής της θερμικής άνεσης, με τον έλεγχο της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας,
- ως φίλτρο του φυσικού φωτός όλο το χρόνο,
- ως φίλτρο της σκόνης και των μικροσωματιδίων.

Επίσης:

- προστατεύει από τη διάβρωση,
- μειώνει το θόρυβο από τον περιβάλλοντα χώρο,
- βελτιώνει την ποιότητα του αέρα και μειώνει τη μόλυνση της ατμόσφαιρας,
- μειώνει την οπτική όχληση και δημιουργεί ιδιωτικότητα.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην επιλογή της κατάλληλης φύτευσης. Δηλαδή για την προστασία των υπαίθριων χώρων και των κτηρίων από τους ψυχρούς ανέμους το χειμώνα επιλέγονται δέντρα ή φυτά αειθαλή. Αντίθετα, για τη διευκόλυνση του ηλιασμού των υπαίθριων χώρων το χειμώνα επιλέγονται δέντρα και φυτά φυλλοβόλα.

Το είδος του φυτού (θάμνοι, δένδρα, αναρριχόμενα, κλπ), το μέγεθος και το σχήμα του φυτού, όταν αυτό είναι πλήρως αναπτυγμένο, η αναλογία μεταξύ κορμού και κόμης, η 76 πυκνότητα του φυλλώματος, η ταχύτητα της ανάπτυξης, η δυνατότητα διατήρησης ή όχι του φυλλώματος όλες τις εποχές (αειθαλή, φυλλοβόλα), ο χρόνος έναρξης ανάπτυξης του φυλλώματος, είναι μερικοί από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σε σχέση και με τον κύριο σκοπό της φύτευσης, για την επιλογή των πλέον κατάλληλων φυτικών ειδών. Η ποιότητα του εδάφους και οι ιδιαίτερες απαιτήσεις για την ανάπτυξη και διατήρηση της φύτευσης (ανάγκες σε νερό, ευκολία συντήρησης κοκ) πρέπει επίσης να αξιολογούνται. Πάντως τα τοπικά φυτικά είδη που ευδοκούν στην περιοχή θα πρέπει να είναι η βάση για την οποιαδήποτε επιλογή.

4.1.1 Έλεγχος της ανεμορροής

Ο σχεδιασμός για τον έλεγχο του ανέμου σε όλη τη διάρκεια του έτους είναι πολύπλοκος, εφόσον εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για τη χειραγώγηση των ψυχρών ανέμων ή για τη διευκόλυνση της θερινής αύρας.

Κατάλληλη διάταξη της βλάστησης:

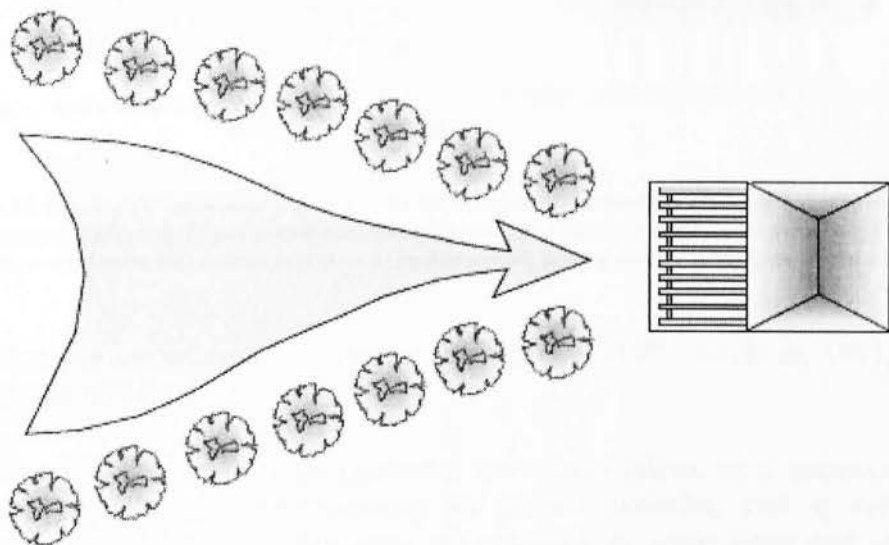
- τροποποιεί την πορεία του ανέμου
- αλλάζει τη ροή του ανέμου,
- ρυθμίζει την ταχύτητα και την ένταση του ανέμου.

Τα φυτά συνεισφέρουν στη μείωση των θερμικών απωλειών των κτηρίων, γιατί μπορούν να εκτρέψουν τον ψυχρό άνεμο ή να μειώσουν την ταχύτητά του. Συνήθως οι θερμικές απώλειες αερισμού που προκαλούνται από τη διαφυγή από τους αρμούς είναι υπεύθυνες για το 1/3 από τις συνολικές θερμικές απώλειες των κτηρίων. Σε ημέρες με έντονο άνεμο και για κτήρια που βρίσκονται στην ύπαιθρο, οι απώλειες αερισμού μπορεί να φτάσουν και το 50% των συνολικών θερμικών απωλειών (Lechner, 1991). Μικρή μείωση στην ταχύτητα του ανέμου που προσπίπτει στο κτίριο, συμβάλλει σε μεγάλη μείωση των θερμικών απωλειών αερισμού, επειδή οι απώλειες αερισμού είναι ευθέως ανάλογες με το τετράγωνο της ταχύτητας του ανέμου.

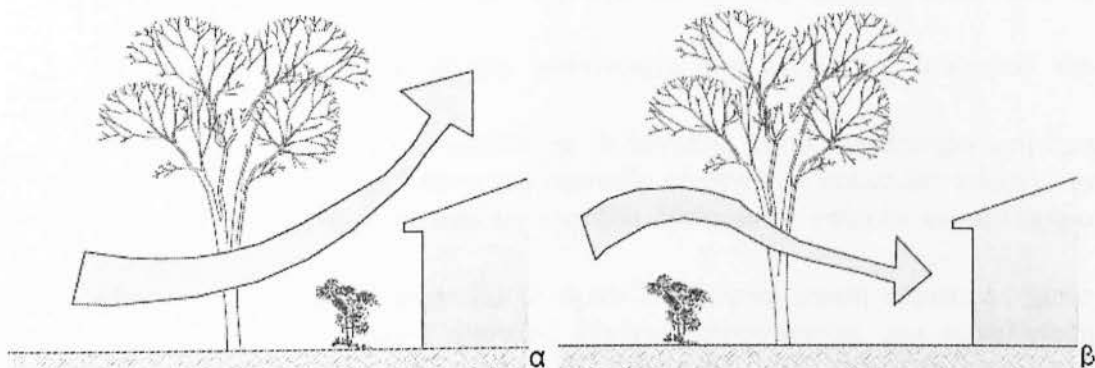
Επίσης, ο ρόλος των φυτών στη μείωση της υπερθέρμανσης το καλοκαίρι είναι σημαντικός. Βοηθούν στην αλλαγή της κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητάς του, συμβάλλοντας στο φυσικό δροσισμό και στη θερμική άνεση του εσωτερικού χώρου.

Συστάδες δέντρων, δημιουργώντας ένα χωνί, κατευθύνουν τον άνεμο στο κτίριο, ή εάν τοποθετηθούν κάθετα στην όψη βοηθούν ώστε να μη διασκορπιστεί ο αέρας, αλλά ένα τμήμα του να φτάσει ως το κτίριο (Σχήματα 5.1 και 5.2). Συνεπώς είναι απαραίτητη η γνώση της κατεύθυνσης και της έντασης των τοπικών ανέμων στη διάρκεια του έτους. Αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης το χειμώνα.

Δέντρα με υψηλό κορμό και κόμη που προτείνονται για το σκιασμό της νότιας όψης, δεν εμποδίζουν αντίστοιχα τον καλοκαιρινό αερισμό



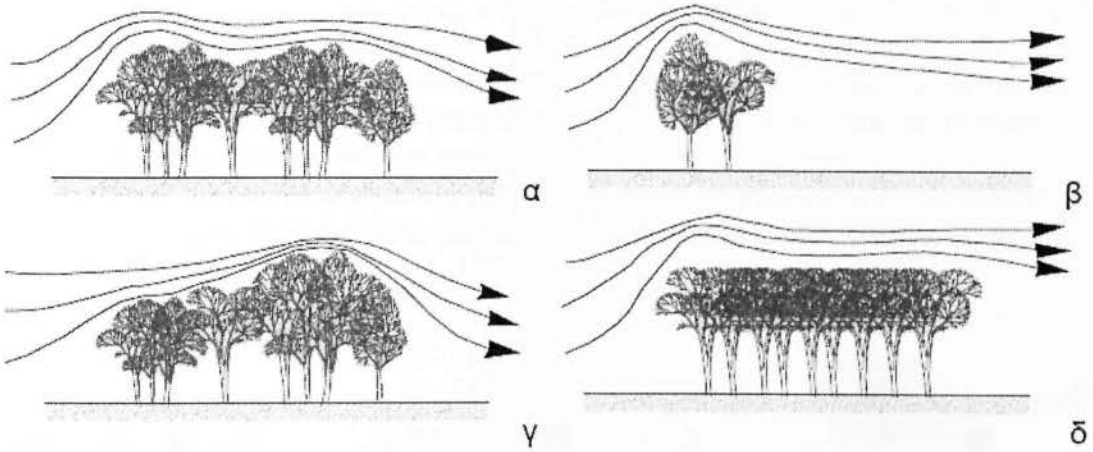
Σχήμα 36 Διοχέτευση θερινών ανέμων στο κτίριο, με τη βοήθεια σχηματισμού φυλλοβόλων δέντρων



Σχήμα 37 (α) ελαχιστοποίηση της επίδρασης του χειμερινού ανέμου (β) βελτιστοποίηση της επιρροής του καλοκαιρινού αερισμού-δροσισμού

Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης εξαρτάται από το σχήμα, την πυκνότητα, τη δομή, το ύψος και άλλα χαρακτηριστικά των φυτών, καθώς και από την απόσταση της φύτευσης από το κτίριο ή από τον προς χρήση υπαίθριο χώρο (Σχήμα 5.3). Ως “βέλτιστη πυκνότητα”, θεωρείται η αναλογία των φύλλων, κλαδιών, κορμού κλπ να είναι 50-60% στο σύνολο της συστάδας των φυτών. Επίσης ο συνδυασμός φυτών ή φυτών και σταθερών στοιχείων διαμόρφωσης των υπαίθριων χώρων επηρεάζει τη

μορφή της ανεμορροής. Ένας εμπειρικός κανόνας αναφέρει ότι «τα δέντρα πρέπει να φυτεύονται σε απόσταση από τα κτήρια ίση με το ύψος τους» (Brown et al, 1995).



