

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΝΑΚΑΙΝΙΣΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΑΡΧΩΝ ΤΟΥ
ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΕ
ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ ΚΤΙΡΙΑ**

ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΤΣΑΜΟΥΡΓΕΛΗ ΕΙΡΗΝΗ-ΗΛΙΑΝΑ

ΕΠ.ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΡΟΥΜΠΙΝ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ερευνητική αυτή μελέτη έγινε στα πλαίσια εκπόνησης πτυχιακής εργασίας για το τμήμα Ανακαίνισης και Αποκατάστασης κτιρίων του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πατρών από τη σπουδάστρια Τσαμουργέλη Ειρήνη- Ηλιάνα, υπό την επίβλεψη του Αρχιτέκτονα Μηχανικού, Δρ.Ρουμπιέν Διονύσιου, Επίκουρου Καθηγητή.

Οι πληροφορίες για την ολοκλήρωση της μελέτης αυτής εξασφαλίστηκαν από σχετικά άρθρα στο διαδίκτυο, από επισκέψεις σε εκθέσεις δομικών υλικών, από προσωπική συνομιλία με τεχνικές εταιρίες και τεχνικό προσωπικό καθώς και από Διπλωματικές εργασίες και έρευνες σχετικών Πανεπιστημίων.

Στο σημείο αυτό θεωρώ απαραίτητο να ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθειά τους στην εκπόνηση αυτής της μελέτης και την συνεχή επικοινωνία μας, τους:

- Δρ. Ρουμπιέν Διονύσιο (Αρχ. Μηχανικός, Επίκουρος Καθηγητής του τμήματος και επιβλέπων καθηγητής), για την συνεχή υποστήριξη
- κ. Χρύσανθος Κωνσταντίνος (Υπεύθυνος Δημοσίων σχέσεων ξενοδοχείου Χαλέπα)
- κα Ρίτα Σκουλά (Αρχ. Μηχανικός- Αρχιτεκτονικό Γραφείο Αχιλλέα Σκουλά)
- κ. Μανωλιουδάκη Δημήτριο (Αρχ. Μηχανικός)
- την εταιρία ARKtop systems
- την εταιρία Knauff Hellas
- το Εθνικό Αστεροσκοπείο

Σκοπός

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να δημιουργηθεί κάποιο κατευθυντήριο εγχειρίδιο εφαρμογής των κανόνων του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, δίνοντας όμως έμφαση στις ήδη υπάρχουσες κατασκευές και ιδιαίτερα στα Νεώτερα Ιστορικά Μνημεία στους περιορισμούς που παρουσιάζουν. Έτσι θα συνδυαστεί το αντικείμενο σπουδών του τμήματος με ένα ζήτημα μείζονος σημασίας (την εργονομία των υφιστάμενων κτιρίων), κάτι το οποίο , ως τώρα, δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς σε τέτοιο επίπεδο.

Στο σημείο αυτό, είναι σκόπιμο να αναφέρω ότι στο θεωρητικό τμήμα, δεν θα σχολιαστούν εκτενώς τα αριθμητικά - επιστημονικά στοιχεία, αφού αυτό που πραγματεύεται η εργασία είναι περισσότερο η πρακτική εφαρμογή και η ουσία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και λιγότερο η επιστημονική ανάλυσή του, η οποία έχει αναλυθεί σε μελέτες που αφορούν άλλα αντικείμενα (όπως Φυσική).

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Εργασία αυτή αποτελεί μελέτη για την εφαρμογή των κανόνων που διέπουν τον Βιοκλιματικό σχεδιασμό των κτιρίων, σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές ώστε να γίνει μια προσέγγιση των περιορισμών που υπάρχουν όταν το κτίριο ήδη υπάρχει και δεν κατασκευάζεται εκ νέου. Με την εργασία αυτή θα μελετηθούν, τα προβλήματα που πιθανώς να προκύπτουν όταν υπάρχουν ήδη η μορφή και τα υλικά, οι τρόποι επέμβασης και λύσης των εν λόγω προβλημάτων και οι διέξοδοι στις οποίες μπορεί να καταφύγει ο εκάστοτε μελετητής για την τελική επιλογή της σωστότερης λύσης και τα παραπάνω, σε συσχετισμό πάντα και με το οικονομικό κόστος.

Προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες της εργασίας αυτής, αποτελείται από δύο (2) τμήματα, ένα θεωρητικό-ερευνητικό και ένα πρακτικής εφαρμογής. Αρχικά, στο πρώτο σκέλος, θα γίνει μια αναφορά στους κανόνες του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού ώστε να εξοικειωθεί το κοινό με το περιεχόμενό τους. Ακολουθώντας, στο δεύτερο σκέλος, έχει επιλεγεί ένα διατηρητέο κτίριο-παράδειγμα, στο οποίο θα γίνει στοχευμένα η μελέτη, ώστε να αποτελέσει βάση πάνω στην οποία μπορεί να κινηθεί η μελέτη οποιουδήποτε άλλου διατηρητέου κτιρίου αλλά και να συλλεχθούν τα απαραίτητα συμπεράσματα.

Τα κριτήρια επιλογής του κτιρίου είναι:

- Απαραίτητα να αποτελεί Νεώτερο Ιστορικό Μνημείο
- Ο όγκος του να μπορεί να καλύψει τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης μελέτης μέσα σε ορισμένο χρονικό διάστημα
- Να παρουσιάζει αισθητικό ενδιαφέρον
- Να είναι εφικτή η συλλογή όλου του απαραίτητου υλικού για την ολοκλήρωση της μελέτης

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

- Πρόλογος-Σκοπός εργασίας	σελ. 1
- Περίληψη	σελ. 2
- Περιεχόμενα.....	σελ. 3
- Έννοιες- Ορισμοί.....	σελ. 7
- Εισαγωγή.....	σελ. 12

ΕΝΟΤΗΤΑ Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΣΩΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΩΣΤΕ ΝΑ ΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΒΙΩΣΙΜΟ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΝΕΤΟ.

1.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ.....	σελ. 14
1.1.1 Αερισμός- Καθαρότητα Αέρα.....	σελ. 14
1.1.2 Θερμική Άνεση.....	σελ. 18
1.1.3 Οπτική Άνεση.....	σελ. 21
1.1.4 Ηχητική Άνεση- Θόρυβος.....	σελ. 22
1.2 ΣΩΣΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ- ΔΙΑΡΡΥΘΜΙΣΗ.....	σελ. 24
1.2.1 Προσανατολισμός.....	σελ. 24
1.2.2 Κατανομή χώρων (λειτουργικότητα-αισθητική).....	σελ. 25
1.2.3 Κατάλληλα Υλικά.....	σελ. 25
1.3 ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ.....	σελ. 26
1.3.1 Διακόσμηση.....	σελ. 26
1.3.2 Χρωματισμοί.....	σελ. 27
1.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ	σελ. 29

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

2.1 ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ.....	σελ. 41
2.1.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα.....	σελ. 41
Α) Θέρμανση.....	σελ. 43
Β) Ψύξη-Δροσισμός.....	σελ. 45
Γ) Φωτισμός.....	σελ. 48
Δ) Ζεστό νερό χρήσης.....	σελ. 50
Ε) Συσκευές- Εγκαταστάσεις.....	σελ. 52
2.1.2 Οι πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σήμερα.....	σελ. 54
Α) Πετρέλαιο.....	σελ. 55
Β) Λιγνίτης.....	σελ. 57
Γ) Φυσικό Αέριο.....	σελ. 58
Δ) Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε).....	σελ. 61
2.2 ΣΤΡΟΦΗ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ.....	σελ. 68
2.2.1 Οι ανάγκες που οδηγούν στον Βιοκλιματικό Σχεδιασμό.....	σελ. 68
2.2.2 Βιοκλιματικός Σχεδιασμός- Ορισμός και Φιλοσοφία.....	σελ. 69
2.2.3 Σκοπός και στόχοι Βιοκλιματικού Σχεδιασμού.....	σελ. 70

2.2.4 Περιβαλλοντικές παράμετροι που επηρεάζουν το βιοκλιματικό σχεδιασμό.....σελ. 71	σελ. 71
2.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ.....σελ. 72	σελ. 72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

3.1 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ.....σελ. 89	σελ. 89
3.1.1 Προσανατολισμός- χωροθέτηση μέσα στο οικόπεδο.....σελ. 89	σελ. 89
3.1.2 Σχήμα κτιρίου.....σελ. 91	σελ. 91
3.1.3 Μέγεθος και προσανατολισμός ανοιγμάτων.....σελ. 92	σελ. 92
3.1.4 Διαμόρφωση εσωτερικών χώρων.....σελ. 93	σελ. 93
3.1.5 Συμπεράσματα.....σελ. 93	σελ. 93
3.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΠΑΓΙΔΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....σελ. 93	σελ. 93
3.2.1 Αλληλεπίδραση ανέμου-κτιρίου (ανεμοπροστασία).....σελ. 94	σελ. 94
A) Μοντέλα ροής ανέμου στο κτίριο (κέλυφος).....σελ. 95	σελ. 95
B) Αεροπερατότητα κτιρίου.....σελ. 102	σελ. 102
3.2.2 Θερμική αντίσταση κτιρίου- θερμομόνωση- θερμική προστασία.....σελ. 107	σελ. 107
A) Θερμομόνωση σε εξωτερικές τοιχοποιίες, δοκούς και υποστυλώματα.....σελ. 110	σελ. 110
B) Θερμομόνωση σε οροφές και στέγες.....σελ. 121	σελ. 121
Γ) Δάπεδα εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον.....σελ. 126	σελ. 126
Δ) Θερμομόνωση και κουφώματα.....σελ. 128	σελ. 128
3.2.3 Θερμική μάζα-θερμοχωρητικότητα.....σελ. 131	σελ. 131
3.3 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΔΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ.....σελ. 133	σελ. 133
3.3.1 Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων.....σελ. 133	σελ. 133
3.3.2 Φύτευση.....σελ. 134	σελ. 134
3.3.3 Φυσικός αερισμός.....σελ. 135	σελ. 135
A) Άνεμος και εσωτερικοί χώροι-αερισμός κτιρίων.....σελ. 135	σελ. 135
B) Επιλογή θέσης ανοιγμάτων και διαδικασία αερισμού.....σελ. 141	σελ. 141
Γ) Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό σε σχέση με τα ανοίγματα.....σελ. 144	σελ. 144
3.3.4 Φυσική ψύξη-δροσισμός (παθητικός δροσισμός).....σελ. 152	σελ. 152
A) Οι τρόποι που επιτυγχάνεται ο παθητικός δροσισμός.....σελ. 152	σελ. 152
B) Ο παθητικός δροσισμός ως συνάρτηση της θέσης των ανοιγμάτων στο κέλυφος, της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου.....σελ. 154	σελ. 154
3.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ.....σελ. 157	σελ. 157

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....σελ. 170	σελ. 170
4.1.1 Ηλιοπροστασία- σκίαση- έλεγχος εισροής ηλιακής ακτινοβολίας.....σελ. 170	σελ. 170
4.1.2 Φυσικός αερισμός- κατασκευές και διατάξεις στο κέλυφος.....σελ. 181	σελ. 181
A) Πύργος αερισμού.....σελ. 181	σελ. 181
B) Ηλιακή καμινάδα.....σελ. 182	σελ. 182
Γ) Διπλό κέλυφος/ Αεριζόμενο κέλυφος.....σελ. 183	σελ. 183

4.1.3	Φυσική ψύξη δροσισμός.....σελ.	186
4.2	ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ.....σελ.	189
4.2.1	Υλικά κατασκευής Ηλιακών Παθητικών Συστημάτων.....σελ.	190
4.2.1.1	Υλικά συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας.....σελ.	190
4.2.1.2	Υλικά αποθήκευσης θερμότητας.....σελ.	192
4.2.2	Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....σελ.	193
4.2.2.1	Κριτήρια σχεδιασμού ανοιγμάτων.....σελ.	195
4.2.2.2	Κριτήρια σχεδιασμού για θερμική αποθήκευση.....σελ.	196
4.2.3	Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....σελ.	197
4.2.3.1	Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και ηλιακής συλλογής.....σελ.	197
4.2.3.2	Στέγη θερμικής αποθήκευσης/οροφή νερού.....σελ.	202
4.2.3.3	Ηλιακοί χώροι.....σελ.	204
4.2.4	Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.....σελ.	208
4.2.5	Κριτήρια επιλογής ηλιακού παθητικού συστήματος.....σελ.	210
4.3	ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣσελ.	211
4.3.1	Φυσικός φωτισμός σε σχέση με το κτίριο.....σελ.	214
4.3.2	Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού.....σελ.	217
4.3.3	Η επιρροή του περιβάλλοντος χώρου.....σελ.	232
4.4	ΦΥΤΕΥΣΗ.....σελ.	233
4.4.1	Φύτευση και έλεγχος της ανεμορροής.....σελ.	234
4.4.2	Η φύτευση ως ηλιοπροστατευτικό σύστημα.....σελ.	236
4.4.3	Η συμβολή της φύτευσης στην άνεση των ατόμων.....σελ.	239
4.4.4	Φυτεμένο δώμα.....σελ.	240
4.4.4.1	Τύποι φυτεμένου δώματος.....σελ.	244
4.4.4.2	Κατασκευή φυτεμένου δώματος.....σελ.	246
4.4.5	Φυτικός ή υδροπονικός τοίχος.....σελ.	248
4.5	ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....σελ.	249
4.5.1	Δομικά υλικά κατασκευής κτιρίου.....σελ.	252
4.5.1.1	Συμβατικά- τοξικά- μη οικολογικά δομικά υλικά.....σελ.	252
4.5.1.2	Οικολογικά υλικά.....σελ.	256
4.5.1.3	Υλικά νέας τεχνολογίας- PC.....σελ.	259
4.5.1.4	Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών.....σελ.	261
4.5.2	Δομικά υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων και ψυχρά υλικά.....σελ.	264
4.6	ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....σελ.	265
4.6.1	Απλοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόσιμοι στα συστήματα κλιματισμού-θέρμανσης.....σελ.	266
4.6.2	Ψύξη με τη χρήση θαλασσινού νερού.....σελ.	267
4.6.3	Ψύξη με αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας.....σελ.	268
4.6.4	Ανάκτηση θερμότητας.....σελ.	272
4.6.5	Κλιματισμός με ψυχόμενα δομικά στοιχεία ή πάνελ κλιματισμού).....σελ.	273
4.7	ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ.....σελ.	275
4.8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ.....σελ.	276