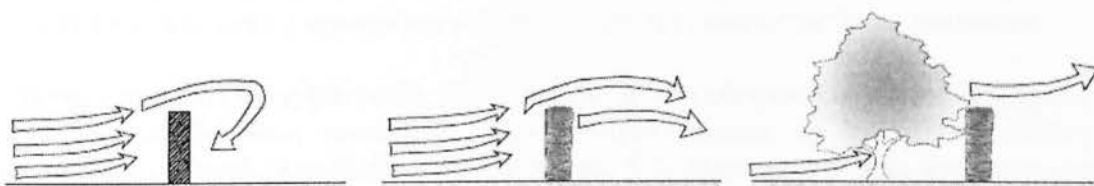
Σχήμα 38 Δημιουργία υπήνεμων περιοχών: (α) επιμήκης δασική συστάδα δέντρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή (β) μια μικρή συστάδα δέντρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή (γ, δ) μια συστάδα με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δέντρων με επίπεδη κόμη

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα ερευνών (Brown et al, 1995, Lechner, 1991, Boutet, 1987, Givoni, 1994):

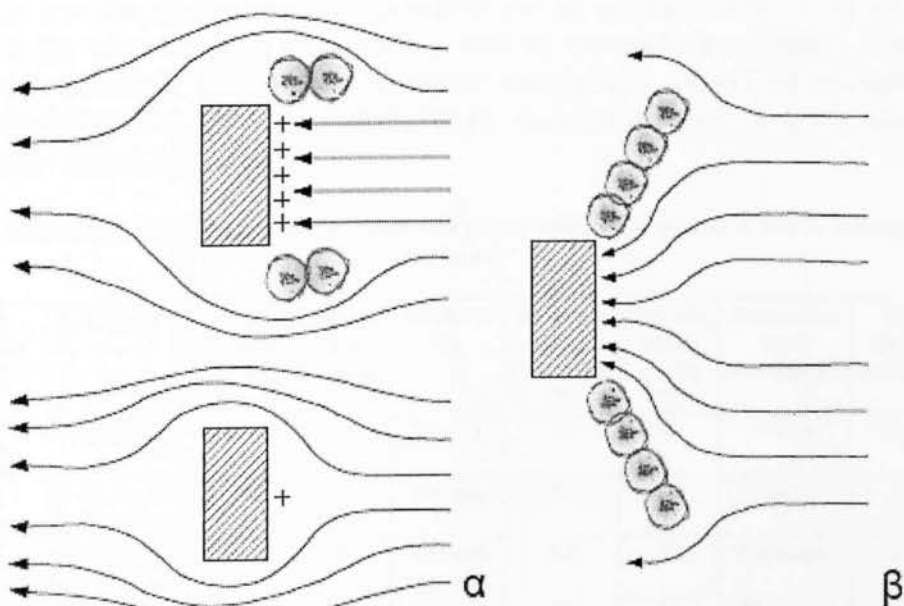
- Η πυκνή βλάστηση, όταν βρίσκεται κοντά στο κτίριο, είναι αποτελεσματική για τη δημιουργία ανεμοφράκτη σε μικρά οικοπέδα, ενώ η ενδιάμεση πυκνότητας φύτευση ενδείκνυται για μεγαλύτερες αποστάσεις από το κτίριο, όσο 4 φορές το ύψος της φύτευσης, ή και μεγαλύτερη.
- Οι θάμνοι εμποδίζουν τον αέρα κοντά στο έδαφος, ενώ μεμονωμένα δέντρα με ψηλή κόμη βελτιώνουν τον αερισμό κοντά στο έδαφος, κάτω από το φύλλωμα
- Οι φράκτες από πυκνά δέντρα ανακόπτουν τον άνεμο και μειώνουν την ταχύτητα.
- Όσο υψηλότερη είναι η συστάδα της βλάστησης, τόσο μεγαλύτερη υπήνεμη περιοχή δημιουργείται. Επίσης μια συστάδα δέντρων με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από τη συστάδα δέντρων με επίπεδη κόμη (Σχήμα 5.3 γ, δ).
- Μια επιμήκης δασική συστάδα δέντρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή, ενώ μια μικρή συστάδα δέντρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή (Σχήμα 5.3, α, β).
- Για τη βέλτιστη δημιουργία υπήνεμης περιοχής θα πρέπει το μήκος του ανεμοφράκτη να είναι τουλάχιστον 10 φορές το ύψος του.
- Η πυκνότητα της φύτευσης προσδιορίζει το μέγεθος της υπήνεμης περιοχής και τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου.
- Μια ανομοιογενής συστάδα δέντρων (αποτελούμενη από διάφορα είδη) είναι πλέον αποτελεσματική για τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, από μια ομοιομορφη συστάδα δέντρων.
- Οι συμπαγείς φράκτες προκαλούν στροβιλισμούς, ενώ οι διάτρητοι αυξάνουν τη ζώνη ηρεμίας. Οι πορώδεις φράκτες (δέντρα και θάμνοι) δημιουργούν μια

ευρύτερη ζώνη ηρεμίας και περιορίζουν τους στροβιλισμούς στο ελάχιστο, επειδή επιτρέπουν τη διέλευση ενός μέρους του αέρα (Σχήμα 5.4).

- Οι φράκτες με ξυλώδεις θάμνους λειτουργούν με διπλό τρόπο. Ο αέρας που περνά πάνω από το φύλλωμα επιταχύνεται, ενώ η ποσότητα του αέρα που περνά μέσα από το φύλλωμα, φιλτράρεται και επιβραδύνεται. Στο επίπεδο του κορμού, ο αέρας απλώς διαπερνά το φράκτη της φύτευσης. Την ίδια συμπεριφορά με τους ξυλώδεις θάμνους εμφανίζουν και τα δέντρα, μόνον που το ύψος τους διαφέρει. Η χαμηλή φύτευση εμφανίζει τη μικρότερη αντίσταση στον άνεμο και συμβάλλει στον καλό αερισμό.
- Οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από την άποψη του περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι στοιχεία των οποίων το πορώδες τμήμα κυμαίνεται από 25-60%.



Σχήμα 39 Οι συμπαγείς φράκτες δημιουργούν στροβιλισμούς, ενώ συνδυασμός δέντρων και θάμνων αυξάνει την ηρεμία



Σχήμα 40 Τα δέντρα (α) εκτρέπουν τον αέρα και (β) τον διευθύνουν προς το κτίριο

4.2 Προστασία από την ηλιακή ακτινοβολία

Ο σκιασμός τόσο του υπαίθριου χώρου όσο και των κτηρίων με τη φύτευση είναι πολύ αποτελεσματικός. Ακόμη και δέντρα χωρίς φύλλωμα, εμποδίζουν κατά 40-80% τη διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιλογή της φύτευσης, με υψηλό ή χαμηλό πράσινο, καθορίζεται από την επιθυμητή ηλιοπροστασία των κτηρίων και των υπαίθριων χώρων.

Το είδος του φυτού, και ιδιαίτερα το σχήμα της κόμης (π.χ. στρογγυλό, πυραμιδοειδές κοκ) ρυθμίζουν το ποσοστό του σκιασμού. Όταν επιζητείται ηλιασμός το χειμώνα και σκιασμός το καλοκαίρι, τα φυλλοβόλα φυτά είναι τα πλέον κατάλληλα. Για παράδειγμα, ένα μεγάλο φυλλοβόλο δέντρο που σκιάζει το νότιο τοίχο τη θερινή περίοδο συνεισφέρει στο δροσισμό του κτηρίου το καλοκαίρι, χωρίς να επηρεάζει σημαντικά τον ηλιασμό του το χειμώνα (Σχήμα 5.6). Επίσης τα ψηλά δέντρα με ψηλή πυκνή κόμη (αιθαλή ή φυλλοβόλα), φυτεμένα κοντά στη νότια όψη προστατεύουν το κτίριο από το θερινό ήλιο, ενώ δεν εμποδίζουν το χαμηλό χειμερινό ήλιο. Συγχρόνως δεν εμποδίζουν τον καλοκαιρινό αερισμό. Αν τα δέντρα είναι χαμηλά (με κόμη στο ύψος των νότιων ανοιγμάτων) θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι φυλλοβόλα.

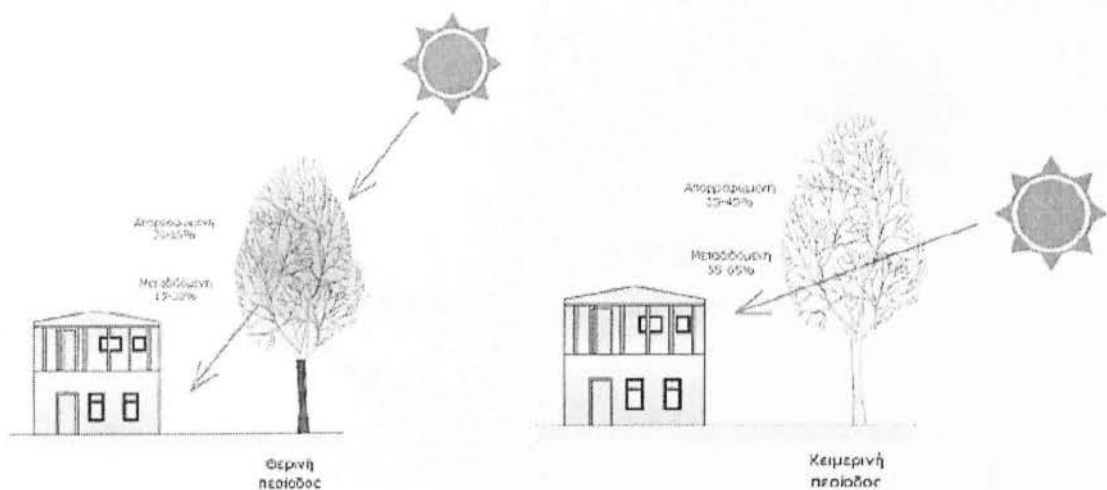
Στην ανατολική και δυτική όψη προτείνονται φυλλοβόλα ή αιθαλή δέντρα μικρού ύψους και μικρής πυκνότητας, φυτεμένα κοντά στο κτίριο. Φιλτράρουν τον ήλιο το χειμώνα και συγχρόνως προσφέρουν ολοκληρωμένη ηλιοπροστασία το καλοκαίρι.