ΕΝΟΤΗΤΑ Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	σελ. 279
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	σελ. 282
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΧΑΛΕΠΑ	σελ. 296
3.1 Το κτίριο ως φυσικός Ηλιακός Συλλέκτης.....	σελ. 296
3.2 Το κτίριο ως παγίδα και αποθήκη θερμότητας.....	σελ. 303
3.3 Το κτίριο ως παγίδα και αποθήκη φυσικής ψύξης.....	σελ. 306
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΧΕΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΣΤΟ ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΧΑΛΕΠΑ ΚΑΙ ΣΕ ΑΛΛΑ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΑ	σελ. 314
4.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ	σελ. 314
4.1.1 Ηλιοπροστασία- έλεγχος εισροής ηλιακής ακτινοβολίας.....	σελ. 314
4.1.2 Φυσικός αερισμός- κατασκευές και διατάξεις στο κέλυφος	σελ. 332
4.1.3 Φυσική ψύξη-δροσισμός.....	σελ. 333
4.2 ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ-ΨΥΞΗΣ.....	σελ. 335
4.2.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.....	σελ. 335
4.2.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους.....	σελ. 338
4.2.2.1 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.....	σελ. 338
4.2.2.2 Στέγη θερμικής αποθήκευσης.....	σελ. 339
4.2.2.3 Ηλιακοί χώροι.....	σελ. 339
4.2.3 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους.....	σελ. 340
4.3 ΦΥΣΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ.....	σελ. 340
4.4 ΦΥΤΕΥΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ.....	σελ. 341
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΠΡΟΤΑΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ- ΣΕΙΡΑ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ	σελ. 342
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ. 345
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ	σελ. 346
-Κατάλογος εικόνων.....	σελ. 364
-Κατάλογος πινάκων.....	σελ. 371
-Κατάλογος σχεδίων	σελ. 372
-Πηγές- Βιβλιογραφία.....	σελ. 373

ΕΝΝΟΙΕΣ- ΟΡΙΣΜΟΙ

i) ΑΕΡΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑ

Γενικός περιγραφικός όρος, των πάσης φύσης ανοιγμάτων στα δομικά στοιχεία. Σύμφωνα με τον γενικότερο ορισμό της, αφορά τόσο τα προοριζόμενα για την εξυπηρέτηση του αερισμού ανοίγματα, όσο και τα μη προβλεφθέντα που αντιστοιχούν στον ελεύθερο αερισμό.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

ii) ΑΕΡΙΣΜΟΣ (ventilation)

Ονομάζεται η εναλλαγή του αέρα ενός χώρου. Όταν πρόκειται για κλειστούς χώρους και ειδικότερα για κτίρια, με τον όρο «αερισμός», αναφερόμαστε στην αντικατάσταση του περιεχόμενου αέρα, με τεχνητά ή φυσικά μέσα.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

iii) ΑΝΕΜΟΣ

Άνεμος ονομάζεται κάθε κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με το έδαφος. Η ενέργεια που απαιτείται για τις κινήσεις αυτές προσφέρεται από τον ήλιο. Διαφορετικές θερμοκρασίες σε περιοχές της ατμόσφαιρας, λόγω άνισης κατανομής της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, προκαλούν μεταβολές πυκνότητας του ατμοσφαιρικού αέρα, που με τη σειρά τους αντανakλούν σε αντίστοιχες διαφορές πίεσης. Οι διαφορές αυτές πίεσης, σε συνδυασμό με τις δυνάμεις βαρύτητας αποτελούν τον κινητήριο μηχανισμό των ανέμων (εκτός της ιονόσφαιρας).

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

iv) ΑΝΕΜΟΣ ΒΑΘΜΙΑΑΣ (gradient wind)

Ρυθμίζεται από τις δυνάμεις βαροβαθμίδας, φυγόκεντρος και Coriolis. Ο άνεμος αυτός αντιπροσωπεύει τις ατμοσφαιρικές κινήσεις σε ύψος υπεράνω του εδάφους, όπου απουσιάζει η επίδραση της τριβής.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

v) ΑΝΤΛΙΑ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Οι αντλίες θερμότητας είναι μηχανήματα τα οποία αντλούν θερμότητα (με τη μορφή ψύξης ή θέρμανσης) από μια δεξαμενή θερμότητας (έδαφος, αέρας περιβάλλοντος, δεξαμενή νερού, υπόγεια νερά, λίμνη κλπ.) προς ένα χώρο, μέσω ενός κύκλου εξάτμισης και συμπύκνωσης ενός εργαζόμενου μέσου, με την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ο βαθμός απόδοσης μιας αντλίας θερμότητας (Coefficient of Performance) δίνεται από τη σχέση:

$$COP=(\text{αποδιδόμενη θερμότητα ή ψύξη}) / (\text{καταναλισκόμενη ηλεκτρική ενέργεια})$$

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-3>

vi) ΑΠΟΛΥΤΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η απόλυτη υγρασία ορίζεται σαν η μάζα των υδρατμών, προς τον όγκο του αέρα στον οποίο περιέχονται. Σε ζεστές ,μέρες η απόλυτη υγρασία μπορεί να φτάσει μερικές δεκάδες gr/m^3 . Στο βαθμό που ο όγκος αερίου είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, η απόλυτη υγρασία εξαρτάται επίσης από τη θερμοκρασία που γίνεται η μέτρηση. Άλλοι τρόποι έκφρασης της

περιεκτικότητας του ατμοσφαιρικού αέρα σε υδρατμούς είναι: τάση των υδρατμών, ειδική υγρασία, έλλειμμα κόρου, θερμοκρασία σημείου δρόσου, θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, υετίσιμο ύδωρ.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

vii) **ΑΣΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ**

Είναι η τάση συγκέντρωσης του πληθυσμού μιας χώρας στα αστικά κέντρα και υπολογίζεται σε αναλογία επι τοις εκατό του συνολικού πληθυσμού. Το φαινόμενο αυτό συνδέεται με τις κοινωνικές και οικονομικές αλλαγές μιας περιοχής και προκαλεί τόσο θετικές όσο και αρνητικές επιπτώσεις σε μια χώρα. Στις θετικές περιλαμβάνεται η σταδιακή βελτίωση των υπηρεσιών λόγω αύξησης βιομηχανικής παραγωγής και στις αρνητικές είναι οι άγνωστες συνθήκες ζωής για τον άνθρωπο, λόγω τεχνητού περιβάλλοντος, η αύξηση της ρύπανσης του περιβάλλοντος εξ' αιτίας της μεγάλης συγκέντρωσης ανθρώπων σε μικρό χώρο, η αύξηση της εγκληματικότητας και η αύξηση κόστους ζωής εξ' αιτίας των δαπανηρών έργων που απαιτούνται για τη βελτίωση των συνθηκών ζωής (δρόμοι, δίκτυα παροχής νερού και ενέργειας, νοσοκομεία, σχολεία κλπ.).

Π: ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7>

viii) **ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΑΝΕΜΟΥ**

Ως διεύθυνση του ανέμου ορίζεται το σημείο του ορίζοντα από το οποίο φυσά ο άνεμος σε σχέση με τη θέση στην οποία μετράμε.

Π: EMY

ix) **ΕΙΔΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ**

Είναι το κλάσμα των γραμμομορίων (ή μάζα) υδρατμών που περιέχονται στα γραμμομόρια (ή μάζα) υγρού αέρα, που αποτελεί τον ξηρό αέρα μαζί με τους υδρατμούς που περιέχει.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf, (απόσπασμα)

x) **ΕΣΩΚΛΙΜΑ**

Με τον όρο εσωκλίμα ονομάζουμε το κλίμα κλειστών, συνήθως προστατευμένων, χώρων. Έχει άμεση εξάρτηση από το εξώκλιμα, δηλαδή το κλίμα του εξωτερικού περιβάλλοντος γύρω από το κτίριο.

Ο βαθμός της εξάρτησης αυτής διαμορφώνεται από τα χαρακτηριστικά των κτιρίων. Η θέση και ο προσανατολισμός, η έκθεση σε ανέμους και τον ήλιο, η κάλυψη από γειτονικά κτίρια ή ψηλά δέντρα, είναι κάποιοι από τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σχέση των εσωτερικών συνθηκών με το εξωτερικό περιβάλλον. Σημαντική επίδραση έχουν και κατασκευαστικά στοιχεία, όπως η τοιχοποιία, το είδος της μόνωσης, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός, η ύπαρξη ανοιγμάτων, το χρώμα των τοίχων, η οροφή (ταράτσα ή κεραμοσκεπή), τα υλικά κατασκευής, κλπ.

Π: «ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ», Διπλωματική Εργασία ΕΜΠ, Τσιμπάνος Π., Αθήνα 2008 http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2420/3/tsimpanosp_solarradiation.pdf

xi) **ΙΟΝΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ**

Η ιονίζουσα ακτινοβολία χαρακτηρίζεται από μικρό μήκος κύματος, ψηλή συχνότητα και μεγάλη ενέργεια. Περιλαμβάνει τις ακτίνες X (χρησιμοποιούνται στις ακτινογραφίες, στον αξονικό τομογράφο και αλλού), τις ακτίνες γ, την κοσμική ακτινοβολία και την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Όταν κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού εκτίθενται σε αυτήν, προκαλεί ιονισμό του DNA. Ο ιονισμός είναι επικίνδυνος, οδηγεί σε αλλοιώσεις του

γενετικού κώδικα και είναι αιτία καρκίνου. Είναι γνωστό ότι οι πρώτοι ακτινολόγοι όπως η Μαρί Κιουρή που ανακάλυψε τις ακτίνες X απεβίωσαν πρόωρα λόγω λευχαιμίας, αναιμίας και άλλων καρκίνων. Η υπερϊώδης ακτινοβολία του ηλιακού φωτός, εξαιτίας του ιονισμού, μπορεί να προκαλεί αλλοιώσεις στα γονίδια των κυττάρων του δέρματος, αυξάνοντας έτσι τον κίνδυνο για διάφορες μορφές καρκίνου του δέρματος.

Π: “medlook”, <http://www.medlook.net/emf2/fovos.asp>

xii) **ΚΑΡΣΤΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ**

Θεωρούνται όλα τα μορφολογικά στοιχεία, εξωτερικά ή εσωτερικά, που δημιουργούνται στα ευδιάλυτα πετρώματα λόγω της διαλυτικής ενέργειας του νερού.

Π: «ΚΑΡΣΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ & ΓΕΝΕΣΗ ΣΠΗΛΑΙΩΝ», ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ & ΑΘΛΗΤΙΚΗΣ ΣΠΗΛΑΙΟΛΟΓΙΑΣ, Μάρτιος-Ιούνιος 2007, Κυριακή Α. Παπαδοπούλου-Βρυνιώτη Επ. Καθηγ. Γεωλογίας Παν/μίου Αθηνών, Ελληνική Σπηλαιολογική Εταιρεία, http://www.ese.edu.gr/media/seminars/sem_notes/first_degree/spileogenesis.pdf

xiii) **ΚΟΥΡΑΣΑΝΙ**

Τοιχοδομικό κονίαμα από τριμμένο κεραμίδι, ρωμαϊκής προέλευσης.

xiv) **ΛΙΘΟΡΡΙΠΗ (riprap)**

Βάση που δημιουργείται επί του εδάφους με την επένδυση της επιφάνειας με μια στρώση από πέτρες μεγάλης διαμέτρου, απλωμένες τυχαία δίχως συνθετικό υλικό μεταξύ τους δημιουργώντας μια τραχιά επιφάνεια κατάλληλη για την έδραση της θεμελίωσης ενός τεχνικού έργου. Χρησιμοποιείται σε περιπτώσεις χαλαρών επιφανειακών στρώσεων εδάφους σε τεχνικά έργα με βαριά θεμελίωση, όπως λιμενικά έργα ή έργα οδοποιίας, όπου αποτελούν το επίπεδο έδρασης μεγάλων επιχωμάτων.

Π: “PROZ.com, the translation workplace”, http://www.proz.com/kudoz/greek_to_english/ships_sailing_maritime/4625320-%CE%9B%CE%B9%CE%B8%CE%BF%CF%81%CE%B9%CF%80%CE%AE.html

xv) **ΜΙΚΡΟΡΕΥΜΑΤΑ**

Σαν μικρορεύματα ορίζονται οι μικρής κλίμακας κινήσεις του αέρα που προκαλούν τοπική ψύξη του σώματος. Τα μικρορεύματα, σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, θα πρέπει να διακρίνονται από τα ρεύματα που, στα πλαίσια της εναλλαγής των αερίων μαζών κατά τη διεργασία του αερισμού, επιδρούν σε μεγαλύτερη επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος.

Σε αντίθεση με τις μεγαλύτερης κλίμακας κινήσεις του αέρα που, υπό ορισμένες προϋποθέσεις μπορεί να είναι ευεργετικές (π.χ δροσισμός), τα μικρορεύματα είναι γενικώς ενοχλητικά και βλαβερά στην υγεία. Εκτός από τις τοπικές ψύξεις (που συχνά συνοδεύονται από μερική παράλυση), ευθύνονται ακόμη για ξήρανση των βλεννογόνων (ματιών, στόματος, μύτης) ιδίως σε ψυχρό και ξηρό περιβάλλον. Μερικά άτομα εμφανίζουν μεγαλύτερη ευαισθησία στα μικρορεύματα. Παράγοντες που φαίνεται να επηρεάζουν αυτή την ευαισθησία είναι η φυσική κατάσταση (ηλικία), η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, η περιοχή του σώματος που προσβάλλεται και η ενδυμασία.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

xvi) **ΟΜΟΡΡΟΥΣ**

Στη δυναμική των ρευστών, ομόρρους είναι η περιοχή μιας διαταραχής που προκαλείται από την κίνηση ενός στερεού μέσα στο ρευστό, η οποία δημιουργείται από τη ροή του ρευστού γύρω από το στερεό. Σε ασυμπίεστα ρευστά όπως το νερό, δημιουργείται ομόρρους με μορφή βέλους όταν ένα σκάφος κινείται μέσα σ' αυτό. Καθώς το υγρό δεν μπορεί να συμπιεστεί, πρέπει να μετατοπιστεί με αποτέλεσμα να δημιουργείται κύμα. Όπως όλες οι κυματικές μορφές, διαχέεται μακριά από την πηγή μέχρι η ενέργεια που περικλείει να μετατραπεί ή να εκτονωθεί, συνήθως εξ' αιτίας της τριβής ή της διασποράς.

Π: Wikipedia, από μετάφραση

xvii) **ΡΕΥΜΑΤΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ**

Το σύνολο των θέσεων από τις οποίες περνά κάθε μόριο ενός ρευστού στη διάρκεια της κίνησής του ορίζει μια γραμμή που ονομάζεται ρευματική γραμμή. Εφόσον η ρευματική γραμμή είναι στην πραγματικότητα η τροχιά του μορίου, η ταχύτητά του σε κάθε θέση θα είναι εφαπτόμενη της ρευματικής γραμμής πράγμα που σημαίνει ότι δύο ρευματικές γραμμές δεν είναι δυνατόν να τέμνονται.

Π: <http://my-book.gr/kef3f.pdf>

xviii) **ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ**

Είναι μια διάταξης η οποία συνδέεται μεταξύ της παροχής ρεύματος και ενός ή περισσότερων λαμπτήρων φθορισμού και χρησιμεύει κυρίως για τον περιορισμό του ρεύματος μέσα στον (στους) λαμπτήρα (-ες) στην απαραίτητη ποσότητα. Μια στραγγαλιστική διάταξη μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τα μέσα μετατροπής της παρεχόμενης τάσης, διορθώνοντας τον συντελεστή ισχύος και, είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με μια συσκευή έναυσης, να παρέχει τις απαραίτητες συνθήκες για την έναυση του λαμπτήρα (-ων).

Π: «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos_syskeves_syndesis.htm

xix) **ΣΕΝΑΖ (ΠΕΡΙΔΕΣΜΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ)**

Λεπτό δοκάρι από οπλισμένο σκυρόδεμα, χυτευμένο πάνω σε τοίχο από τούβλα. Σε έναν τοίχο από τούβλα το πρώτο σενάζ πέφτει στο 1,20μ. από το δάπεδο και το επόμενο μετά από άλλο τόσο. Όταν το σενάζ τοποθετείται πάνω από κούφωμα ονομάζεται πρέκι. Προέρχεται από τη γαλλική λέξη chainage που σημαίνει αλυσίδα ή κατασκευή σε μορφή αλυσίδας.

Π: www.texnikos.gr Τεχνική ορολογία

xx) **ΣΗΜΕΙΟ ΔΡΟΣΟΥ (Dew Point)**

Ονομάζεται η θερμοκρασία εκείνη στην οποία όταν ο αέρας ψυχθεί υπο σταθερή πίεση, συμπυκνώνονται οι υδρατμοί, δημιουργώντας σταγόνες νερού. Ο αέρας σ' αυτήν την θερμοκρασία είναι κορεσμένος και δεν μπορεί να συγκρατήσει άλλους υδρατμούς, με αποτέλεσμα η σχετική υγρασία να είναι 100%. Στις κατασκευές οι πιο επιρρεπείς προς συμπύκνωση επιφάνειες είναι κατά τεκμήριο πιο κρύες (μονά τζάμια, διπλά τζάμια, αμόνωτες τοιχοποιίες κ.α.). Όταν σε έναν χώρο υπάρχει υψηλή σχετική υγρασία τότε το σημείο δρόσου είναι κοντά στην επικρατούσα θερμοκρασία του αέρα. Προφανώς εάν υπάρχει σχετική υγρασία 100% ,τότε το σημείο δρόσου είναι ίσο με την επικρατούσα θερμοκρασία. Για σταθερό σημείο δρόσου, μια αύξηση στη θερμοκρασία του αέρα οδηγεί σε μείωση της σχετικής υγρασίας, ενώ για σταθερή βαρομετρική πίεση, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία, το σημείο δρόσου δείχνει το κλάσμα των γραμμομορίων υδρατμών που περιέχονται στον αέρα, δηλαδή την ειδική υγρασία του αέρα. Αν η πίεση αυξηθεί, χωρίς να αλλάξει η ειδική υγρασία, θα αυξηθεί και το σημείο δρόσου αντίστοιχα και οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αντίθετα, αν μειωθεί η υγρασία, δηλαδή αν ο αέρας γίνει πιο ξηρός, θα επανέλθει το σημείο δρόσου στην αρχική τιμή. Για σταθερή θερμοκρασία, ανεξάρτητα από την πίεση, το σημείο δρόσου δείχνει την απόλυτη υγρασία του αέρα. Αν η θερμοκρασία αυξηθεί, χωρίς αλλαγή της απόλυτης υγρασίας, αυξάνεται αντίστοιχα και το σημείο δρόσου, δηλαδή οι υδρατμοί συμπυκνώνονται σε μεγαλύτερη πίεση. Με μείωση της απόλυτης υγρασίας θα επανέλθει το σημείο δρόσου χαμηλότερα στην αρχική του τιμή. Ομοίως, αυξάνοντας την απόλυτη υγρασία μετά από μείωση της θερμοκρασίας, οδηγεί το σημείο δρόσου προς τα πάνω. Δηλαδή, αν σε δυο σημεία υπάρχει ίδια θερμοκρασία και ίδιο σημείο δρόσου, θα υπάρχει και ίδια απόλυτη υγρασία.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf, (απόσπασμα)

xxi) **ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (relative humidity)**

Ορίζεται σαν ο ποσοστιαίος λόγος της μάζας των υδρατμών σε ορισμένο όγκο αέρα, προς τη μάζα που με τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας θα χρειαζόταν για τον κορεσμό του ίδιου όγκου.

Επειδή η ποσότητα υδρατμών που απαιτείται για τον κορεσμό ενός όγκου αέρα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, η σχετική υγρασία μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Τα όρια της σχετικής υγρασία κυμαίνονται από 0-100%, που αντιστοιχούν σε ξηρό και κορεσμένο αέρα. Παρ' όλο που σε κάποιες περιοχές του πλανήτη έχουν παρατηρηθεί εξαιρετικά χαμηλές τιμές σχετικής υγρασίας (μερικές μονάδες %), είναι βέβαιο ότι δεν υπάρχει περιοχή της τροπόσφαιρας χωρίς υδρατμούς. Αντίθετα, τιμές σχετικής υγρασίας 100% δεν είναι σπάνιες στην ατμόσφαιρα.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

xxii) **ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ VENTURI**

Για να προκληθεί κυκλοφορία του αέρα σε συγκεκριμένη κατεύθυνση μπορεί να γίνει η χρήση αυτού του φαινομένου. Ο αέρας υποχρεώνεται να κινηθεί από ένα περιορισμένο τμήμα του κτιρίου, όπου η ταχύτητα αυξάνεται και μειώνεται ανάλογα με την πίεσή του. Η μειωμένη αυτή πίεση δημιουργεί ένα ρεύμα αέρα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να οδηγήσει τον θερμό αέρα έξω από το κτίριο.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική Εργασία, Αργυράκη Μαρία, Ε.Μ.Π Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα Ιούλιος 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

xxiii) **ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ (natural ventilation)**

Ορίζεται αυτός που πραγματοποιείται χωρίς την παρέμβαση μηχανικών συστημάτων παρά μόνο, ενδεχομένως με τη μεσολάβηση των ενοίκων.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

xxiv) **ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ**

Περιλαμβάνει όλους τους ζωντανούς οργανισμούς και την άβια ύλη που βρίσκονται με φυσικό τρόπο στη Γη. Υπό αυτή την άποψη, το φυσικό περιβάλλον δεν είναι αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων και διαφοροποιείται από το *δομημένο περιβάλλον*, στο οποίο συγκαταλέγονται οι γεωγραφικές περιοχές που δέχονται σημαντική επιρροή από τον Άνθρωπο. Στο φυσικό περιβάλλον μπορούμε να κατατάξουμε πλήρεις οικολογικές μονάδες, τα οικοσυστήματα, αλλά και παγκόσμιους φυσικούς πόρους όπως ο αέρας και το νερό.

Π: ΒΙΚΙΠΑΙΔΕΙΑ

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%AC%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από την πρώτη εμφάνισή του στον πλανήτη, ο άνθρωπος, ως έμβιο ον φροντίζει ενστικτωδώς να προστατεύει τον εαυτό του και τους οικείους του από κάθε λογής κινδύνους. Τέτοιοι κίνδυνοι αφορούσαν αρχικά τις επιθέσεις άγριων ζώων ή άλλων πολιτισμών, αργότερα με την ανάπτυξη και την οργάνωση σε κοινωνίες, τις καιρικές συνθήκες, τις περιβαλλοντικές αλλαγές και την έκθεση σε ακραία φυσικά φαινόμενα όπως (τυφώνες, τσουνάμι κλπ).

Η επιβίωσή του λοιπόν καθ' όλη τη διάρκεια της ύπαρξής του ήταν είναι και θα είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με αυτό που ονομάζουμε φυσικό περιβάλλον^{xxiv}. Έτσι μέσα από την εξέλιξή του, ο άνθρωπος, ανέπτυξε μεθόδους για την προστασία του από όλους αυτούς τους κινδύνους αλλά και τρόπους αξιοποίησης του φυσικού περιβάλλοντος, έχοντας σαν σκοπό τη βελτιστοποίηση των συνθηκών διαβίωσής του.

Αρχικά, οι πρώτες κατασκευές προορίζονταν για την κάλυψη των πρωταρχικών αναγκών του, και ήταν μορφές κατοικίας απλής κατασκευής με υλικά που έβρισκαν στο φυσικό περιβάλλον όπως ξύλα, πέτρες, άχυρα κ.α. Αργότερα, λόγω του ότι παρουσιάζονταν όλο και περισσότερες ανάγκες εξελίχθηκαν τόσο τα υλικά όσο και οι λόγοι για τους οποίους ο άνθρωπος έχτιζε. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να εμφανιστούν νέες κατασκευές για άλλη χρήση όπως ναοί, τάφοι και αρκετά αργότερα νοσοκομεία, χώροι μαζικής εστίασης και χώροι πολιτιστικού περιεχομένου (θέατρα κ.α.).

Καθώς η εξέλιξη προχωράει, ο άνθρωπος καλείται να ανακαλύπτει συνεχώς νέα υλικά και τεχνολογίες που να τον εξυπηρετούν στην όσο το δυνατόν καλύτερη, γρηγορότερη και ποιοτικότερη λύση για την κάλυψη των αναγκών του. Στο σημείο αυτό νέες έννοιες προκύπτουν όπως αισθητική, οικονομία, λειτουργικότητα, εργονομία, μαζική παραγωγή κ.α.

Ένα από τα πιο σημαντικά στάδια εξέλιξης των επιτευγμάτων του ανθρώπινου γένους παρουσιάζεται τον 19^ο αιώνα και ονομάζεται Βιομηχανική Επανάσταση κατά την οποία αναπτύσσεται σημαντικά η παραγωγική δύναμη του ανθρώπου, προϋποθέτει όμως μαζική παραγωγή αγαθών και κατ' επέκταση σημαντική κατανάλωση ενέργειας στη βιομηχανία. Έτσι, η πεποίθηση που κυριαρχεί είναι ότι η φύση αποτελεί αστείρευτη πηγή, από όπου μπορούμε να αντλούμε, χωρίς περιορισμούς, την ενέργεια και τους πόρους που μας είναι απαραίτητοι, έτσι ώστε η παραγωγή να τροφοδοτεί μια ασταμάτητη ροή αγαθών.

Για πρώτη φορά εμφανίζεται το φαινόμενο της αστικοποίησης^{vii} και της άναρχης ανάπτυξης κτιριακών δομών στα αστικά κέντρα, με σκοπό τη στέγαση των μεγάλων μαζών που συνέρρεαν εκεί λόγω βιομηχανιών, εις βάρος βέβαια του περιβάλλοντος διαβίωσης. Είναι φυσικό λοιπόν, η αλόγιστη οικιστική ανάπτυξη, η εκθετική αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής και των δραστηριοτήτων του χωροταξικού μετασχηματισμού να μην συμβαδίζουν με τις φυσικές πηγές. Έτσι νέες ανάγκες και έννοιες εισάγονται εκ νέου, που αποσκοπούν στην σωστή διαχείριση των πόρων, στην μεγαλύτερη δυνατή μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και αρκετά αργότερα, (στη σημερινή εποχή) προστίθενται έννοιες όπως «Πράσινη Αρχιτεκτονική», «Βιοκλιματικός σχεδιασμός κτιρίων», «Σύνδρομο των άρρωστων κτιρίων (sick building syndrome)¹» κ.α.

Επιπροσθέτως, η εξάπλωση του συνδρόμου αυτού και η διαπίστωση της σχέσης ανάμεσα στην παρουσία υλικών πιθανώς βλαβερών για την υγεία του ανθρώπου στους χώρους κατοικίας και στην εμφάνιση παθολογικών καταστάσεων στους εργαζομένους, έκρουσε τον κίνδυνο για μια κατασκευαστική τεχνολογία η οποία επικεντρώθηκε περισσότερο στα ζητήματα παραγωγής, ξεχνώντας τον τελικό σκοπό των εργασιών της, την ανθρώπινη άνεση εντός και εκτός κτιρίων.

Στην επαναφορά αυτού του στόχου, συνετέλεσε η ενίσχυση και παγίωση μιας «βιοκλιματικής-βιοοικολογικής» προσέγγισης στην οικοδομική, που έχει διπλό σκοπό. Από

τη μια τις υγιεινές συνθήκες διαβίωσης (λόγω χρήσης μη τοξικών υλικών) και από την άλλη τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, με την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται στα κτίρια. Η προσέγγιση αυτή ξεκίνησε από τη Γερμανία και σιγά-σιγά εξαπλώνεται λόγω των θετικών αποτελεσμάτων που προσφέρει.

ΕΝΟΤΗΤΑ Α

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΟΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΟΙ ΣΩΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΩΣΤΕ ΝΑ ΚΑΘΙΣΤΑΤΑΙ ΒΙΩΣΙΜΟ, ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΑΙ ΑΝΕΤΟ.