Επίσης η απόσταση της φύτευσης από το κτίριο είναι καθοριστικής σημασίας (Σχήμα 5.7). Για τη βέλτιστη τοποθέτηση των δέντρων πρέπει να προηγηθεί μελέτη ηλιασμού-σκιασμού (Κεφάλαιο 2). Στον πίνακα 5.1. δίνονται στοιχεία που αφορούν στο σκιασμό που παρέχουν ορισμένα δέντρα του ελληνικού χώρου.

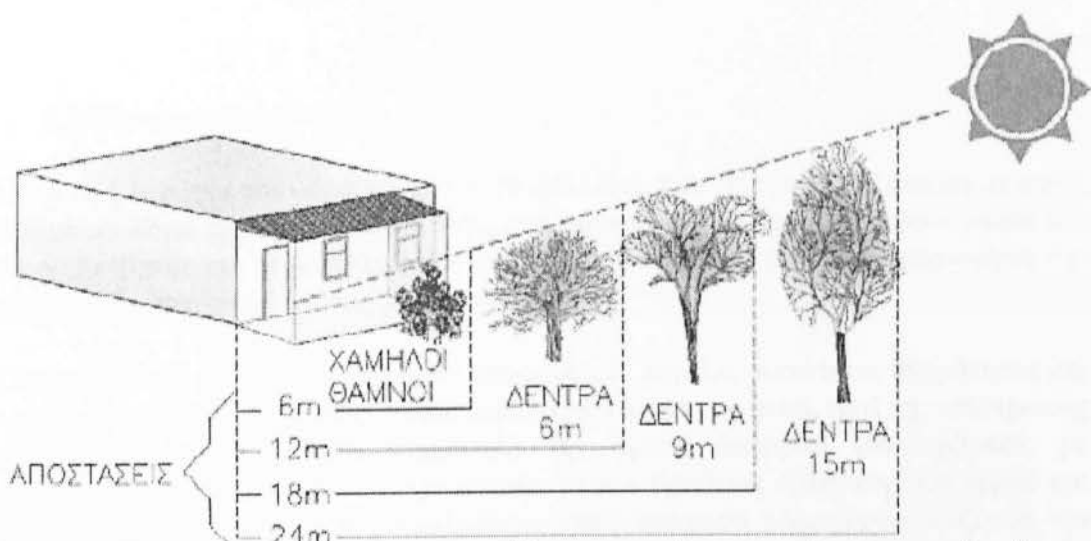
Ο σκιασμός των συμπαγών τμημάτων του κελύφους των κτηρίων επιτυγχάνεται επίσης με την εφαρμογή φυτεμένων δωμάτων και τη χρησιμοποίηση αναρριχώμενων φυτών ή με υδροπονικούς φυτεμένους τοίχους (κατακόρυφοι κήποι). Επιπλέον, οριζόντιες προεξοχές για τη σκίαση νοτίων ανοιγμάτων μπορεί να καλυφθούν με φυτά, αποτρέποντας έτσι την αποθήκευση θερμότητας στα δομικά υλικά της προεξοχής (Σχήμα 5.8).

Πίνακας 1 Ποσοστό σκιασμού δέντρων του ελληνικού χώρου ανάλογα με το σχήμα, και τα χαρακτηριστικά της κόμης

Λατινική ονομασία δέντρου	Σχήμα	Ύψος περιόδου ωρίμανσης (m)	Διάμετρος κώμης (m)	Ανάπτυξη	Χειμερινός σκιασμός (%)	Θερινός σκιασμός (%)	Φθινοπωρινή φυλλορροή	Εαρινή ανάπτυξη φυλλώματος
Acer platanoides	Στρογγυλό	15	12	Μέτρια	37	69	Μέση	Πρόωρη
Quercus palustris	Πυραμιδοειδές	23	12	Μέτρια	53	55	Όψιμη	Όψιμη
Robinia pseudoacacia	Επίμηκες	21	9	Μέτρια/ γρήγορη	60	62	Πρόωρη	Όψιμη
Tilia cordata	Στρογγυλεμένη πυραμίδα	21	12	Μέτρια/ αργή	43	83	Πρόωρη	Όψιμη



Σχήμα 41 Σκίαση νότιας όψης κτηρίου από φυλλοβόλο δέντρο τη θερινή περίοδο, χωρίς να παρεμποδίζεται σημαντικά ο ηλιασμός του τη χειμερινή περίοδο



Σχήμα 42 Προτεινόμενα ύψη φύτευσης, αναλόγως με την απόσταση, για νότιο προσανατολισμό



Σχήμα 43 Οριζόντιο σκίαστρο με πέργκολα με φυτά

4.3 Εξατμισοδιαπνοή

Η σχετική υγρασία του αέρα κάτω από το φύλλωμα των δέντρων ή σε επαφή με αυτά αυξάνεται λόγω της εξατμισοδιαπνοής, ενώ συγχρόνως μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα. Σε ζεστά και ξηρά κλίματα η αύξηση της υγρασίας βελτιώνει περαιτέρω την αίσθηση της θερμικής άνεσης το καλοκαίρι.

Γενικά τα φυτά με το παχύ φύλλωμα απορροφούν μεγάλες ποσότητες θερμότητας και ο αέρας γίνεται πιο δροσερός. Παράλληλα η επικάλυψη με φυτά, αντί της επίστρωσης με σκληρά υλικά, μειώνει σημαντικά την άμεση απορροή των ομβρίων, με αποτέλεσμα τη βελτίωση του μικροκλίματος λόγω βραδείας εξάτμισης του νερού και συγχρόνως συνεισφέρει στον εμπλουτισμό του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και στην αποφόρτιση του δικτύου ομβρίων.

Ενδείκνυται επιλογή τοπικών φυτών, προσαρμοσμένων στο μικροκλίμα της περιοχής, για αποφυγή αλόγιστων ποσοτήτων νερού για άρδευση.

4.4 Υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων

Το είδος των υλικών επίστρωσης των επιφανειών του υπαίθριου χώρου επηρεάζει καθοριστικά τόσο το θερμικό όσο και το οπτικό περιβάλλον. Υλικά με ανοιχτά χρώματα ή/και ανακλαστικές επιφάνειες αποτρέπουν την υπερθέρμανση τη θερινή περίοδο, αλλά παράλληλα μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση και ανάκλαση της θερμότητας προς τους χρήστες του χώρου και τις επιφάνειες των γύρω κτηρίων. Αντιθέτως, υλικά με σκουρόχρωμες επιφάνειες υπερθερμαίνονται, όταν εκτίθενται στην ηλιακή ακτινοβολία.

Η επικάλυψη των επιφανειών του υπαίθριου χώρου με βλάστηση παρεμποδίζει τις ανακλάσεις, ενώ ταυτόχρονα συνεισφέρει στο δροσισμό του αέρα μέσω της

εξατμισοδιαπνοής του φυλλώματος. Έρευνες σχετικά με την αναπτυσσόμενη επιφανειακή

θερμοκρασία υπαιθρίων χώρων σε αστικές περιοχές στην Αθήνα τη θερινή περίοδο αναφέρουν διαφορά στην επιφανειακή θερμοκρασία των επικαλύψεων με γρασίδι και άσφαλτο έως και $35,7^{\circ}\text{C}$ ενώ για γρασίδι και πλάκες πεζοδρομίου έως και $27,6^{\circ}\text{C}$ (Alexandri, 2001 και Χατζηδημητρίου et al, 2008) (Σχήμα 5.9). Όταν η επιφάνεια που καλύπτεται με πράσινο είναι σημαντικού μεγέθους, τότε παρατηρούνται διαφορές της θερμοκρασίας του αέρα, έως και 8°C ανάμεσα σε φυτεμένες περιοχές και περιοχές με συμπαγή δομικά υλικά (Givoni, 1994).

Επιφάνειες νερού, όπως λεπτά στρώματα τρεχούμενου νερού, καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια, συνεισφέρουν επίσης στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και κατά συνέπεια στο δροσισμό του χώρου.

Επιφανειακές

θερμοκρασίες: $28,3^{\circ}\text{C}$ $64,0^{\circ}\text{C}$

Γρασίδι Άσφαλτος



Σχήμα 44 Μετρήσεις επιφανειακών θερμοκρασιών σε φυτεμένη επιφάνεια με γρασίδι και σε άσφαλτο κατά τη διάρκεια της ημέρας το καλοκαίρι, στο κέντρο της Αθήνας

Στον πίνακα 5.2. καταγράφονται η ανακλαστικότητα και η εκπεμπιμότητα των πιο συνήθων οικοδομικών υλικών που χρησιμοποιούνται ως επιστρώσεις υπαίθριων χώρων.

Πίνακας 2 Ιδιότητες υλικών που χρησιμοποιούνται σε δαπεδοστρώσεις. Οι τιμές με (*) προέρχονται από επιτόπιες μετρήσεις σε υπαίθριους χώρους στη Θεσσαλονίκη (Χατζηδημητρίου et al, 2008).