1.1 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΑΝΕΣΗΣ

Σε κάθε άτομο, για την αντίληψη της άνεσης, σημαντικό ρόλο παίζουν τα βιολογικά, ψυχολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά του. Οι μελετητές όμως είναι υποχρεωμένοι να έχουν ως στόχο τη διαμόρφωση άνεσης για όλη την ομάδα χρηστών ενός χώρου που θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ένα ενιαίο σύνολο.

Η βιολογική και ψυχολογική ισορροπία του ανθρώπου εξασφαλίζεται από την επιτυχή προσαρμογή του στο φυσικό περιβάλλον. Παράμετροι όπως το κλίμα, το φως, ο θόρυβος, η βλάστηση, οι ζωντανοί οργανισμοί, η μόλυνση της ατμόσφαιρας κλπ, συσχετιζόμενοι μεταξύ τους συνθέτουν το φυσικό περιβάλλον και επηρεάζουν την υγεία και την παραγωγικότητα του ατόμου.

Για να επικεντρωθούμε όμως στο χώρο και το κτίριο, η θερμική, η οπτική, η ηχητική άνεση και ο υγιεινός χώρος είναι οι σημαντικότερες συνισταμένες που επηρεάζουν την ευεξία του ανθρώπου και εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από το κέλυφος του κτιρίου και τα συστήματα ελέγχου του εσωκλίματος^x. Ο βαθμός όμως ανταπόκρισης του κελύφους και των συστημάτων ελέγχου στις απαιτήσεις για την εξασφάλιση άνεσης, είναι κριτήριο αξιολόγησης του σχεδιασμού, ο οποίος θα αναλυθεί παρακάτω.

Η άνεση μπορεί να οριστεί ως η αίσθηση της απόλυτης φυσικής και πνευματικής ευημερίας όλων των ατόμων που βρίσκονται σε ένα χώρο. Η επίτευξη της άνεσης καθορίζεται από πλήθος καταστάσεων οι οποίες πρέπει να εξασφαλίζονται ταυτόχρονα. Τέτοιες καταστάσεις είναι ο κατάλληλος αερισμός, ο κατάλληλος φωτισμός, ο κλιματισμός ή ο φυσικός δροσισμός, η θέρμανση κατά το χειμώνα κ.ο.κ.

Ωστόσο, στη βελτίωση της στάθμης άνετης διαβίωσης των ενοίκων ενός κτιρίου δεν περιλαμβάνεται μόνο η κάλυψη φυσικών αναγκών (οπτική άνεση, υγιεινή του χώρου κλπ.) αλλά συμβάλλουν και οι εγκαταστάσεις που διευκολύνουν τις διάφορες εξυπηρετήσεις των χρηστών συμπεριλαμβανομένων και των ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Έτσι επιβάλλεται η ασφαλής λειτουργία των ηλεκτρομηχανολογικών, υδραυλικών και θερμικών εγκαταστάσεων, η συνεχής παροχή ζεστού νερού, οι εγκαταστάσεις πυροπροστασίας ακόμα και οι ραδιοφωνικές, τηλεοπτικές καλύψεις και οι τηλεφωνικές διασυνδέσεις (οι οποίες προϋποθέτουν τη χρήση ενεργοβόρων συσκευών και συμβάλουν στην αύξηση της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας ενός κτιρίου) .

1.1.1 Αερισμός- Καθαρότητα αέρα

Ένας από τους παράγοντες που καθιστούν ένα κτήριο βιώσιμο, λειτουργικό και άνετο, για όποια χρήση και να προορίζεται (κατοικία, χώρος γραφείων, ιατρείο, νοσοκομείο κλπ), είναι ο αερισμός. Οι ιδιότητες του αερισμού είναι αυτές που αποτελούν και τους λόγους για τους οποίους είναι απαραίτητος στη βιωσιμότητα ενός κτηρίου.

Αρχικά, είναι ο παράγοντας εκείνος που απομακρύνει τους αέριους ρύπους^{III} από έναν χώρο, οι οποίοι είναι υπαίτιοι για διάφορες ασθένειες των χρηστών. Λόγω του αερισμού μεταβάλλεται η θερμοκρασία και η περιεκτικότητα σε υδρατμούς^V στο εσωτερικό των

κτηρίων επιδρώντας έτσι στο ενεργειακό τους ισοζύγιο. Ένας ακόμα πολύ σημαντικός ρόλος του αερισμού είναι, ότι επηρεάζει την εξέλιξη μιας πυρκαγιάς καθώς και την κυκλοφορία του καπνού. Τέλος, ο αερισμός μπορεί να επηρεάσει τον έλεγχο του θορύβου^{VI}.

Ο αερισμός των κτιρίων προκύπτει σαν αποτέλεσμα της ροής αέρα δια μέσου ανοιγμάτων σε δομικά στοιχεία. Τα ανοίγματα αυτά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1) Τα προβλεφθέντα για αερισμό ανοίγματα, όπου περιλαμβάνονται όσα επιλέχθηκαν στη φάση του σχεδιασμού, ως προς τη μορφή, τις διαστάσεις και την κατανομή τους και εκτιμήθηκε ότι εξυπηρετούν το σύστημα αερισμού του κτιρίου (airinlets). Στην κατηγορία αυτήν υπάγονται οι οπές και τα παράθυρα αερισμού, ανοίγματα αεραγωγών (καμινάδες, φουγάρα, πύργοι ανέμου) κλπ.

2) Οι ρωγμές (crackage), αλλά και ακόμα μικρότερα ανοίγματα λόγω της πορώδους υφής των δομικών υλικών. Τα αντίστοιχα ανοίγματα, παρ' όλο που αναπόφευκτα υπάρχουν σε όλα τα δομικά στοιχεία, είναι σε μεγάλο βαθμό τυχαία, απρόβλεπτα και η ένταξή τους στη διαδικασία σχεδιασμού του συστήματος αερισμού είναι προβληματική και οπωσδήποτε επίπονη. Η κατηγορία αυτή ανοιγμάτων «ευθύνεται» για τον ελεύθερο αερισμό (infiltration) που συμβαίνει στον κάθε χώρο, ανεξάρτητα της παρουσίας "εμφανών" διόδων του αέρα στο κέλυφός του.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η ροή αέρος δια μέσου ρωγμών προκαλεί τα λεγόμενα «μικρορεύματα^{XV}». Έχει παρατηρηθεί ότι οι ατέλειες και οι ελλείψεις στην κατασκευή των κτιρίων που σχετίζονται με την εμφάνιση αυτών των ανοιγμάτων παρουσιάζονται συστηματικά σε συνάρτηση με υλικά και κατασκευαστικές κυρίως λεπτομέρειες. Για παράδειγμα, τα ανοίγματα αυτού του είδους συναντώνται συχνότερα στα σημεία επαφής διαφορετικών δομικών στοιχείων και υλικών. Ως συνέπεια αυτής της παρατήρησης προκύπτει ότι τα μικρορεύματα αέρα εμφανίζονται, τόσο σε περισσότερο όσο και σε λιγότερο προβλέψιμες περιοχές όπως στην επαφή του πλαισίου ενός παραθύρου με τον τοίχο. Ο εντοπισμός των μικρορευμάτων και των πηγών τους, γίνεται με μεθόδους ποιοτικής εκτίμησης αερισμού¹, ενώ μέτρηση της ταχύτητάς τους επιτυγχάνεται με υπερευαίσθητα ανεμόμετρα. Παρ' όλα αυτά, η εμφάνισή τους σε ένα κτίριο δεν συνδέεται απαραίτητα με αυξημένες τιμές αερισμού, αν και συνήθως φαίνεται να υπάρχει κάποιος συσχετισμός.

Υπάρχουν ωστόσο, πολλά άλλα ανοίγματα τα οποία έχουν μεν προβλεφθεί στο σχεδιασμό όχι όμως για τον αερισμό αλλά για την εξυπηρέτηση άλλων λειτουργικών αναγκών (πχ. επικοινωνία, φωτισμό κ.α.), τα οποία συμπεριφέρονται συχνά σαν ανοίγματα αερισμού, επιτρέποντας παρεμπιπτόντως τη ροή αέρα μέσω αυτών.

Οι πόρτες, τα παράθυρα, οι φεγγίτες κλπ. είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα τέτοιων περιπτώσεων. Τα συγκεκριμένα ανοίγματα, συνήθως, με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία, λειτουργούν ως συμπληρωματικά των προβλεφθέντων για αερισμό ανοιγμάτων, σύμφωνα ή ανεξάρτητα με τις επιθυμίες των χρηστών. Έτσι, ένα παράθυρο, που μπορεί να ανοίγει για την ανανέωση του αέρα σε εσωτερικό χώρο, είναι οπωσδήποτε (έστω και περιστασιακά) άνοιγμα αερισμού και υπό την έννοια αυτή εντάσσεται στη διαδικασία του αντίστοιχου

¹ « Οι ποιοτικές μέθοδοι αποσκοπούν στον εντοπισμό των διόδων του αέρα (air leaks) στο κέλυφος του κτιρίου. Βασίζονται στη φωτογράφιση, στο υπέρυθρο, τη χρήση καπνού και άλλων ορατών (ή μη ορατών) αερίων δεικτών και ακόμη στη χρήση ακουστικών μεθόδων. Επίσης, η μέτρηση των αερίων ρευμάτων στο εσωτερικό των κτισμένων χώρων, έμμεσα χωροθετεί τις διόδους αέρα.», Π: « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

σχεδιασμού. Ανάλογα, μπορεί να λειτουργεί σαν άνοιγμα, αθέμιτου σ' αυτήν την περίπτωση, αερισμού και μία πόρτα που ανοίγει για τη διέλευση ατόμων.

Γίνεται σαφές λοιπόν ότι τέτοιου είδους ανοίγματα είναι δύσκολο να καταταγούν σε μία από τις προαναφερθείσες κατηγορίες δημιουργώντας έτσι ασάφειες και παράλληλα την ανάγκη ύπαρξης μιας έννοιας, της «αεροπερατότητας¹», που διασαφηνίζει τη σχέση αέρα-κατασκευής καθώς επίσης κρίνεται απαραίτητος και ο διαχωρισμός σε θεμιτό και αθέμιτο αερισμό. Έτσι, τα προβλεφθέντα κατά τη διαδικασία σχεδιασμού ανοίγματα, αλλά και η συνειδητή μεσολάβηση των χρηστών συντελούν σε θεμιτό αερισμό. Αντίθετα, τα ανοίγματα ελεύθερου αερισμού (πχ ρωγμές) και άσχετες με προθέσεις αερισμού ενέργειες των χρηστών προκαλούν αθέμιτο αερισμό.

Εφόσον λοιπόν υπάρχουν διαφορετικές έννοιες οι οποίες δεν είναι απόλυτα διακριτές και εμπλέκονται η μία στην άλλη, τις λύσεις στο πρόβλημα αυτό δίνει ο σωστός σχεδιασμός. Προφανής επιδίωξη του οφείλει να είναι η βελτιστοποίηση του συστήματος θεμιτού αερισμού και ο κατά το δυνατό αποκλεισμός του αθέμιτου. Η απαραίτητη εναλλαγή του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων επαφίεται στον ελεύθερο αερισμό και, κυρίως, στη μεσολάβηση των ενοίκων που εκδηλώνεται με το άνοιγμα- κλείσιμο των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στα εσωτερικά διαχωριστικά δομικά στοιχεία. Λόγω αυτού, προκύπτει ότι, σημαντική παράμετρος σχεδιασμού του συστήματος φυσικού αερισμού ενός κτιρίου είναι η επιλογή μορφής, διαστάσεων και κατανομής των αντίστοιχων ανοιγμάτων στο κέλυφος και τα εσωτερικά διαχωριστικά δομικά στοιχεία, με στόχο τον αποτελεσματικό αερισμό των εσωτερικών χώρων.

Για να επιτευχθεί ο αερισμός, υπάρχουν διάφοροι τρόποι, ανάλογα με το σχεδιασμό του, τις ανάγκες που καλείται να καλύψει, τη χρήση του, καθώς και το περιθώριο κόστους. Έτσι λοιπόν, μπορεί να είναι φυσικός², τεχνητός³ ή και μικτός. Στην πράξη, τέσσερα^{VII} είναι τα συστήματα που εφαρμόζονται:

- Φυσικός αερισμός
- Φυσικός, ελεγχόμενος αερισμός
- Αερισμός με ανεμιστήρες εξαερισμού
- Μηχανικό σύστημα αερισμού με παροχή καθαρού αέρα

Για την επιλογή του κατάλληλου συστήματος, θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη και οι παράγοντες που επηρεάζουν τον αερισμό ενός χώρου ή ενός κτιρίου γενικώς και αυτοί είναι οι κλιματικές συνθήκες, η αρχιτεκτονική και η κατασκευή του. Όλες οι περιπτώσεις αερισμού παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, επομένως τα κριτήρια επιλογής έγκεινται στους τελικούς στόχους του μελετητή όσον αφορά τις ανάγκες των χρηστών, τη δυναμικότητα του κτηρίου, τη χρήση του, την εξοικονόμηση ενέργειας, το κόστος και άλλα.

Ειδικότερα, όσον αφορά τα συστήματα φυσικού αερισμού, στα πλεονεκτημά τους περιλαμβάνεται το γεγονός ότι δεν απαιτούν κατανάλωση ενέργειας, οποιοδήποτε από αυτά είναι απλό στη χρήση, δεν απαιτείται η συντήρηση του και τέλος, υπό προϋποθέσεις, επιτρέπουν τον φυσικό δροσισμό. Αντίθετα, ως μειονεκτήματα μπορούν να αναφερθούν τα εξής: τόσο η λειτουργία, όσο και η απόδοσή τους, καθορίζονται από την ισχύ και τα γενικά

² «Στο φυσικό , ελεγχόμενο αερισμό παρεμβαίνουν συστήματα αυτόματου ελέγχου της ποσότητας του εναλλασσόμενου αέρα , με βάση τις ιδιότητές του (συνήθως θερμοκρασία, συγκέντρωση ρύπων).», Π: « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

³ «Τα συστήματα μηχανικού-τεχνητού αερισμού (mechanical ventilation) ,χαρκτηρίζονται από τη χρησιμοποίηση ανεμιστήρων για την ανανέωση του αέρα.», Π: « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

χαρακτηριστικά των μηχανισμών ελέγχου⁴(πίεση ανέμου και διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας).Με τη χρήση τέτοιων συστημάτων δεν υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής μοντέλων ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών^{IV}. Επίσης, ακόμα και με ευνοϊκές συνθήκες δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε ειδικές συνθήκες αερισμού όπως μεγάλες αίθουσες, χώροι που βρίσκονται στον πυρήνα ενός κτιρίου κλπ. Τέλος, η επιλογή τέτοιων συστημάτων δεν επιτρέπει την εφαρμογή μέτρων ελέγχου της εξωτερικής ρύπανσης.

Από την άλλη μεριά, τα συστήματα τεχνητού αερισμού, μπορούν να ικανοποιήσουν ειδικές απαιτήσεις αερισμού, η απόδοσή τους μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τις ανάγκες που καλούνται να καλύψουν, υπό προϋποθέσεις επιτρέπουν την εφαρμογή μοντέλου ανάμιξης των εναλλασσόμενων αέριων μαζών, με την χρήση φίλτρων μπορεί να ρυθμιστεί η εξωτερική ρύπανση, μπορούν να συνεργαστούν με άλλα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα όπως κλιματισμού, ελέγχου υγρασίας κ.α και τέλος, συμβάλλουν στον περιορισμό της εμφάνισης υγρασίας στα διάφορα δομικά στοιχεία.

Παρ' όλα αυτά είναι σαφές ότι και αυτά τα συστήματα έχουν κάποια μειονεκτήματα. Αρχικά, η χρήση τους προϋποθέτει κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και δεδομένου αυτού είναι προφανές ότι σε περίπτωση βλάβης ή πιθανής διακοπής της λειτουργίας, δημιουργούνται ιδιαίτερα δυσμενείς συνθήκες διαβίωσης. Το κόστος εγκατάστασής τους είναι αυξημένο και επιπλέον χρειάζονται συντήρηση ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Συχνά, η ρύθμιση της λειτουργίας και της απόδοσής τους, δεν είναι εύκολη και προσιτή για όλους τους χρήστες του κτιρίου. Τέλος, είναι γεγονός ότι τα συστήματα αυτά αποτελούνται από διάφορους μηχανισμούς και εξαρτήματα στα οποία πολλές φορές αναπτύσσονται επιβλαβείς μικροοργανισμοί (φίλτρα) και επιπλέον από μόνοι τους αυτοί οι μηχανισμοί δημιουργούν θόρυβο κατά τη λειτουργία τους.

Ικανή και αναγκαία συνθήκη για τη ροή αέρα είναι η διαφορά πίεσης. Στα συστήματα μηχανικού αερισμού, αυτή, επιτυγχάνεται με τη λειτουργία ανεμιστήρων, ενώ στο φυσικό αερισμό, η επίδραση του ανέμου στο κέλυφος του κτιρίου και η διαφορά της εσωτερικής θερμοκρασίας από αυτή του περιβάλλοντος προκαλούν διαφορές πιέσεων εκατέρωθεν των ανοιγμάτων στο κέλυφος και ροή αέρα διαμέσου αυτών.

Επομένως, ο φυσικός αερισμός ενός κτισμένου χώρου είναι άμεσα εξαρτημένος από τις μετεωρολογικές συνθήκες που επικρατούν στο περιβάλλον την κάθε στιγμή και ως εκ τούτου σαφέστατα προσδιορίζει ένα ακόμα πεδίο όπου λαμβάνουν χώρα αλληλεπιδράσεις ανθρώπινων δραστηριοτήτων και κλίματος. Η κρισιμότητα αυτών των αλληλεπιδράσεων, που τη σύγχρονη εποχή συχνά φαίνεται να αγνοείται, δικαιολογεί αυξημένη προσπάθεια εντοπισμού και προβολής της συνεισφοράς των μετεωρολογικών και κλιματολογικών πληροφοριών στο σχεδιασμό.

⁴ Ως μηχανισμοί ελέγχου φυσικού αερισμού ορίζονται ο άνεμος και ο θερμοσιφονισμός.

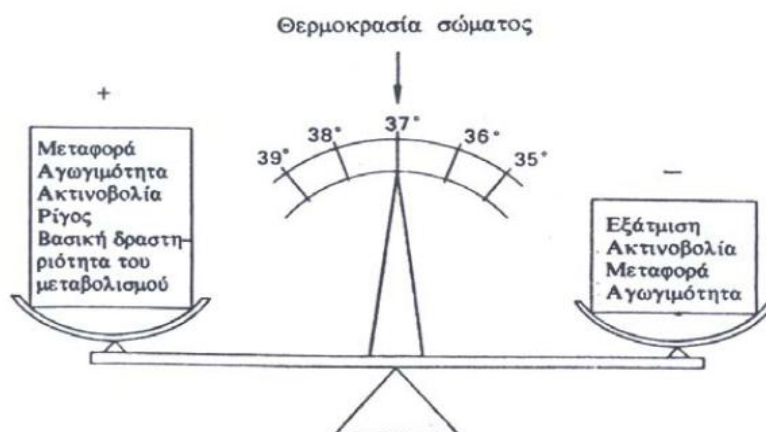
Χώρα	όλο το κτίριο	κουζίνα	μπάνιο	living room	υπνοδωμάτιο
Καναδάς	1 ac/h				
Ολλανδία		21-28 l/s	14 l/s	21-42 l/s	1 l/s/m ²
Νορβηγία		22 l/s*	16 l/s*		
Σουηδία	0.35 l/s/m ²	10 l/s	10 l/s		
Ελβετία		22-33 l/s	17 l/s		
Βρετανία		6 ac/h* (Σκωτία) 1 l/s/m ² (Λονδίνο)	3 ac/h* (εκτός Λονδίνου)	3-8 l/s/άτομο* (Σκωτία) 6 l/s/άτομο (Λονδίνο)	
ΗΠΑ (ASHRAE 62-1981)		50 l/s*	25 l/s*	5 l/s	
ΗΠΑ (Λοιποί κώδικες)		3-15 ac/h*		0.5-2 ac/h*	0.5-1 ac/h*

Εικόνα 1: Απαιτούμενος ελάχιστος αερισμός χώρων, σε διάφορες χώρες

1.1.2 Θερμική Άνεση

Μια επίσης σημαντική παράμετρος που κάνει ένα χώρο και γενικά ένα κτίριο άνετο και κατάλληλο για χρήση είναι το θερμικό περιβάλλον, στο οποίο ομαδοποιούνται όλοι εκείνοι οι παράγοντες που ρυθμίζουν την θερμική ισορροπία του ανθρώπινου σώματος και κατ' επέκταση τη θερμική άνεση των ατόμων σε έναν χώρο. Το κέλυφος των κτιρίων αποτελεί το ρυθμιστικό παράγοντα για τη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο, με το να αξιοποιεί τα θετικά κατά περίπτωση κλιματικά στοιχεία και να αποτρέπει τα επιζήμια.

Το αίσθημα της θερμικής άνεσης επιτυγχάνεται όταν καταναλώνεται η ελάχιστη ενέργεια από τον οργανισμό για την εξασφάλιση των λειτουργιών που ρυθμίζουν τη θερμοκρασία στο ανθρώπινο σώμα, ώστε να διατηρηθεί το θερμικό ισοζύγιο του ατόμου.



Εικόνα 2: Επίτευξη θερμικού ισοζυγίου στο ανθρώπινο σώμα.

Το ίδιο το ανθρώπινο σώμα, έχει μηχανισμούς διατήρησης της θερμοκρασίας σε κάποια σταθερά επίπεδα. Όταν οι κλιματικές συνθήκες είναι ευνοϊκές, το σώμα αποβάλλει την πλεονάζουσα θερμότητα με διάφορους τρόπους όπως ακτινοβολία, αγωγιμότητα, την εξάτμιση του ιδρώτα, την αναπνοή και χρησιμοποιώντας την κυκλοφορία του αέρα. Στην περίπτωση αυτή, το θερμορρυθμιστικό σύστημα (Εικόνα 2) λειτουργεί με το ελάχιστο έργο και το άτομο βρίσκεται στη λεγόμενη θερμική άνεση. Σε αντίθετη όμως περίπτωση, που οι συνθήκες είναι δυσμενείς (είτε πολύ κρύο, είτε πολλή ζέστη), το σώμα χάνει πολύ περισσότερη θερμότητα από όση θα έπρεπε, το σύστημα διαταράσσεται και δεν επιτυγχάνεται θερμική άνεση.

Μετά από μελέτες προέκυψε μια ζώνη, η λεγόμενη ζώνη θερμικής άνεσης (Εικόνα 3), στην οποία, κατά κάποιους μελετητές το 50% και κατ' άλλους το 80% των ερωτηθέντων ατόμων, αισθάνονται είτε θερμικά άνετα ή θερμικά ουδέτερα. Είναι σαφές ότι η περιοχή αυτή αναφέρεται στο συνδυασμό θερμοκρασίας αέρα, θερμοκρασίας περιβαλλουσών επιφανειών, σχετική υγρασία^{xxi} και ταχύτητα αέρα τα οποία αποτελούν μεταβλητές του εσωκλίματος.

Χώρος	Χειμώνας			Καλοκαίρι			
	Κλιματισμός		Θέρμανση χωρίς υγρανση	Κλιματισμός		Κλιματισμός υψηλών απαιτήσεων	
	Θερμοκρασία D.B. (°C)	Σχετική Υγρασία (%)	Θερμοκρασία D.B. (°C)	Θερμοκρασία D.B. (°C)	Σχετική Υγρασία (%)	Θερμοκρασία D.B. (°C)	Σχετική Υγρασία (%)
Κατοικίες, γραφεία, σχολεία, ξενοδοχεία, νοσοκομεία	20 - 22	30 - 35	21 - 23	25 - 26	45 - 50	25 - 26	45 - 50
Τράπεζες (χώρος επισκεπτών), καταστήματα	19 - 21	30 - 35	20 - 22	26 - 27	45 - 50	25 - 26	45 - 50
Θέατρα, κινηματογράφοι, εκκλησίες, κλειστά γήπεδα, εστιατόρια	20 - 22	35 - 40	120 - 22	26 - 27	50 - 60	25 - 26	50 - 55
Βιομηχανικοί χώροι	19 - 21	30 - 35	19 - 21	27 - 30	45 - 55	25 - 26	45 - 55

Εικόνα 3: Ιδανικές συνθήκες θερμικής άνεσης (Χειμώνας- Καλοκαίρι) σύμφωνα με την ASHRAE.

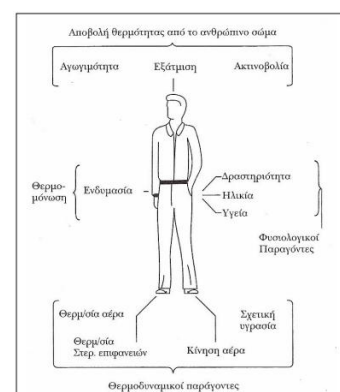


Εικόνα 5: Παράγοντες που επηρεάζουν έμμεσα το αίσθημα θερμικής άνεσης επιφανειών, ταχύτητα αέρα και σχετική υγρασία⁵.

Υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το αίσθημα της θερμικής άνεσης και λειτουργούν αλληλένδετα μεταξύ τους σαν ένα σύστημα το οποίο όμως επηρεάζεται και από άλλους ψυχολογικούς παράγοντες. Αυτοί διακρίνονται σε προσωπικούς (βαθμός ένδυσης και μεταβολισμός) και σε

περιβαλλοντικούς (θερμοκρασία αέρα, θερμοκρασία περιβαλλουσών επιφανειών, σχετική υγρασία⁵).

Άλλοι παράγοντες λιγότερο προφανείς, που όμως επηρεάζουν έμμεσα



Εικόνα 4: Θερμική αλληλεπίδραση περιβάλλοντος-ανθρώπινου σώματος.

⁵ «Από μελέτη του BRE διαπιστώθηκε ότι η υπέρβαση του ορίου 70% σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό ενός κτιρίου κατοικίας για μακρά περίοδο συνδέεται με συμπτώματα δυσφορίας των ενοίκων και αυξημένη πιθανότητα συμπυκνώσεως σε ψυχρές επιφάνειες», Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

το αίσθημα της θερμικής άνεσης είναι η ηλικία, το φύλο, το μέγεθος του σώματος και το βάρος, η ικανότητα εγκλιματισμού και προσαρμογής, η κατάσταση της υγείας, το επίπεδο φωτισμού ακόμα και το χρώμα και η διακόσμηση του χώρου.

Οι παράγοντες που αφορούν περισσότερο τη συγκεκριμένη μελέτη, είναι εκείνοι που σχετίζονται με το κτίριο και την κατασκευή και εν γένει τους χώρους που φιλοξενούνται οι άνθρωποι. Είναι προφανές ότι οι παράγοντες αυτοί είναι οι περιβαλλοντικοί και είναι αυτοί που λαμβάνει υπ' όψη του ο μελετητής, εφόσον απευθύνεται σε ομάδες ανθρώπων και όχι σε μεμονωμένα άτομα.