Υλικό δαπέδου	Ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία	Συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας
Άσφαλτος	0,05-0,26 (*)	0,95
Σχιστόπλακες	0,08-0,10	0,90
Κυβόλιθοι γρανίτη γκρι	0,27 (*)	
Μάρμαρο λευκό	0,53 (*)	
Πλάκες τσιμέντου γκρι	0,34 (*)	
Γαρμπιλωμωσαϊκό γκρι	0,38 (*)	
Γαρμπιλωμωσαϊκό (βοτσαλωτό) -με τεχνολογία ψυχρών υλικών	0,87-0,90	0,82-0,84
Προϊόντα τσιμέντου (κυβόλιθοι)- με τεχνολογία ψυχρών υλικών	0,10-0,35	0,90
Προϊόντα ξύλου-σανίδες	0,30-0,40	0,95
Κεραμικά πλακίδια, κόκκινα	0,21(*)	
Γρασίδι και βλάστηση	0,15-0,30	0,67-0,69
Χώμα –άμμος (στεγνό)	0,25-0,30	0,90
Νερό	0,10-0,47	0,96

Επίσης, αντί για επιστροφή με ενιαίες επιφάνειες, καλό είναι να προτιμούνται πλάκες που επιτρέπουν τη διείσδυση του νερού και την ανάπτυξη βλάστησης στους αρμούς ή τουλάχιστον να χρησιμοποιείται υδατοπερατή στρώση αδρανών (Βλαστός & Μπιρμπίλη, 2001). Είναι πολύ θετικό, τόσο από θερμικής πλευράς, όσο κι από πλευράς εμπλουτισμού του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα και παράλληλης αποφόρτισης του δικτύου ομβρίων. Η χρήση συμπυκνωμένου χώματος, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε με σταθεροποιητές αδρανών (κατά προτίμηση φυσικής προέλευσης) ή κεραμικών δαπέδων τύπου «κουρασάνι», εκτός από αυξημένη ανακλαστικότητα σε σχέση με τις ασφαλικές επικαλύψεις έχουν επίσης και αυξημένη υδατοπερατότητα, μειώνοντας την αστική θερμοκρασία όπου εφαρμόζονται (πεζόδρομοι, ποδηλατόδρομοι, αθλητικές εγκαταστάσεις, κηπευτικές επιφάνειες κοκ). Σε μονοπάτια, θέσεις στάθμευσης κ.ο.κ. καλό είναι να τοποθετούνται διάτρητα υλικά (διάτρητες τσιμεντόπλακες, κυβόλιθοι με οπές κοκ). Με αυτό τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης της τοπικής χαμηλής χλωρίδας στο χώμα μεταξύ των οπών καθώς και η απορρόφηση του νερού.

4.4.1 Ψυχρά υλικά

Η χρήση ψυχρών υλικών στον περιβάλλοντα χώρο και στις εξωτερικές επιφάνειες των κτηρίων είναι επίσης πολύ σημαντική για τη μείωση των αυξημένων θερμοκρασιών που παρατηρούνται στο δομημένο περιβάλλον.

Με τον όρο «ψυχρά υλικά» νοούνται υλικά που δεν απορροφούν μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας και δεν αποθηκεύουν στη μάζα τους μεγάλα ποσά θερμότητας. Πρόκειται δηλαδή για υλικά με υψηλό συντελεστή εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας (εκπέμπουν με ταχύ ρυθμό τα ποσά της θερμότητας που έχουν απορροφήσει), χωρίς να χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερα υψηλή ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, οπότε και δεν προκαλούν έντονα προβλήματα θάμβωσης. Αναλόγως με το πού τοποθετείται το ψυχρό υλικό, έχουν θεσπισθεί όρια ως προς την ανακλαστικότητα και το συντελεστή εκπομπής του. Σύμφωνα με την υπάρχουσα

ΠΕΤΕΠ, προτείνεται η ανακλαστικότητα τους για την εφαρμογή τους σε επίπεδο δρόμου να είναι τουλάχιστον 0,60 για έγχρωμα επιφανειακά υλικά και τουλάχιστον 0,75 για υλικά λευκού χρώματος (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2010).

Τα ψυχρά υλικά εφαρμόζονται είτε σε επιφάνειες κτηρίων (επικαλύψεις, επιχρίσματα) είτε στις υπόλοιπες επιφάνειες του δομημένου περιβάλλοντος (πεζοδρόμια, δρόμοι, πλατείες, χώροι στάθμευσης κοκ). Λόγω του γεγονότος ότι αποθηκεύουν μικρά ποσά θερμότητας, με την εφαρμογή τους εξασφαλίζονται χαμηλότερες επιφανειακές θερμοκρασίες στο δομημένο χώρο, σε σχέση με άλλα υλικά επίστρωσης. Οι επιφανειακές θερμοκρασίες των ψυχρών υλικών συνήθως δεν ξεπερνούν τους 50οC, ενώ για συνήθη δομικά υλικά οι επιφανειακές θερμοκρασίες τη θερινή περίοδο μπορεί σε ορισμένες περιπτώσεις (π.χ. επίστρωση δωματίων με μαύρου χρώματος στεγανοποιητικά φύλλα) να φτάσουν και τους 90οC.

Ένα από τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα ψυχρά επιφανειακά υλικά είναι το γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η ανακλαστικότητά τους (γήρανση του υλικού, επικάλυψη σκόνης κοκ). Αναλόγως με τη φύση του υλικού, τη χρήση και τη συντήρησή του, η μείωση αυτή μπορεί να κυμαίνεται από 0% έως 30%.

Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής ψυχρών υλικών τόσο σε κατακόρυφες όσο και σε οριζόντιες επιφάνειες πρέπει να δίνεται προσοχή στην οπτική και θερμική όχληση που μπορεί να προκαλέσουν στα γύρω κτήρια και τον περιβάλλοντα χώρο τους. Συνδυασμός ψυχρών υλικών με κατάλληλους όγκους φύτευσης για σκίαση και εξατμισοδιαπνοή λειτουργούν πολύ θετικά στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος τη θερινή περίοδο.

5. Θερμική άνεση

Ο ολοκληρωμένος σχεδιασμός ενός κτιρίου θα πρέπει να έχει ως στόχο τη βελτιστοποίηση των περιβαλλοντολογικών παραμέτρων στο εσωτερικό του. Οι παράμετροι που θα μας απασχολήσουν σε αυτή την εισήγηση οριοθετούν τη θερμική άνεση στο εσωτερικό του κτιρίου. Σύμφωνα με την Αμερικανική Επιστημονική Εταιρία Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού (ASHRAE, American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning), ως θερμική άνεση ορίζεται η κατάσταση του μυαλού κατά την οποία ένα άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή του εσωτερικού περιβάλλοντος και εκφράζει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες.

Όπως είναι προφανές η κατάσταση στην οποία ένα άτομο αισθάνεται θερμικά άνετα έχει υποκειμενικό χαρακτήρα. Έτσι στον ίδιο χώρο είναι δυνατόν κάποιο άτομο να εκφράζει την ικανοποίησή του για τις θερμικές συνθήκες, ενώ κάποιο άλλο άτομο τη δυσαρέσκειά του. Η λέξη άνεση εμπεριέχει ένα μεγάλο αριθμό παραγόντων που την ορίζουν κάθε φορά για κάθε άτομο. Πέρα από τους παράγοντες που συνδέονται με την κοινωνική και ψυχολογική κατάσταση του ατόμου, προκειμένου να αξιολογηθεί επιστημονικά η θερμική άνεση και επομένως να αποκτήσει και αντικειμενικό χαρακτήρα, ορίστηκαν οι φυσικές παράμετροι οι οποίες και την επηρεάζουν (Πίνακας 3).

1. Φυσικές παράμετροι
<ul style="list-style-type: none"> ○ Θερμοκρασία του αέρα [$^{\circ}\text{C}$] ○ Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών [$^{\circ}\text{C}$] ○ Η υγρασία και η σχετική υγρασία του αέρα [Pa] ○ Η ταχύτητα του εσωτερικού αέρα [m/s] ○ Χωροταξική κατανομή των παραπάνω μεγεθών
2. Βιολογικές παράμετροι
<ul style="list-style-type: none"> ○ Το φύλλο των χρηστών του χώρου ○ Η ηλικία των χρηστών του χώρου ○ Οι συνήθειες των χρηστών του χώρου
3. Εξωτερικές παράμετροι.
<ul style="list-style-type: none"> ○ Το είδος των δραστηριοτήτων των χρηστών του χώρου [met] ($1 \text{ met} = 58,15 \text{ W/m}^2$) ○ Ο τύπος του ρουχισμού των χρηστών του χώρου [clo] ($1 \text{ clo} = 0,155 \text{ m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C/W}$)

Πίνακας 3 Παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμική άνεση.

Όλες οι παραπάνω παράμετροι, και κυρίως οι φυσικές, επηρεάζουν τη ροή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας από τον άνθρωπο προς το περιβάλλον. Ο άνθρωπος διαθέτει μηχανισμούς οι οποίοι ως στόχο έχουν να διατηρούν τη θερμική κατάσταση του σώματος σταθερή και να την προσαρμόζουν στις συνθήκες του περιβάλλοντος. Εξισορροπώντας τα θερμικά κέρδη και τις απώλειες θερμότητας (αυξομείωση των καύσεων, εφίδρωση), το σώμα μας καθορίζει την αναφερθείσα ροή θερμότητας.

5.1 Η φυσιολογία της θερμικής άνεσης

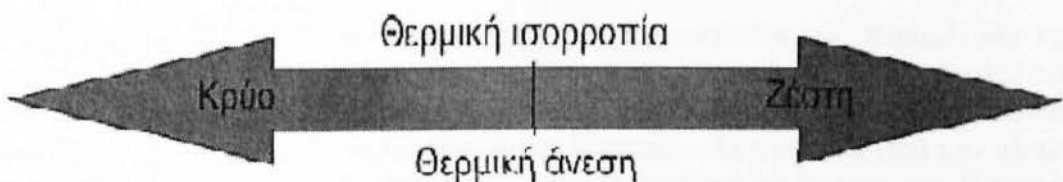
Το ανθρώπινο σώμα διαθέτει ένα αποτελεσματικό σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας, η οποία διατηρείται περίπου στους $37 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Όταν η θερμοκρασία του

σώματος αρχίσει να αυξάνεται, είτε λόγω κλιματολογικών συνθηκών είτε λόγω έντονης δραστηριότητας, δύο μηχανισμοί ενεργοποιούνται για την ελάττωσή της. Πρώτον, τα αιμοφόρα αγγεία διαστέλλονται, αυξάνοντας τη ροή του αίματος στο δέρμα, ώστε να αυξηθούν οι απώλειες μέσω αγωγής και ακτινοβολίας και δευτερευόντως αρχίζει η λειτουργία της εφίδρωσης. Η εφίδρωση και το αποτέλεσμα της, η ψύξη μέσω εξάτμισης, είναι ο βασικός μηχανισμός ψύξης του δέρματος. Αύξηση ενός βαθμού στη θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος, μπορεί να ενεργοποιήσει το μηχανισμό της εφίδρωσης που τετραπλασιάζει τη μετάδοση θερμότητας από το ανθρώπινο σώμα προς το περιβάλλον.