Αναλυτικότερα, οι περιβαλλοντικές παράμετροι είναι:

- η θερμοκρασία του αέρα (t_{air}): είναι η βάση της αξιολόγησης της θερμικής άνεσης. Το πρόβλημα όμως που υπάρχει με τον εν λόγω παράγοντα σχετίζεται με τη διαστρωμάτωση θερμοκρασιών σε ένα χώρο που οφείλεται στη διαφορά πυκνότητας θερμού και ψυχρού αέρα. Το φαινόμενο αυτό δεν είναι σταθερό, βελτιώνεται ή γίνεται δυσμενέστερο ανάλογα με το μέγεθος και το σχήμα του χώρου, την κατασκευή του κελύφους, τον τύπο του θερμαντικού συστήματος που εκάστοτε χρησιμοποιείται και από τη μέση θερμοκρασία που ακτινοβολείται από τις περιβάλλουσες επιφάνειες. Κατά την ASHRAE⁶ το 80% των ατόμων αισθάνεται θερμικά άνετα, όταν η θερμοκρασία του αέρα κυμαίνεται μεταξύ 21.5 και 25°C (με σχετική υγρασία 50%).
- Η μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία των περιβαλλουσών επιφανειών (t_{mr}): Μέχρι πριν από λίγες δεκαετίες ο πιο σημαντικός δείκτης για να προσδιορίσει κανείς τη θερμική άνεση ήταν η θερμοκρασία του αέρα. Μετά από σχετικές έρευνες όμως κρίνεται αναγκαίο να αξιολογείται επίσης και η θερμότητα που εκπέμπεται από τις επιφάνειες, αφού το αθροιστικό θερμικό αποτέλεσμα είναι εκείνο που αισθάνεται ο άνθρωπος και επιδρά στο θερμικό ισοζύγιο του σώματος. Στην αρχιτεκτονική πρακτικά, η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του αέρα και των περιβαλλουσών επιφανειών δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 3°-4°C, και εξαρτάται από τη θέση και το μέγεθος των επιφανειών που περιβάλλουν τον χώρο και την ικανότητά τους να εκπέμπουν θερμότητα.
- η σχετική υγρασία επειδή επιδρά στην ικανότητα του σώματος να αποβάλλει θερμότητα με την εξάτμιση και έτσι επηρεάζει το αίσθημα της θερμικής άνεσης. Ο συνδυασμός υψηλής υγρασίας⁷ και υψηλής θερμοκρασίας αέρα δημιουργεί θερμική δυσφορία. Αυξάνοντας τη σχετική υγρασία από 20% σε 60%, η θερμοκρασία του αέρα πρέπει να μειωθεί περίπου κατά 1K, για να διατηρηθεί το ίδιο αίσθημα άνεσης.
- Ο αέρας που κινείται απομακρύνει από το σώμα την θερμότητα που πλεονάζει, αυξομειώνοντας το βαθμό μεταφοράς και εξάτμισης ανάλογα με τις ανάγκες. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα δημιουργεί αίσθηση ψύχους που με τη σειρά του αυξάνεται όσο μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα. Σε αντίθετη περίπτωση, όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι υψηλότερη από αυτήν του σώματος, η αύξηση της ταχύτητας του αέρα προκαλεί στο σώμα αίσθημα ζέστης και δροσισμού συγχρόνως. Το αποτέλεσμα του δροσισμού παρουσιάζεται

⁶ American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Αμερικανικός Σύνλογος Μηχανικών Θέρμανσης, Ψύξης και Κλιματισμού)

⁷ «Γενικά, το άτομο αισθάνεται την υγρασία όταν η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από 20°C, ή υψηλότερη από 25°C.», ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ, Κλειώ Ν. Αξαρλή, Αρχιτέκτων Α.Π.Θ., MsocSci B''ham, Δρ. Α.Π.Θ

ισχυρότερο από το αποτέλεσμα της θέρμανσης μέχρι τους 40° C περίπου θερμοκρασία αέρα. Μετά από το όριο αυτό η υπερθέρμανση είναι μεγαλύτερη. Τέλος, όταν η ταχύτητα του αέρα είναι μικρή η θερμική άνεση επηρεάζεται εξίσου από τη θερμοκρασία του αέρα και από τη μέση ακτινοβολούμενη από τις περιβάλλουσες επιφάνειες.

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΕΡΑ (M/SEC)	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ °C			
	4.4	1.6	-1.1	-4.0
2.2	-2.8	0	-2.2	-6.1
4.5	-5.6	-6.1	-8.9	-12.2
6.7	-7.8	-9.4	-12.2	-16.7
8.9	-9.4	-11.7	-15.6	-19.4
11.2	-11.1	-13.9	-17.8	-21.6

Εικόνα 6: Αίσθηση ψύχους σε βαθμούς °C στο άτομο, σχετικά με την ταχύτητα του αέρα και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Π: BOUTET TERRY⁸)

1.1.3 Οπτική Άνεση

Η οπτική άνεση περιγράφει την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει, να αναγνωρίζει και να αναλύει λεπτομερώς και εύκολα ότι βρίσκεται στο πεδίο ορατότητάς του, λαμβάνοντας υπ' όψη την ταχύτητα, την ποιότητα και την ακρίβεια της αντιληπτικότητάς του, παράμετροι που εξαρτώνται από τα βιολογικά στοιχεία των ανθρώπων όπως ηλικία, κατάσταση υγείας, ψυχολογικοί παράγοντες κ.α. Η οπτική άνεση σε ένα χώρο απαιτεί την εξασφάλιση τεσσάρων επιμέρους προϋποθέσεων:

1. Την επίτευξη των απαραίτητων φωτιστικών επιπέδων για το είδος των εργασιών που επιτελούνται στο χώρο,
2. Την αποφυγή οπτικής θάμβωσης,
3. Την εξασφάλιση οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον,
4. Την οπτική επαφή με εξωτερικά στοιχεία ευχάριστα στο άτομο,

και εξαρτάται κυρίως από τις συνθήκες φωτισμού του χώρου στον οποίο βρίσκεται το άτομο. Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά⁸ των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα/ υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ ανακλαστικότητα). Όταν υπάρχει ανεπαρκής φωτισμός ή το φαινόμενο της θάμβωσης (κακή κατανομή φωτός που μπορεί να περισπά ελαφρά ή να τυφλώνει οπτικά τους ενοίκους, δημιουργώντας αίσθημα κόπωσης και δυσφορίας), η ικανότητα του ανθρώπου να δει αντικείμενα ή λεπτομέρειες σε έναν χώρο μειώνεται.

Όσον αφορά στην οπτική άνεση, η ικανότητα του ματιού να προσαρμόζεται στις αλλαγές στάθμης και στο χαρακτήρα του φωτισμού είναι πολύ σημαντική για τον μελετητή του φωτισμού. Ο κανόνας που ισχύει εμπειρικά είναι ότι το ανθρώπινο μάτι μπορεί εύκολα να προσαρμοστεί στην αλλαγή από το ζωηρό φυσικό φως της υπαίθρου, σε ένα χώρο με τεχνητό φωτισμό, αρκεί η στάθμη (ποσότητα) του τεχνητού φωτισμού να είναι τουλάχιστον το ένα εκατοστό (1/100) από τη στάθμη του εξωτερικού φωτισμού. Έτσι, γίνεται σαφές ότι η επίτευξη της οπτικής άνεσης σχετίζεται άμεσα με τον φωτισμό του χώρου (φυσικό ή τεχνητό) και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον και είναι προφανές ότι είναι ακόμα μια σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να απασχολεί τον εκάστοτε μελετητή.

⁸ Ένας συμβατικός, μονός υαλοπίνακας μεταδίδει το 85% της ακτινοβολίας που προσπίπτει, ενώ ένας διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας εκπέμπουν μειωμένο ποσοστό ακτινοβολίας, περίπου 70% και 60% αντίστοιχα.

Ως απόρροια όλων των παραπάνω, είναι εύκολο να γίνει αντιληπτό, ότι πλέον ,στην Αρχιτεκτονική, είναι απολύτως αναγκαίο, ο τεχνητός φωτισμός να συνδυάζεται σωστά με το φυσικό φωτισμό και να μην επηρεάζει αρνητικά το αποτέλεσμα ο ένας του άλλου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μιας νέα τέχνης –θα μπορούσε κανείς να πει- αυτή της Μελέτης Αρχιτεκτονικού Φωτισμού που αφορά μεν τη διαχείριση του τεχνητού φωτισμού, αλλά σε άμεση συνάρτηση με το φυσικό. Ούτως ή άλλως οι Αρχιτέκτονες σχεδιάζουν με βάση το φυσικό φωτισμό, αλλά αναδεικνύουν τις μορφές τους χρησιμοποιώντας τον τεχνητό διότι αρχιτεκτονικά στοιχεία όπως οι επιφάνειες, ο όγκος, τα χρώματα και η υφή χάνουν τη σημασία τους χωρίς φως.

Η Μελέτη Αρχιτεκτονικού φωτισμού αναφέρεται στην τέχνη και την επιστήμη του φωτισμού του ανθρώπινου περιβάλλοντος. Είναι ένα σύγχρονο επάγγελμα και μια ειδικότητα διακριτή από όλα τα άλλα, όπως αυτές της Αρχιτεκτονικής, της Αρχιτεκτονικής Εσωτερικών Χώρων, της Αρχιτεκτονικής Τοπίου, του Πολεοδομικού σχεδιασμού και των Ηλεκτρολόγων και Μηχανολόγων Μηχανικών. Είναι το ίδιο απαραίτητη ειδικότητα με όλες τις άλλες καθώς οι μελετητές είναι υπεύθυνοι για τη γενικότερη εμφάνιση της μελέτης τους, αλλά και για το αντίκτυπο αυτής στη μελέτη των υπολοίπων.

Η μελέτη αυτή αναδεικνύει τους αρχιτεκτονικούς και περιβαλλοντικούς χώρους, βελτιώνει τη λειτουργία ενός χώρου καθώς επίσης ενισχύει και την αρχιτεκτονική δίνοντας εντυπωσιακά αποτελέσματα. Κατά τη μελέτη αρχιτεκτονικού φωτισμού, καθορίζεται ο κατάλληλος αριθμός και τοποθέτηση των φωτιστικών σωμάτων, σε καμία περίπτωση όμως δεν πρέπει να συγχέεται με την ηλεκτρολογική μελέτη. Η πρώτη αφορά το λειτουργικό και αισθητικό αποτέλεσμα ενώ η δεύτερη τις τεχνικές προδιαγραφές της εγκατάστασης. Στη χώρα μας, οι ελάχιστες απαιτούμενες λειτουργικές προδιαγραφές ως προς το φωτισμό καθορίζονται από τον Γ.Ο.Κ ενώ οι τεχνικές προδιαγραφές ηλεκτρικών εγκαταστάσεων καθορίζονται από τον Κ.Ε.Η.Ε (αντικαταστάθηκε από το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384). Τέλος, για απλές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις την ευθύνη φέρει ο Αρχιτέκτονας Μηχανικός (Ν.4663/30), ενώ σε μεγαλύτερα κτιριακά έργα η μελέτη και εγκατάσταση γίνεται σε συνεργασία με Ηλεκτρολόγο- Μηχανολόγο.

Αυτού του είδους η μελέτη, είναι απαραίτητη να γίνεται στον κλάδο της ψυχαγωγίας (νυχτερινά κέντρα, εστιατόρια, θέατρα, καζίνο κλπ). Σε καταστήματα και σούπερ μάρκετ καθώς έχει αποδειχθεί ότι είναι χρήσιμο εργαλείο για την ενδυνάμωση της εταιρικής ταυτότητας και την καλύτερη προώθηση των προϊόντων. Σε δημόσιες αλλά και ιδιωτικές υπηρεσίες και φορείς διότι έχει αποδειχθεί ότι ο κατάλληλος φωτισμός του αστικού τοπίου αυξάνει τον τουρισμό, βελτιώνει την ασφάλεια αλλά παρέχει και ευχάριστο και λειτουργικό περιβάλλον για την κυκλοφορία οχημάτων και πεζών. Αεροδρόμια, σταθμοί τρένων, αποβάθρες χρειάζονται τον κατάλληλο φωτισμό ώστε να μπορούν να λειτουργούν όλο το 24ωρο.

1.1.4 Ηχητική άνεση- θόρυβος

Μία ακόμα σημαντική παράμετρος ώστε να εξασφαλίζεται η άνεση των χρηστών σε ένα χώρο, είναι η διατήρηση χαμηλής στάθμης θορύβου. Από την ύπαρξη θορύβου, μπορούν να επηρεαστούν σημαντικά όλες οι δραστηριότητες του ανθρώπου, μειώνεται η ικανότητα σκέψης, προκαλούνται ψυχολογικές διαταραχές (από τη μακρόχρονη έκθεση), ενώ στάθμη θορύβου πάνω από 85dB (Πίνακας 1), μπορεί να προκαλέσει βλάβες στην ακοή. Επίσης, όσο περιεργό κι αν φαίνεται, αρκετές φορές, ακόμα και θόρυβοι χαμηλής στάθμης (που θεωρητικά δεν θα ενοχλούσαν), οι οποίοι ίσως να μην γίνονται καν αντιληπτοί άμεσα, είναι πιθανό να προκαλέσουν ενοχλήσεις ανάλογα με τη διάρκεια και το είδος τους.

Θόρυβος θεωρείται κάθε ανεπιθύμητος ήχος και δημιουργείται όταν κάποια μάζα προκαλεί τοπική μεταβολή της πίεσης του αέρα ή ταλάντωση κάποιων επιφανειών. Για την

αξιολόγηση του θορύβου χρησιμοποιείται το μέγεθος στάθμης ηχητικής ισχύος ως προς μια δεδομένη στάθμη αναφοράς και μετριέται σε dB.

Οι θόρυβοι παράγονται από διάφορες πηγές σε έναν χώρο, όπως το σύστημα θέρμανσης ή κλιματισμού, το σύστημα αερισμού του χώρου, τα μηχανήματα και τις συσκευές που βρίσκονται σε λειτουργία, την ομιλία όσων βρίσκονται στο χώρο κ.α. Ωστόσο, η κατάσταση επιδεινώνεται και από πηγές θορύβου που βρίσκονται εκτός του χώρου, κάτι που μπορεί να αντιμετωπιστεί μέχρι ενός σημείου κατά τον σχεδιασμό του κτιρίου, με χρήση κατάλληλων δομικών και μονωτικών υλικών.

Τα δομικά στοιχεία έχουν την ικανότητα ανάκλασης ενός μέρους του θορύβου, απορρόφησης αλλά ταυτόχρονα μετάδοσης και εκπομπής του στο εσωτερικό του χώρου. Θα πρέπει όμως να δίνεται μεγάλη σημασία στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε θορύβου που αναμένεται να αντιμετωπιστεί κατά τη χρήση ενός χώρου ώστε να χρησιμοποιηθούν οι κατάλληλοι τρόποι μείωσης των οποιονδήποτε ήχων θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά τους χρήστες.

dB	ΕΙΔΟΣ ΘΟΡΥΒΟΥ	ΧΩΡΟΣ
15-20	Θρόισμα φύλλων	Εκκλησία
20-25		Οικία νύχτα, νοσοκομείο
25-30		Αναγνώστηριο, θέατρο
30-35		Οικία ημέρα
35-40		
40-50	Ήσυχος δρόμος, σιγανή ομιλία	Ήσυχο γραφείο
55-60	Κοινωνική ομιλία	
60-65		Γραφείο, κατάστημα
65-70	Κουδούνι τηλεφώνου (σε απόσταση 1μ.), γραφομηχανή	
70-80	λεωφόρος	
80-85	Δυνατή φωνή	
85-90	φορτηγό	μηχανουργείο
100-110		λεβητοποιείο
110-120	Ελικοφόρο αεροπλάνο	
120	ΟΡΙΟ ΠΟΝΟΥ	
130-150	Αεριωθούμενο αεροπλάνο	

Πίνακας 1: Ήχοι που ακούγονται σε κάθε χώρο σε dB

Κάποιοι ήχοι είναι κοινοί στις διάφορες χρήσεις των κτιρίων και κάποιοι άλλοι αφορούν ιδιαίτερης χρηστικότητας χώρους. Για παράδειγμα, τα κουδουνίσματα τηλεφωνικών συσκευών, η βοή συσκευών σε λειτουργία, ακόμα και η βοή του δρόμου έξω από τον χώρο, είναι συνηθισμένοι ήχοι που απαντώνται είτε σε εργασιακούς χώρους, είτε σε χώρους κατοικίας. Ωστόσο υπάρχουν ήχοι-θόρυβοι που δεν αποτελούν πάγια συνθήκη όπως ήχοι εργαλείων (τρυπάνια, κομπρεσέρ κ.α), μουσικά όργανα, ήχοι βαρέων οχημάτων κλπ. Αυτό έχει ως συνέπεια, η ηχητική άνεση των ατόμων να είναι αλληλένδετη με την κατασκευή και τα δομικά υλικά, καθώς εξαρτάται άμεσα από την ηχομόνωση, την ηχοαπορροφητικότητα ή την ηχοανακλαστικότητα των υλικών και των επιφανειών. Η άνεση επομένως σε ένα χώρο πέρα από τους προσωπικούς παράγοντες που δεν εξετάζονται σε αυτήν την εργασία, είναι αποτέλεσμα ενός «καλού κτιρίου». Ένα καλό κτίριο προϋποθέτει τη χρήση κατάλληλων δομικών υλικών, τη σωστή κατασκευή του (αποφυγή όσο το δυνατόν των κακοτεχνιών) και φυσικά τον σωστό σχεδιασμό του.

1.2 ΣΩΣΤΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο σωστός σχεδιασμός ενός κτιρίου, αποτελεί ένα βασικό, αν όχι το βασικότερο, κομμάτι της μελέτης του. Είναι το σημείο εκείνο κατά το οποίο ο μελετητής θέτει επί τάπητος τα δεδομένα και τα ζητούμενα στο «πρόβλημα» που λέγεται κατασκευή. Μέσω αυτού, συλλέγοντας όλα τα στοιχεία που έχει όσον αφορά την τοποθεσία, το κλίμα, το κόστος και φυσικά τις ανάγκες των χρηστών, θα καταλήξει στη βέλτιστη λύση και στην τελική κατασκευή.

Σχετίζεται άμεσα με όλα όσα αφορούν ένα κτίριο, από τα προφανή που έχουν να κάνουν με το κτίριο αυτό καθ' αυτό (θέση, προσανατολισμός, κατανομή χώρων, υλικά κλπ) ως και τη μικρότερη λεπτομέρεια που μπορεί να αφορά τις συνήθειες των χρηστών. Αυτό συμβαίνει γιατί με έναν σχεδιασμό ο οποίος έχει προβλέψει εξ' αρχής πιθανές αλλαγές ή διαφορετικές συνήθειες, μπορούν να αποφευχθούν σημαντικά προβλήματα καθώς επίσης, όπως θα αναλυθεί και στο επόμενο κεφάλαιο, με το σωστό σχεδιασμό επιτυγχάνεται και εξοικονόμηση ενέργειας.

Όσον αφορά το κτίριο και το χώρο, ο σχεδιασμός αφορά τον προσανατολισμό, την κατάλληλη κατανομή των χώρων, ώστε να επιτυγχάνεται λειτουργικότητα και καλή αισθητική, καθώς και την επιλογή κατάλληλων υλικών.

1.2.1 Προσανατολισμός

Αφορά τη θέση του κτιρίου και τη χωροθέτησή του σε σχέση με τον Βορρά, τον Νότο, την Ανατολή, και τη Δύση. Αρχικά, ο προσανατολισμός των κτιρίων γινόταν εμπειρικά σύμφωνα με τις ανάγκες που παρουσιάζονταν κάθε εποχή και ανάλογα με τη χρήση του. Έτσι, «*Από την αρχική εμφάνιση του ανθρώπου στη Γη ήταν πολύ φυσικό να θεοποιηθεί πρώτα ο ζωογόνος Ήλιος. Αυτό είχε ως συνέπεια η ανατολή του να επηρεάζει τα μέγιστα στη ζωή του. Έτσι από τους μυθικούς χρόνους οι πρώτοι ναοί, ειδικότερα των ηλιοκεντρικών θρησκειών, όπως επίσης ανάκτορα και σπουδαία οικοδομήματα, πύλες κ.λπ. φέρονται πάντα προσανατολισμένα. Οι είσοδοι, πρόσοψη, των αρχαίων ελληνικών ναών, κατά γενικό κανόνα ήταν προς την ανατολή, (Παρθενώνας, Ναός του Ηφαίστου κ.λπ.)*

Κατά τη θεωρία του Α. Σουαζύ όλοι οι αρχαίοι ναοί που ήταν αφιερωμένοι στη θεά Αφροδίτη ήταν προσανατολισμένοι προς τα Κύθηρα, οι δε ναοί του Απόλλωνα προς τη Δήλο. Κατά δε τις υποθέσεις του Ε. Μπουρνούφ η είσοδος των αρχαίων ναών προσανατολιζόνταν προς ορισμένο σημείο του ουρανού όπου παρατηρείται κάποιο επαναλαμβανόμενο φαινόμενο. Συνεπώς δεν προερχόταν αυτό από κάποια δεισιδαιμονία, ή αστρολατρεία, αλλά αποτελούσε έναν απλό τρόπο προσδιορισμού περιοδικών εορτών.

Τον ίδιο προσανατολισμό στους ναούς τους ακολούθησαν και οι Ρωμαίοι όπως και στη παλαιοχριστιανική τέχνη. Οι παλαιοχριστιανικές βασιλικές της Ρώμης έχουν την αψίδα τους (το ιερό) προς δυσμάς και την κυρία πρόσοψη (είσοδο) προς ανατολάς. Η Βυζαντινή τέχνη το αντέστρεψε, έθεσε τη κόγχη προς ανατολάς και τη κυρία πρόσοψη προς δυσμάς. Τα μουσουλμανικά τεμένη είναι προσανατολισμένα προς τη Μέκκα, την ιερή πόλη του Ισλάμ. Η Συναγωγή της Αθήνας είναι στραμμένη προς ανατολάς έχοντας την πρόσοψη προς δυσμάς.

Το πρώτο σύγχρονο πολεοδομικό σχέδιο ελληνικής πόλης, της Σπάρτης, εκπονήθηκε με ανατολικό προσανατολισμό.»⁹

Με το πέρασμα των ετών και με την εξέλιξη των διαφόρων τεχνολογικών μεθόδων, καθώς οι ανάγκες και οι χρήσεις των κτισμάτων διαφοροποιούνταν, άρχισαν να γίνονται έρευνες και μελέτες σχετικά με τον καταλληλότερο προσανατολισμό. Σύμφωνα με τον Βιοκλιματικό σχεδιασμό, ο κατάλληλος προσανατολισμός ενισχύει σε μεγάλο ποσοστό την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα, θέμα το οποίο θα αναλυθεί περαιτέρω στο επόμενο κεφάλαιο.

Τέλος, να σημειωθεί ότι τον προσανατολισμό επηρεάζουν, και λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψη, και οι θέες που πιθανώς να υπάρχουν, τα σημεία πρόσβασης και οι συνδέσεις του οικοπέδου με οδικά δίκτυα ή άλλες εγκαταστάσεις και η γειτνίαση με όμορα κτίρια.

1.2.2 Κατανομή χώρων

Η φάση αυτή του σχεδιασμού είναι το κύριο στάδιό του και άμεσα συνυφασμένη με τον προσανατολισμό. Αφορά την επιλογή σωστών διαστάσεων των χώρων ανάλογα με τις ανάγκες που δημιουργούνται, τη σωστή κατανομή τους στην επιφάνεια του κτιρίου με σκοπό να είναι λειτουργικό αλλά και αισθητικά άρτιο, κι έτσι να επιτυγχάνεται ο τελικός στόχος της άνεσης των χρηστών.

Όπως συνέβη και με τον προσανατολισμό, έτσι και με την τυπολογία, οι πρώτες κατασκευές γίνονταν εμπειρικά και με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκαν κάποιοι κανόνες, θα έλεγε κανείς, που ορίζουν τα ελάχιστα επιτρεπτά μεγέθη και κάποιες ενδεικτικές τοποθετήσεις χώρων, ώστε να θεωρείται ένα κτίριο βιώσιμο και χρηστικό. Έτσι, έχουμε εξέλιξη στην τυπολογία και την διαμόρφωση των κατόψεων κτιρίων όλων των χρήσεων, ανάλογα με την εποχή (χρονικά), τις κοινωνικο-οικονομικές συνθήκες, τις κλιματολογικές συνθήκες και διάφορους άλλους παράγοντες που επηρέαζαν, επηρεάζουν και θα επηρεάζουν πάντα την αρχιτεκτονική αφού πρόκειται για ανθρωποκεντρική επιστήμη ή και τέχνη.

1.2.3 Κατάλληλα υλικά

Είναι προφανές ότι το τελευταίο αλλά καθόλου ασήμαντο βήμα στη δημιουργία μιας κατασκευής που να προσφέρει άνεση αλλά και λειτουργικότητα στο χρήστη του είναι η επιλογή κατάλληλων και καλής ποιότητας δομικών υλικών προς αποφυγήν κακοτεχνιών αλλά και μετέπειτα αστοχιών.

Για ακόμα μια φορά, η τεχνολογία είναι εκείνη που διαφοροποιεί και εξελίσσει τα υλικά, αφού στη διάρκεια των ετών επινοούνται και δημιουργούνται ολοένα και περισσότερα, διαφορετικής σύστασης και αντοχής από τα φυσικά, για λόγους μεγαλύτερης ασφάλειας και ευκολίας στη χρήση τους.

Στην ιστορία της αρχιτεκτονικής, ο άνθρωπος ξεκινά χρησιμοποιώντας γηγενή υλικά που βρίσκει γύρω του στο φυσικό περιβάλλον όπως ξύλα, άχυρα, πέτρες, λάσπη κ.α. δημιουργώντας πρόχειρες κατασκευές. Στην πορεία αρχίζει να τα επεξεργάζεται κατασκευάζοντας όλο και πιο περίπλοκα κτίσματα καθώς οι ανάγκες και οι συνθήκες αλλάζουν. Αργότερα, με την εμφάνιση των μέσων μεταφοράς (από ζώα μέχρι και μηχανές) παρουσιάζονται και οι πρώτες εισαγωγές δομικών υλικών από άλλες περιοχές. Τέλος, με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την τεχνογνωσία που διαθέτει, ο άνθρωπος σήμερα είναι σε θέση να δημιουργήσει τεχνητά υλικά ανάλογα με τους περιορισμούς που θέτει η κάθε κατασκευή και τον τελικό στόχο του μελετητή. Εδώ ένα νέο ζήτημα αρχίζει να τον απασχολεί, εκείνο

⁹ Βικιπαίδεια, «προσανατολισμός, Αρχιτεκτονική»,

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CE%BF%CF%83%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CF%84%CE%BF%CE%BB%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82>

των οικολογικών δομικών υλικών που παράλληλα με τα φυσικά χαρακτηριστικά βοηθούν στην εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και επιβαρύνουν λιγότερο το περιβάλλον.

Πέρα από τις βιολογικές συνθήκες άνεσης και τον σωστό σχεδιασμό, η βιωσιμότητα ενός κτίσματος εξαρτάται και από την εσωτερική διαμόρφωση του.

1.3 ΚΑΤΑΛΛΗΛΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ

Το τρίτο βήμα που ακολουθεί ο μελετητής για να φτάσει στον τελικό του στόχο, στη δημιουργία, δηλαδή, ενός αποτελέσματος που θα ικανοποιεί το χρήστη, είναι η διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου. Σε έναν χώρο που έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με την αισθητική, τις συνήθειες και τις ανάγκες του χρήστη, είναι επόμενο να του δημιουργούνται θετικά συναισθήματα και κατ' επέκταση άνεση. Ένας χώρος που δεν τον ικανοποιεί αισθητικά, θα του δημιουργήσει ένταση, αρνητικά συναισθήματα και θα οδηγηθεί να το θεωρήσει «κακή» κατασκευή. Στο κομμάτι αυτό, η διακόσμηση και ο χρωματισμός των διαφόρων χώρων, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για την ευχαρίστηση των ατόμων.

1.3.1 Διακόσμηση

Από τη στιγμή που ο άνθρωπος άρχισε να καλύπτει τις βιολογικές του ανάγκες, το αμέσως επόμενο βήμα ήταν η ανάγκη για καλαισθησία. Αυτό τον οδήγησε στην διακόσμηση του περιβάλλοντός του, από τα πολύ προσωπικά αντικείμενα ως και τους χώρους τους οποίους «χρησιμοποιεί». Έτσι, έχουμε την εμφάνιση διακοσμητικής τάσης σε όλες τις εκφάνσεις της, δηλαδή, μακιγιάζ, κόσμημα, διακόσμηση ενδύματος (κέντημα), αντικειμένων (ζωγραφική, ψηφιδωτό, βιτρώ κ.α), χώρων, ακόμα και ταφικών μνημείων (πυραμίδες).