Όταν η θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος αρχίσει να μειώνεται, τα αιμοφόρα αγγεία συστέλλονται, μειώνοντας τη ροή του αίματος στο δέρμα, ώστε να μειωθεί η απώλεια θερμότητας μέσω αγωγής και ακτινοβολίας. Στη συνέχεια, η θερμοκρασία του πυρήνα του σώματος αυξάνεται με την αύξηση των εσωτερικών καύσεων, την ενεργοποίηση των μυών και την εμφάνιση ρίγους. Η κίνηση αυτή των μυών αυξάνει τις καύσεις, άρα και την παραγόμενη από το σώμα θερμότητα.

Το σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας του σώματος λαμβάνει υπόψη εκτός από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και τα αισθητήρια όργανα του υποθαλάμου. Τα αισθητήρια όργανα του υποθαλάμου είναι υπεύθυνα για την ενεργοποίηση των μηχανισμών ψύξης του σώματος, όταν η θερμοκρασία του ξεπεράσει τους 37 °C. Τα αισθητήρια όργανα του δέρματος ενεργοποιούν τους αμυντικούς μηχανισμούς του σώματος, όταν η θερμοκρασία του μειωθεί κάτω από τους 34 °C. Τα αποτελέσματα λοιπόν της επίδρασης των περιβαλλοντικών παραγόντων γίνονται αισθητά από τις μεταβολές της θερμοκρασίας του δέρματος και το είδος των σημάτων που λαμβάνει ο εγκέφαλος από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος.

άνθρωπος θεωρεί το περιβάλλον του ως θερμικά άνετο όταν δεν υπάρχει κάποιο σήμα από τα αισθητήρια όργανα για πτώση ή άνοδο της θερμοκρασίας του σώματος. Αυτή η κατάσταση μπορεί να περιγραφεί ως θερμική ισορροπία (Σχήμα 1). Έτσι, σε μια τέτοια κατάσταση ένα άτομο δεν αισθάνεται ούτε κρύο ούτε ζεστό.



Σχήμα 45 Κατάσταση θερμικής ισορροπίας.

Σύμφωνα με τη φυσιολογία, η θερμοκρασία του δέρματος είναι ο κατάλληλος δείκτης για τη θερμική αίσθηση του περιβάλλοντος. Η θερμική άνεση όμως είναι μια ολοκληρωτική μονάδα και απεικονίζει τη συνολική θερμική κατάσταση του σώματος. Συμπληρωματικά, έχει προταθεί η εισαγωγή και άλλων φυσικών παραμέτρων για την αξιολόγηση της θερμικής άνεσης όπως:

- Ρυθμός εφίδρωσης.
- Μέση θερμοκρασία δέρματος.

- Ξηρότητα του δέρματος.

5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την θερμική άνεση

5.2.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του αέρα είναι αναμφισβήτητα καθοριστική παράμετρος όταν αναφερόμαστε στο εσωτερικό περιβάλλον του κτιρίου. Επηρεάζει την άνεση με πολλούς τρόπους και σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες αποτελεί το κλειδί για το ενεργειακό ισοζύγιο μας, την αίσθηση του θερμικού περιβάλλοντος, την άνεση, τη δυσφορία και την αίσθηση της ποιότητας εσωτερικού αέρα. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία στο εσωτερικό των κτιρίων (Πίνακας 4) μπορούν να ενταχθούν σε τρεις κατηγορίες: το εξωτερικό περιβάλλον, το σχεδιασμό του κτιρίου και το σύστημα θέρμανσης, ψύξης και αερισμού.

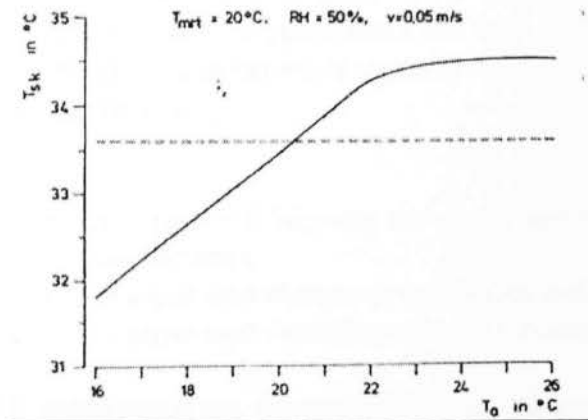
-
-
- ο Το εξωτερικό περιβάλλον
 - ο Ο προσανατολισμός του κτιρίου
 - ο Τα υλικά κατασκευής και τα υλικά θερμομόνωσης του κτιρίου
 - ο Ο τρόπος αερισμού του κτιρίου (μηχανικός ή φυσικός)
 - ο Ο τρόπος σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης ενός μηχανικά αεριζόμενου κτιρίου
 - ο Ο τρόπος σχεδιασμού ενός φυσικά αεριζόμενου κτιρίου
 - ο Ο τρόπος σχεδιασμού, κατασκευής, λειτουργίας και συντήρησης του συστήματος θέρμανσης και του συστήματος ψύξης του κτιρίου
 - ο Ο τύπος και ο αριθμός των ηλεκτρικών συσκευών, μηχανημάτων ή εξοπλισμού γραφείων που υπάρχουν στο κτίριο και παράγουν θερμότητα (π.χ. οθόνες Η/Υ)
 - ο Ο τρόπος λειτουργίας του κτιρίου και των συστημάτων αερισμού, θέρμανσης και ψύξης από τους χρήστες του κτιρίου
-
-

Πίνακας 4 Παράμετροι που επηρεάζουν τη θερμοκρασία του αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου

Το πρόβλημα που εντοπίζεται στη μελέτη της θερμοκρασίας ως παραμέτρου της θερμικής άνεσης έγκειται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει μια τιμή της θερμοκρασίας που να αποτελεί τη βέλτιστη λύση, αλλά ένα πεδίο τιμών της ως συνάρτηση και άλλων παραγόντων. Το σώμα μας αντιλαμβάνεται τη θερμοκρασία του αέρα (και των άλλων παραμέτρων του θερμικού περιβάλλοντος) από τα αισθητήρια όργανα του δέρματος και του υποθαλάμου ρυθμίζοντας τη θερμοκρασία του.

Πιο αναλυτικά, η θερμοκρασία επηρεάζει το ανθρώπινο σώμα και τις λειτουργίες ανταλλαγής ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας με το περιβάλλον. Η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα τείνει να μειώσει τις απώλειες θερμότητας με αγωγή και ακτινοβολία, ενώ αυξάνονται οι απώλειες θερμότητας λόγω εφίδρωσης. Η θερμοκρασία του αέρα επηρεάζει και τη μέση θερμοκρασία του δέρματος. Το φυσικό αυτό μέγεθος έχει εισαχθεί για την πληρέστερη αξιολόγηση της θερμικής άνεσης. Έρευνες του P. Horpe που πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του μαθηματικού μοντέλου M.E.M.I., κατέληξαν στη συσχέτιση της θερμοκρασίας του αέρα και της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος. Όπως παρατηρούμε από το Διάγραμμα 1, η αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα τα οδηγεί σε συνεχόμενη αύξηση της μέσης

θερμοκρασίας του δέρματος έως και τους 21 0C. Η περαιτέρω αύξηση της τα ενεργοποιεί το μηχανισμό της εφίδρωσης με άμεση συνέπεια την ψύξη του δέρματος και γι' αυτό το λόγο η κλίση της ευθείας του Διαγράμματος 1 μειώνεται σημαντικά μετά τους 21 0C. Η μέση θερμοκρασία δέρματος που θεωρείται ως φυσιολογική, σε αντιστοιχία με τη θερμοκρασία ισορροπίας του σώματός μας στους 37,6 0C, είναι κοντά στους 33,5 0C, όπως φαίνεται και από την οριζόντια γραμμή του Διαγράμματος 1. Για τη διατήρηση αυτής της μέσης θερμοκρασίας δέρματος η θερμοκρασία του αέρα θα πρέπει να είναι κοντά στους 20 0C.



Συνθήκες μετρήσεων: άνδρας 35 ετών, τύπος ρουχισμού = 1 clo, καθιστική εργασία, μεταβολικός ρυθμός = 60W, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας $t_{ra} = 20^{\circ}\text{C}$, σχετική υγρασία RH = 50%, ταχύτητα αέρα $v = 0,05 \text{ m/s}$.

Πηγή: Peter Höppe, 1988. Comfort Requirements in Indoor Climate.

Διάγραμμα 1 Μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα t_a και της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος t_{sk}

Δύο μεγέθη που επηρεάζουν επίσης ισχυρά τη θερμοκρασία άνεσης είναι ο τύπος του ρουχισμού και η μεταβολική δραστηριότητα. Στον πίνακα 3 φαίνεται η μεταβολή της θερμοκρασία άνεσης καθώς μεταβάλλονται τα παραπάνω μεγέθη. Το μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε για τους υπολογισμούς είναι το MEMI.

Εργασία	Μεταβολική δραστηριότητα [W]	Ρουχισμός [clo]	Θερμοκρασία άνεσης $T_a(\text{comf})$ [$^{\circ}\text{C}$]	Συνθήκες μετρήσεων: θερμοκρασία αέρα = μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, πίεση ατμών = 10 hPa, ταχύτητα αέρα = 0.1 m/s.
Ηρεμία	0	0,5	31	Πηγή: Peter Höppe, Ivo Martinac, 1998, Biometeorology, Indoor Climate and Air Quality.
Καθιστική εργασία	0	1,0	29	
	43	0,5	27	
Ελαφριά εργασία	43	1,0	23	
	100	0,5	22	
Έντονη εργασία	100	1,0	16	
	20	0,5	12	

Πίνακας 5 Θερμοκρασία άνεσης αέρα σε σχέση με τη μεταβολική δραστηριότητα και τον τύπο του ρουχισμού

Η προδιαγραφή της θερμοκρασίας άνεσης γενικότερα είναι δύσκολη εξαιτίας κυρίως του μεγάλου αριθμού παραγόντων που επηρεάζουν τη διατήρηση μιας θερμοκρασίας σ' ένα χώρο και των παραγόντων που επηρεάζουν την 'καταγραφή' αυτής της θερμοκρασίας ως άνετης ή όχι από το σώμα μας.

5.2.2 Υγρασία

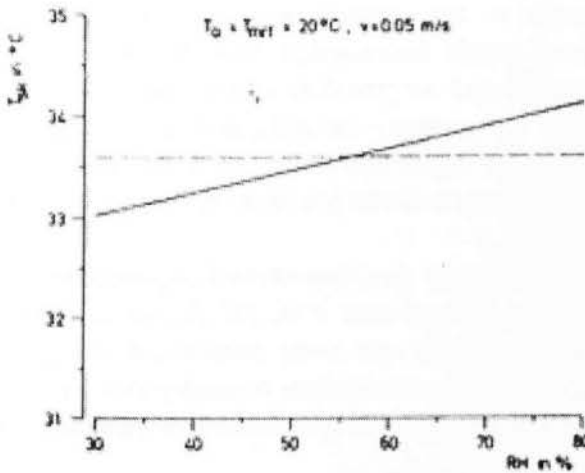
Η υγρασία, μαζί με τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας, αποτελούν τα δυσκολότερα μεγέθη κατά την αξιολόγηση του εσωκλίματος και εκφράζεται με σχετικούς και απόλυτους όρους. Ως ορισμός η υγρασία είναι το ποσό των υδρατμών που υπάρχει στον αέρα. Η σχετική υγρασία, που χρησιμοποιείται συχνότατα στην αξιολόγηση της θερμικής άνεσης, εκφράζεται ως ποσοστό του κορεσμένου αέρα σε υδρατμούς. Η σχετική υγρασία επενεργεί στην εξάτμιση του νερού από την επιδερμίδα μεταβάλλοντας τη θερμοκρασία του δέρματος και επηρεάζοντας το θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Συνοπτικά, η υγρασία του αέρα επηρεάζει τους εξής τρεις μηχανισμούς του σώματός μας:

- το μηχανισμό διάχυσης των υγρών υπό τη μορφή αερίων του σώματός μας μέσω του δέρματος
- το μηχανισμό εξάτμισης του ιδρώτα από την επιφάνεια του δέρματος και
- το μηχανισμό ύγρανσης του εισπνεόμενου αέρα.

Οι μηχανισμοί της διάχυσης και της εξάτμισης εξαρτώνται άμεσα από τη σχετική υγρασία του αέρα. Αν το περιεχόμενο του αέρα είναι υψηλό σε υδρατμούς (σχετική υγρασία > 60 – 70%) και η θερμοκρασία του αέρα υψηλή, το σώμα μας ενεργοποιεί το μηχανισμό της εφίδρωσης. Ωστόσο, η εξάτμιση του ιδρώτα είναι αδύνατη σε αέρα με υψηλό περιεχόμενο υδρατμών, και έτσι ο ιδρώτας παραμένει στο δέρμα διαβρέχοντάς το. Η κατάσταση αυτή οδηγεί το σώμα μας να αισθάνεται τον αέρα πιο ζεστό απ' όσο πραγματικά είναι και η ατμόσφαιρα μοιάζει να είναι κολλώδης. Αντίθετα, το μικρό περιεχόμενο υδρατμών του αέρα (σχετική υγρασία < 30%) καθιστά εφικτή την εξάτμιση μεγάλων ποσοτήτων υγρών, άρα και του ιδρώτα του δέρματος.

Πέρα από τις παραπάνω επιδράσεις της υγρασίας, περαιτέρω έρευνες έχουν γίνει για τη σχέση των τιμών της σχετικής υγρασίας με το δέρμα και την αναπνευστική οδό. Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει τη μέση θερμοκρασία του δέρματος σε σχέση με τη μεταβολή της σχετικής υγρασίας. Στο διάγραμμα φαίνεται καθαρά η μικρή επίδραση της σχετικής υγρασίας στη μέση θερμοκρασία του δέρματος (50% μεταβολή σχετικής υγρασίας, επιφέρει μεταβολή 1.2 – 1.3 0C της μέσης θερμοκρασίας δέρματος).

Σε γενικές γραμμές, η ανοσοποιητική ικανότητα του δέρματος μειώνεται όταν το δέρμα δεν υγραίνεται επαρκώς. Απ' την άλλη μεριά το αίσθημα της δυσαρέσκειας εμφανίζεται όταν το δέρμα είναι έντονα βρεγμένο, υπό την παρουσία υψηλών θερμοκρασιών, υψηλής σχετικής υγρασίας και δραστηριότητας εντονότερης της καθιστικής. Η έννοια της διαβροχής του δέρματος μελετάται από το 1937, χρόνια όπου ο Gagge έδωσε το παρακάτω ορισμό: 'η διαβροχή του δέρματος είναι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής απώλειας θερμότητας λόγω εξάτμισης του ιδρώτα, προς τη μέγιστη που μπορεί να επιτευχθεί υπό τις ίδιες περιβαλλοντικές συνθήκες'. Εναλλακτικά, η διαβροχή του δέρματος μπορεί να οριστεί λαμβάνοντας υπόψη την επιφάνεια του σώματος που είναι καλυμμένο με ιδρώτα λόγω εφίδρωσης. Η διαβροχή του δέρματος δηλώνει την ένταση που επιβάλλεται στο θερμορυθμιστικό σύστημα του σώματος και αποτελεί πολύ καλό δείκτη δυσαρέσκειας.

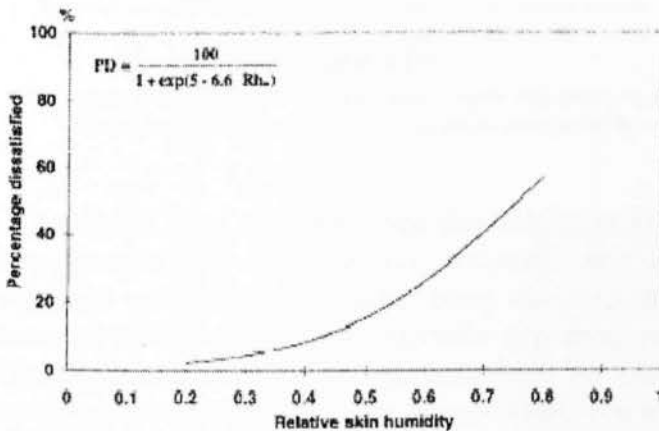


Συνθήκες μετρήσεων: άνδρας 35 ετών, τύπος ρουχισμού=1 clo, καθιστική εργασία, μεταβολικός ρυθμός=60W, μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας $t_{ra}=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ = θερμοκρασία αέρα t_a , ταχύτητα αέρα $v=0,05\text{ m/s}$.

Πηγή: Peter Höppe, 1988, Comfort Requirements in Indoor Climate

Διάγραμμα 2 Μεταβολή της σχετικής υγρασίας του αέρα και της μέσης θερμοκρασίας του δέρματος tsk

Οι παραπάνω μηχανισμοί και μεγέθη μελετήθηκαν από τους John Toftum et al. Για με στόχο τον προσδιορισμό του ορίου διαβροχής του δέρματος και των άνω ορίων σχετικής υγρασίας, ώστε να αποφευχθεί το αίσθημα της δυσανεξίας. Τα αποτελέσματα της παραπάνω μελέτης απέδειξαν ότι η κατάσταση του δέρματος είναι λιγότερη αποδεκτή καθώς αυξάνεται η σχετική υγρασία του δέρματος. Το Διάγραμμα 3 αναπαριστά ακριβώς αυτό το συμπέρασμα.



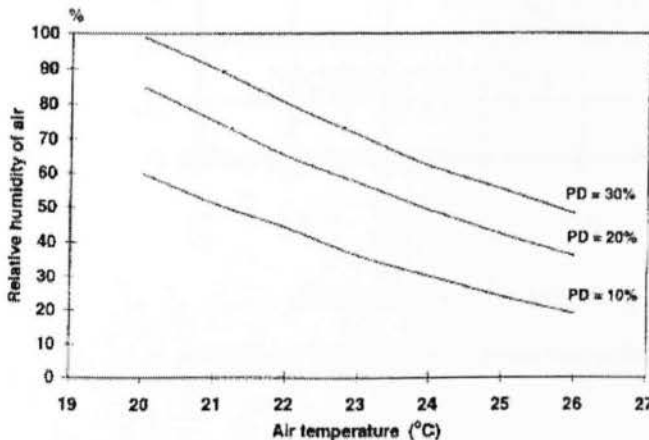
Πηγή: Jorn Toftum, Anette S. Jorgensen, P.O. Fanger, 1997, Upper limits for indoor air humidity to avoid uncomfortably humid skin

Διάγραμμα 3 Ποσοστό δυσαρεστημένων χρηστών, σε σχέση με τη σχετική υγρασία του δέρματος

Η επίδραση της υγρασίας του αέρα στην αναπνευστική οδό λαμβάνει χώρα για δύο λόγους. Πρώτον, οι βλεννώδεις μεμβράνες της αναπνευστικής οδού ψύχονται κατά την εισπνοή του αέρα. Η ψύξη αυτή παίζει κυρίαρχο ρόλο στην αντίληψη του θερμικού περιβάλλοντος. Δεύτερον, η αναπνευστική οδός δρα ως ένα σύστημα κλιματισμού που ρυθμίζει την υγρασία και τη θερμοκρασία του εισπνεόμενου αέρα, πριν αυτός φτάσει στους πνεύμονες. Το σημείο της αναπνευστικής οδού στο οποίο γίνεται ο κλιματισμός του αέρα, εξαρτάται από τη θερμοκρασία και το περιεχόμενο σε υδρατμούς του εισπνεόμενου αέρα. Σε χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής και τυπικές τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας, ο κλιματισμός του αέρα γίνεται στο άνω μέρος της αναπνευστική οδού. Να σημειωθεί ότι ο μηχανισμός της ψύξης μέσω του εισπνεόμενου αέρα είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός, όπου έχουμε ανταλλαγή ενέργειας υπό τη μορφή θερμότητας μέσω εξάτμισης και μεταφοράς. Σε υψηλή θερμοκρασία και υγρασία η ικανότητα της αναπνευστική οδού για ψύξη του

εισπνεόμενου αέρα μειώνεται και ο αέρας μοιάζει να είναι αποπνικτικός και θερμότερος απ' όσο πραγματικά είναι. Στην περίπτωση όπου η υγρασία του αέρα είναι πολύ χαμηλή, ο κίνδυνος να ξηραθούν οι βλεννώδεις μεμβράνες είναι μεγάλος. Η ξηρότητα των μεμβρανών μειώνει την προστατευτική τους ισχύ και ο καθαρισμός του αέρα, μαζί με τον κλιματισμό του πριν αυτός φτάσει στους πνεύμονες, που γίνεται στην αναπνευστική οδό δεν είναι δυνατός.

Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται η σχέση μεταξύ υγρασίας και θερμοκρασίας αέρα σε σχέση με το 10, 20, 30% των δυσανεκτιμών χρηστών. Η δυσανεκτικότητα αφορά σ' αυτή την περίπτωση μόνο την αίσθηση που προκαλεί ο αέρας στην αναπνευστική οδό. Το Διάγραμμα 4 επιβεβαιώνει πλήρως τη σχέση μεταξύ υγρασίας, θερμοκρασίας και της θερμικής αίσθησης του αέρα κατά την αναπνοή.



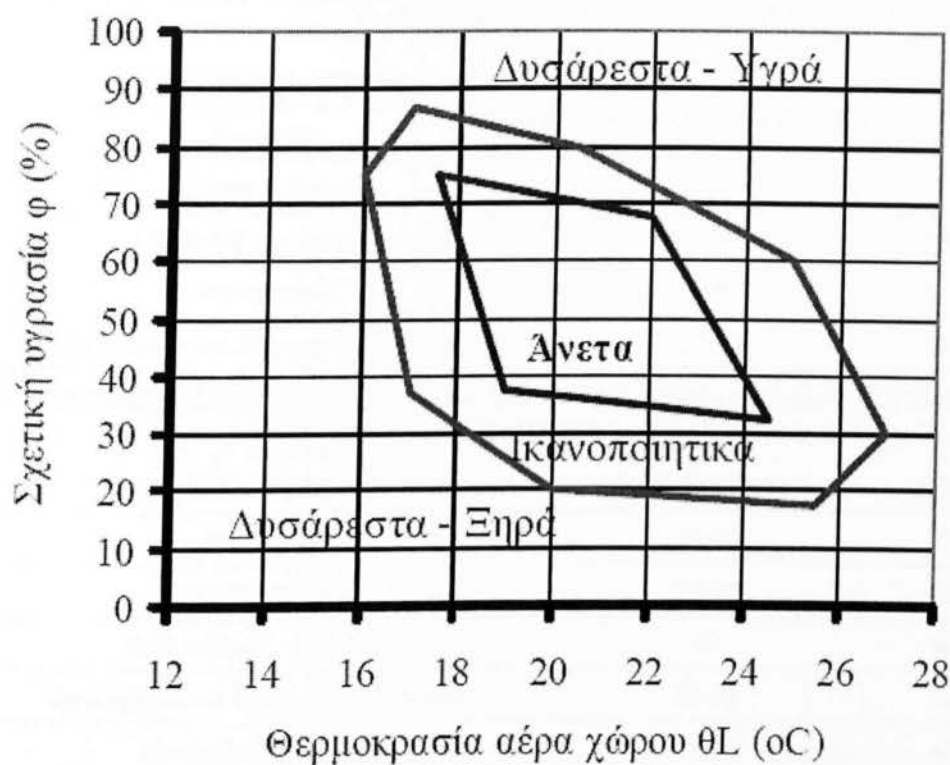
Πηγή: Jom Toftum, Anette S. Jorgensen, P.O. Fanger, 1997. Upper Limits for indoor air humidity to avoid warm respiratory

Διάγραμμα 4 Σχέση που συνδέει τη θερμοκρασία του αέρα, τη σχετική του υγρασία και το ποσοστό των δυσανεκτιμών χρηστών που συνδέεται με την αίσθηση του αέρα στην αναπνευστική οδό

Τα αποδεκτά όρια σχετικής υγρασίας του αέρα είναι λιγότερο σαφή από αυτά της θερμοκρασίας και το ανώτερο επιτρεπτό επίπεδο της εξακολουθεί ακόμη να βρίσκεται υπό μελέτη. Ωστόσο, όπως και στην περίπτωση της θερμοκρασίας του αέρα, τα αποδεκτά όρια της σχετικής υγρασίας για την επίτευξη θερμικής άνεσης εξαρτώνται από συνδυασμό παραμέτρων. Το ζήτημα της θερμικής άνεσης είναι λοιπόν πολυπαραγοντικό με τη θερμοκρασία του αέρα, ιδιαίτερα, να παίζει κρίσιμο ρόλο στον προσδιορισμό της αποδεκτής σχετικής υγρασίας. Ως αποτέλεσμα του παραπάνω γεγονότος τα διαγράμματα θερμικής άνεσης όπως αυτά της σχετικής υγρασίας σε συνάρτηση της θερμοκρασίας (Διάγραμμα 5) οριοθετούν το πεδίο θερμικής ευεξίας και προσδιορίζουν το κατάλληλο ζεύγος τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας.

Με βάση τη θεωρία της θερμικής άνεσης πολλοί οργανισμοί έχουν εκδώσει οδηγίες και κανονισμούς για τα επιτρεπτά επίπεδα των τιμών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας. Στη χώρα μας το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ) με την τεχνική οδηγία 2425/86 προτείνει ως συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους, τις τιμές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.





Διάγραμμα 5 Διάγραμμα θερμικής άνεσης θερμοκρασίας και σχετικής

ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ (ΤΟΤΕΕ 2425/86)			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΑΣΙΑ	
Κατοικίες	22	30-50	
Κτίρια γραφείων	21-23	30-35	
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	20-22	40-50	
Νοσοκομεία	24	30	
Εστιατόρια και Κέντρα διασκέδασης	21-23	30-40	
ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΓΙΑ ΚΛΙΜΑΤΙΖΟΜΕΝΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟ ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ (ΤΟΤΕΕ 2425/86)			
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	ΥΓΡΑΣΙΑ	
Κατοικίες	25-26	40-50	
Κτίρια γραφείων	25-26	40-50	
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	22	40-55	
Εστιατόρια και Κέντρα διασκέδασης	23-26	50-60	
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45-50	
Νοσοκομεία	Αίθουσες	24	45-50
	Χειρουργεία	20-24	50-60
	Αναρρωτήρια	24	50-60

Πίνακας 6 συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους σύμφωνα με την τεχνική οδηγία 2425/86 του ΤΕΕ

5.2.3 Ταχύτητα αέρα

Η κίνηση του αέρα συνδέεται με δύο παραμέτρους:

- Την ταχύτητα του αέρα.
- Τη μορφή της ροής του αέρα, αν είναι στρωτή ή τυρβώδης.

Το ανθρώπινο σώμα δε διαθέτει ειδικά αισθητήρια για την ταχύτητα του αέρα. Αυτή προσδιορίζεται έμμεσα απ' τον ανθρώπινο εγκέφαλο, από τις μεταβολές τις θερμοκρασίες στο δέρμα. Είναι προφανές ότι η ταχύτητα του αέρα μεταβάλλει τις απώλειες θερμότητας του σώματος. Σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και υψηλής σχετικής υγρασίας, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προσφέρει αυξημένες απώλειες θερμότητας με αποτέλεσμα ισορροπημένο θερμικό ισοζύγιο. Σε αντίθετη περίπτωση χαμηλής θερμοκρασίας, η αυξημένη ταχύτητα αέρα επιταχύνει τις απώλειες θερμότητας από το σώμα, σε σημείο που να προκαλεί την δυσφορία. Οι μεταβολές στη θερμοκρασία του σώματος από την ταχύτητα του αέρα είναι μάλλον απότομες, καθώς ο συντελεστής μετάδοσης θερμότητας δεν είναι γραμμικός. Στο Διάγραμμα 6 φαίνεται η σχέση που συνδέει την ταχύτητα του αέρα και τη μέση θερμοκρασία δέρματος. Στις μικρές ταχύτητες, μικρές μεταβολές της ταχύτητας προκαλούν

μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας σε σχέση με τις ίδιες μικρές μεταβολές ταχύτητας σε υψηλότερες ταχύτητες αέρα.

Για τα φυσικά αεριζόμενα κτίρια δίνεται η προτεινόμενη τιμή σε σχέση με τον αριθμό των χρηστών και το μέγεθος του χώρου (Πίνακας 7). Αντίθετα, στα μηχανικά αεριζόμενα κτίρια η ταχύτητα του αέρα μετράται σε m/s (Πίνακας 8).

ΕΝΔΕΙΚΝΥΟΜΕΝΕΣ ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΑΕΡΑ ΓΙΑ ΑΕΡΙΣΜΟ ΧΩΡΩΝ (ΤΟΤΕΕ 2423/86)		
ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΚΑΠΝΙΖΟΝΤΕΣ	(m ³ /h.άτομο)
Διαμερίσματα συνήθη	Μερικοί	8,5
Διαμερίσματα πολυτελή	Μερικοί	8,5
Κουρέια	Σημαντικός αριθμός	17,0
Μπαρ	Πάρα πολλοί	25,5
Καταστήματα	Κανένας	8,5
Γραφεία διευθυντών	Εκτάκτως πολλοί	25,5
Εργοστάσια	Κανένας	8,5
Νοσοκομεία, Χειρουργεία	Κανένας	Ειδικός κλιματισμός
Νοσοκομεία, θάλαμοι ασθενών	Κανένας	25,5
Νοσοκομεία, Χώροι προσωπικού	Κανένας	17,0
Δωμάτια ξενοδοχείων	Πάρα πολλοί	25,5
Εργαστήρια	Μερικοί	8,5
Χώροι συγκεντρώσεων	Εκτάκτως πολλοί	25,5
Γραφεία συλλογικά	Μερικοί	8,5
Γραφεία προσωπικά	κανένας	8,5
Γραφεία προσωπικά	Σημαντικός αριθμός	25,5
Καφέ - Μπαρ	Σημαντικός αριθμός	17,0
Εστιατόρια	Σημαντικός αριθμός	17,0
Σχολεία - αίθουσες διδασκαλίας	Κανένας	17,0
Θέατρα	Κανένας	8,5
Τουαλέτες (εξαερισμός)		36m ³ /m ² δαπέδου

Πίνακας 7 Ενδεικνυόμενες τιμές αερισμού χώρων (ΤΟΤΕΕ 2423/86)

ΕΝΔΕΙΚΝΥΟΜΕΝΕΣ ΤΑΧΥΤΗΤΕΣ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΕ ΚΛΕΙΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ* (ΤΟΤΕΕ 2423/86)		
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (m/s)	ΕΠΙΔΡΑΣΗ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΗ ΧΡΗΣΗ
0÷0,08	Παράπονα για έλλειψη κίνησης του αέρα	
0,125	Ιδανική κατάσταση	
0,125÷0,25	Πολύ ικανοποιητική κατάσταση αλλά η ταχύτητα των 0,25 m/s πλησιάζει τη μέγιστη	
0,325	Όχι ικανοποιητική για χώρους γραφείων. Ο αέρας παρασύρει ελαφριά χαρτιά από τα γραφεία	
0,375	Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για άτομα που κινούνται	Εμπορικά καταστήματα
0,375÷1,5		Επιτρεπόμενη μόνο για βιομηχανικές εφαρμογές
• Οι παραπάνω ταχύτητες αναφέρονται στη ζώνη διαμονής ατόμων κάθε χώρου (από το δάπεδο μέχρι 2 m ύψος περίπου)		

Πίνακας 8 Ενδεικνυόμενες τιμές για την ταχύτητα του αέρα σε κλειστούς χώρους

6. Βιβλιογραφία

1. Alexandri, E., «Investigations into Mitigating the Heat Island Effect through Green Roofs and Green Walls», Διδακτορική Διατριβή, Welsh School of Architecture, Cardiff University, Cardiff, 2005.
2. Alexandri, E., and Jones, P., «Sustainable Urban Future in Southern Europe – What about the Heat Island Effect?», ERS2006, Βόλος, 2006.
3. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός – Περιβάλλον και Βιωσιμότητα», University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 2006.
4. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., «Βιοκλιματική Προσέγγιση της Υπόσκαφης Κατοικίας. Η εμπειρία της Σαντορίνης», Διδακτορική Διατριβή, Επιστημονική Επετηρίδα Πολυτεχνικής Σχολής, Α.Π.Θ., Αρ. 13, Τόμος Ι, Θεσσαλονίκη 1985.
5. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., Ερευνητικό Πρόγραμμα "Monitoring of Two Passive Solar Houses", 1988-92.
6. Ανδρεαδάκη-Χρονάκη, Ε., Σύνταξη - επιμέλεια "Φυσικός Δροσισμός στα Ξενοδοχεία- Κυκλάδες". Έκδοση του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Πρόγραμμα SAVE, 17η Γενική Διεύθυνση για την ενέργεια.
7. Ανδρουτσόπουλος, Α., ΚΑΠΕ «Τεχνολογίες κελύφους».
8. Αξαρχή, Κ., «Φυσικός δροσισμός: ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτηρίων το καλοκαίρι», περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ, Νο 129, Αύγουστος 2009, - αφιέρωμα «Αρχιτεκτονική και Ενέργεια», σελ. 41-48.
9. «Architectural Review», Περιοδικό, Τεύχος July 10999.
10. «Architectural Review», Περιοδικό, Volume July, 1997.
11. ASHRAE Standard 55 (1981), Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Atlanta, USA.
12. Βλαστός, Θ., Μπιρμπίλη, Τ. «Φτιάχνοντας Πόλεις για Ποδήλατο. Στοιχεία Αισθητικής και Κατασκευής». Ε.Ε. ΓΔ Περιβάλλοντος, Αναπτυξιακή Εταιρεία Δήμου Αθηναίων, Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Προστασίας Περιβάλλοντος Αθήνας, Mbike, 2001.
13. Brown, R., & Gillespie, T., «Microclimatic Landscape Design». John Wiley and Sons, 1995.

14. Cofaigh E.O., Olley J.A., Lewis J.O., Energy Research Group, Univ. College Dublin, "The climate Dwelling: An introduction to climate responsive residential architecture", Published by James and James Ltd., 1996.
15. Colombo R., Landabaso A., Sevilla A., "Passive Solar Architecture for Mediterranean Area", Joint Research Centre, Commission of the European Communities, 1994.
16. Διαδίκτυο: www.ac-nice.fr/etabs/camus/
17. Διαδίκτυο: www.battlemccarthy.com/.../doubleskinanalysis.htm
18. Διαδίκτυο: www.coolroofs-eu.eu
19. Διαδίκτυο: www.richardrogers.co.uk
20. Dimoudi, A., «Solar chimneys in buildings - State of the art», J. of Advances in Building Energy Research (ABER), Τεύχ. 3, σελ. 21-44, 2009.
21. Dimoudi, A., Androutsopoulos, A., Lykoudis, S., «CRES Final Technical Report, AIRinSTRUCT - Integration of Advanced Ventilated Building Components and Structures for Reduction of Energy Consumption in Buildings», EC JOULE-CRAFT, Contract N° JOE3-CT97-7003, 2000.
22. Eiker, U., «Low energy cooling for sustainable buildings», Wiley, Chichester, 2009
23. Ευμορφοπούλου, Α., «Οι Κήποι στα Δώματα των Κτηρίων. Η Συμβολή τους στο Οικοσύστημα των Αστικών Κέντρων. Κατασκευαστικές Λύσεις και Δυνατότητες Εφαρμογής στον Ελληνικό Χώρο», Διδακτορική Διατριβή στον Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 1992.
24. Fanger P.O., Melikov A.K., Hanzawa H. and Ring J. (1988), Air turbulence and sensation of draught, Energy and Building, **12**, 21-39.
25. Gartland, L., «Heat Islands, Understanding and Mitigating Heat in Urban Areas», Earthscan, London, 2008.
26. Givoni, B., «Passive and low energy cooling of buildings», Van Nostrand Reinhold, New York, 1994.
27. York, 1994.
28. Grapsas, K., «Considering Microclimate in Building Design, a Design Study in Lefkada, Hellas». MPhil Dissertation, Department of Architecture, University of Cambridge, 2001
29. Grimmond, C.S.B. Cleugh, H.A., & Oke, T.R., «An Objective Urban Heat Storage Model and its Comparison with Other Schemes». Atmospheric Environment Vol. 25B (1991), No. 3, σελ. 311-326, 1991.

30. Grapsas, K., «Intermediate Space in Architecture». Proceedings of Passive and Low Energy Architecture Conference (PLEA), Santiago, Chile, 2003.
31. Herzog Thomas, with contribution by Kaiser N., and Volz M., “Solar Energy in Architecture and Urban Planning”, Prestel Verlag, Munich and New York, 1996.
32. Hogan, K., et al «Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies, Cool Roofs». Environmental Protection Agency Office of Atmospheric Programs, 2008. [Διαθέσιμο από: <http://www.epa.gov/heatisd/resources/pdf/CoolRoofsCompendium.pdf>. Πρόσβαση: 25.08.2010]
33. Huet, O., & Cellaire, R., «Bioclimatisme en Zone Tropicale», GRET, Paris, 1986.
34. Jones, D. L., “Architecture and the Environment”, Laurence King Publishing, 1996
35. Mazria, Ed., “The Passive Solar Energy Book”, Rodale Press, Emmaus, Pa., 1979.
36. Olgyay, V., and A., “Design with Climate, a Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism”, Princeton University Press, Princeton, N. Jersey, 1963
37. Pilar Alberich Sotomayor - Jaime Lopez de Asiain, Architects, «Architecture Climatique», E.C. External spaces, World's Fair, ES-Sevilla.
38. Santamouris, M., (Ed). «Advances in building energy research», Earthscan, London, 2009.
39. Santamouris, M., (Ed). «Advances in Passive Cooling», Earthscan, London, 2007.
40. Santamouris, M., and Asimakopoulos, D., (Eds), Argiriou, A., Balaras, C., Dascalaki, E., Dimoudi, A., Mantas, D., Tselepidaki, I. «Passive Cooling of Buildings». London: James & James (Sciences Publishers) Ltd, 1996.
41. Santamouris, M., (Ed.), «Energy and Climate in the Urban Built Environment», James & James, London, 2001.
42. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία 2423/86
43. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας, Τεχνική οδηγία 2425/86
44. Thompson, J.W., & Sorvig, K., «Sustainable Landscape Construction», Islandpress, Washington, 2008.

45. ΥΠΕΧΩΔΕ «Προσωρινές Εθνικές Προδιαγραφές – ΠΕΤΕΠ 03-11-20-00 Εφαρμογές
46. ψυχρών υλικών (cool materials)», Έκδοση 3, Αθήνα, 2010.
47. Χατζηδημητρίου, Α., Αξαρχή, Κ., Γιάννας, Σ., «Επίδραση των υλικών επίστρωσης των αστικών υπαίθριων χώρων στη διαμόρφωση του μικροκλίματος», Πρακτικά του 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου του ΤΕΕ «Δομικά Υλικά και Στοιχεία», σελ. 877-889, Αθήνα, 21- 23 Μαΐου 2008.
48. Yannas, S., et al «Roof Cooling Techniques, A Design Handbook», Earthscan, Sterling, 2006.