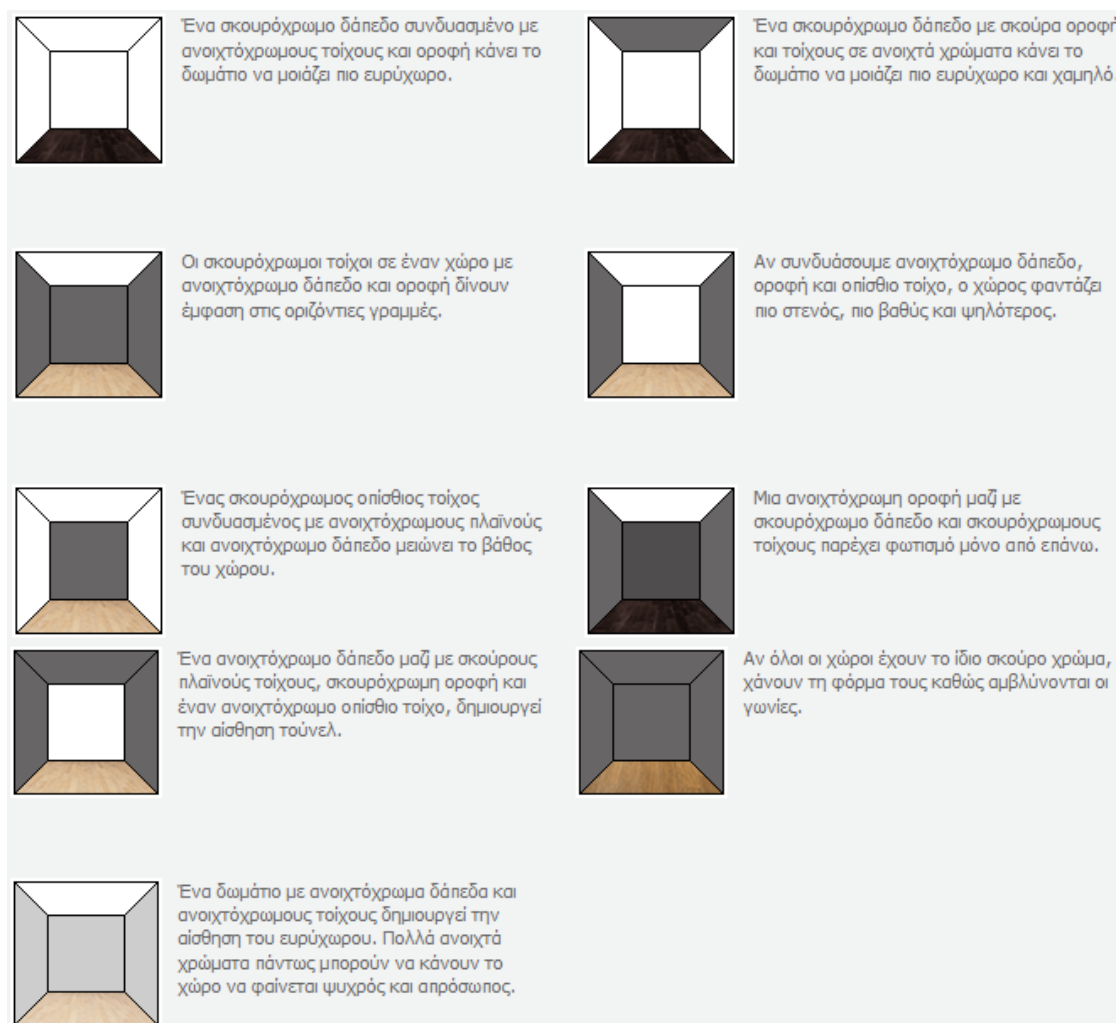
Όταν έπαψε να αποτελεί απλά ανάγκη και πέρασε στη σφαίρα της πνευματικής αναζήτησης και μπήκε στον χώρο της τέχνης, η διακοσμητική αυτή τάση, άρχισε να εξελίσσεται και να ακολουθεί την εποχή και τις συνθήκες που ενίοτε επικρατούν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθούν διάφορες τεχνικές «δημιουργίας» όπως κέντημα, πλεκτό, ζωγραφική αντικειμένων, ζωγραφική σε επιφάνειες, βιτρώ, ψηφιδωτό, τοιχογραφία, και πάρα πολλά άλλα που το κάθε ένα ξεχωριστά εξελισσόταν σε μορφή τέχνης.

Όπως λοιπόν και σε κάθε άλλη μορφή τέχνης, έτσι και στη διακόσμηση εσωτερικών χώρων εμφανίζονται κινήματα που αντιπροσωπεύουν τις αναζητήσεις και τις εκφράσεις της κάθε εποχής. Εκφράσεις όπως Μπαρόκ, Art Nouveau (στή Γαλλία), ή Jugendstil (στήν Γερμανία) ή Stile Liberty (στήν Ιταλία), Μοντέρνο στύλ/ Αρ Νουβώ (στην Ελλάδα) αποτελούν κάποια από τα κινήματα που έχουν εμφανιστεί ανά τους αιώνες. Αφορά λοιπόν τη δημιουργία ενός «σκηνικού», μέσα στο χώρο ,που με τη χρήση διαφόρων επίπλων, υλικών, χρωμάτων, υφασμάτων και κατασκευών κάνει το εσωτερικό περιβάλλον οικείο αλλά και χρηστικό στο άτομο. Μια καλή διακόσμηση μπορεί να τονίσει τον καλό σχεδιασμό του χώρου, ενώ αντίθετα, μια άστοχη θα μπορούσε να τον υποβιβάσει κατά πολύ ακόμα κι αν είναι σωστός. Για τον λόγο αυτό, δεν θα πρέπει να εκλαμβάνεται ως κάτι λιγότερο χρήσιμο για την δημιουργία μιας βιώσιμης και λειτουργικής κατασκευής.

Είναι γεγονός ότι κάθε χώρος χρήζει διαφορετικής αντιμετώπισης, ωστόσο έχουν διαμορφωθεί κάποιοι κανόνες που αναφέρονται στις διάφορες χρήσεις, για τη λειτουργικότητα για παράδειγμα ενός γραφείου, ενός ιατρείου, μιας κατοικίας ή ενός σχολείου κλπ.

1.3.2 Χρωματισμοί

Στα πλαίσια της διακόσμησης, ο χρωματισμός^{VIII} των χώρων, αναλαμβάνει με τη σειρά του το δικό του πολύ σημαντικό ρόλο αφού είναι ο καθοριστικός της παράγοντας. Αυτό συμβαίνει γιατί έχει τη δύναμη να διαμορφώσει εντυπώσεις και συναισθήματα (Εικόνα 7). Οι τόνοι των χρωμάτων στους τοίχους σε συνδυασμό με τα δάπεδα μπορούν να κάνουν ένα χώρο να μοιάζει μεγαλύτερος, μικρότερος, ευρύχωρος ή πιο στενός, ψηλοτάβανος ή χαμηλοτάβανος. Επίσης, μετά από έρευνες και μελέτες έχει αποδειχθεί ότι τα χρώματα επηρεάζουν σημαντικά την διάθεση και την ψυχική υγεία των ατόμων.



Εικόνα 7: Συνδυασμοί χρωμάτων και αίσθηση

Βάσει αυτών των ερευνών κάθε χρώμα δημιουργεί και διαφορετικά συναισθήματα, καθοδηγώντας έτσι την τοποθέτησή τους στους διάφορους χώρους. Και σε αυτό το σημείο, υπάρχουν κάποιοι υποτυπώδεις κανόνες που βοηθούν στο να αποτρέπεται ο λανθασμένος χρωματισμός επιφανειών και να ενισχύεται η αισθητική και η ευχαρίστηση των χρηστών.

Ενδεικτικά αναφέρονται:

- **Κόκκινο**
Θεωρείται το πιο ερωτικό χρώμα, παράλληλα όμως αυξάνει την ενέργειά μας. Ενδείκνυται για χώρους στους οποίους κινούμαστε, όπως το χολ, οι σκάλες ή η κουζίνα. Σε δωμάτια που προορίζονται για ξεκούραση καλό είναι να αποφεύγεται.
- **Ροζ**
Λένε πως είναι σχεδόν αδύνατο να τσακωθείς μέσα σε ροζ δωμάτιο. Το χρώμα που έχουν τα κουφέτα συμβολίζει την φιλία και δημιουργεί αισθήματα γαλήνης, χαλάρωσης και ισορροπίας. Σε μεγάλες δόσεις μπορεί να κουράσει.
- **Πορτοκαλί**
Προτιμάται στα εστιατόρια, τα καφέ και τα σουπερμάρκετ, γιατί ενεργοποιεί το πεπτικό σύστημα και ανοίγει την όρεξη. Αν έχουμε πρόβλημα βάρους δεν βάφουμε ποτέ την κουζίνα μας πορτοκαλί. Επίσης ενεργεί ως ισχυρότατο αντικαταθλιπτικό, αυξάνει την αυτοπεποίθηση και δημιουργεί την αίσθηση της ζέστης στον χώρο και βοηθά στην εγκεφαλική δραστηριότητα.
- **Κίτρινο**
Χαρίζει κέφι, τονώνει την αυτοεκτίμηση και διώχνει τις φοβίες. Θεωρείται το χρώμα της επικοινωνίας και συμβολίζει τη διαύγεια σκέψης και τη φιλοδοξία. Κατάλληλο για σαλόνι ή γραφείο.
- **Πράσινο**
Χρώμα της αρμονίας, συμβολίζει την κατανόηση, την αποδοχή, την ευημερία και τη γενναιοδωρία. Το πράσινο χρώμα θεραπεύει τα τραύματα του παρελθόντος, ανακουφίζει τον πονοκέφαλο και την ναυτία, μειώνει την κλειστοφοβία και επαναφέρει την ισορροπία.
- **Θαλασσί**
Θεωρείται το χρώμα της αλήθειας του διαλογισμού και της περισυλλογής. Δροσίζει και ηρεμεί, καθώς μειώνει την ένταση και τον εκνευρισμό.
- **Μαύρο**
Συμβολίζει την πειθαρχία και την εσωστρέφεια, αλλά και τον φόβο για το μέλλον. Το μαύρο αυξάνει την αυτοσυγκράτηση και την αυτάρκεια.
- **Λευκό**
Συμβολίζει την πίστη, την ελπίδα και την διαφάνεια. Χαρίζει διαύγεια και μας βοηθάει να απαλλαγούμε από τις αρνητικές σκέψεις και τους παράλογους φόβους.

Συνοψίζοντας λοιπόν, γίνεται σαφές ότι στα πλαίσια της μελέτης κατασκευής ενός κτιρίου, λαμβάνονται υπ' όψη βιολογικοί, επιστημονικοί, κατασκευαστικοί, κλιματολογικοί, προσωπικοί, αισθητικοί και οικονομικοί παράγοντες, οι οποίοι θέτουν τη βάση πάνω στην οποία θα εργαστεί ο μελετητής. Αξιολογώντας όλες τις παραμέτρους, τα δεδομένα και τα ζητούμενα, θα καταλήξει σε ένα αποτέλεσμα το οποίο θα απεικονίζει τις προτεραιότητες που έχουν τεθεί από τον χρήστη, από τον ίδιο, αλλά και από το περιβάλλον.

Μια από τις προτεραιότητες που απασχολούν τη σημερινή εποχή, είναι η όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και η αξιοποίηση των διαφόρων εναλλακτικών πηγών αυτής σε διάφορους τομείς, αλλά κυρίως στον κτηριακό τομέα, ο οποίος κατέχει το μεγαλύτερο ποσοστό κατανάλωσης ενέργειας. Η τάση αυτή, γίνεται προσπάθεια να

συμβαδίζει βεβαίως και με τις πρακτικές ανάγκες αλλά και την αισθητική των χρηστών. Από τη σύνθεση όλων αυτών και μετά από μελέτες, προέκυψε ο «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός των Κτιρίων» ή αλλιώς «Οικολογική ή Πράσινη Αρχιτεκτονική» που αποτελεί το θέμα του επόμενου κεφαλαίου.

1.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

I. Σύνδρομο του άρρωστου κτιρίου (sick building syndrome)

Π: (http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf) «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική Εργασία, ΕΜΠ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Αργυράκη Μαρία, Αθήνα, Ιούλιος 2008

Σύμφωνα με την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας, το 30% των νέων ή επισκευαζόμενων κτιρίων παρουσιάζουν προβλήματα «εσωτερικής ρύπανσης».

Η ρύπανση αυτή οφείλεται στον ανεπαρκή αερισμό του χώρου, στην ατμοσφαιρική ρύπανση, στη σκόνη και στα ακάρεα που υπάρχουν στο χώρο, στις ακτινοβολίες, αλλά και σε χημικούς ρύπους που οφείλονται στα υλικά κατασκευής.

Συγκεκριμένα, όσον αφορά τους χημικούς ρύπους, η φορμαλδεΐδη (που συναντάται στα μονωτικά υλικά από πίσσα, ουρεθάνες, ίνες ύαλου, αλκαλοειδή, κλπ., σε έπιπλα από κόντρα πλακέ, σε ψευδοροφές, σε νοβοπάν ή άλλα συνθετικά υλικά, όπως για παράδειγμα στις συνθετικές μοκέτες και σε ταπετσαρίες από συνθετικά υλικά), είναι μια πηγή ρύπανσης των χώρων στους οποίους ζούμε ή εργαζόμαστε.

Βλαπτικός, επίσης, παράγοντας είναι και ο αμιάντος που χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά (τσιμέντο), υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Πρόκειται για ουσία καρκινογόνο που έπρεπε να έχει απομακρυνθεί από όλα τα κτίρια από τη δεκαετία του '70, όμως ο αμιάντος δεν εξαφανίστηκε απόλυτα από τα κτίρια. Στις περισσότερες περιπτώσεις όχι μόνο παραμένει σε πολλά κτίρια αλλά και απελευθερώνεται στον χώρο λόγω της παλαιώσης και φθοράς των υλικών επιδεινώνοντας την κατάσταση του κτιρίου. Ρυπογόνες ουσίες είναι επίσης και οι τεχνητές ορυκτές ύλες (πετροβάμβακας/ υαλοβάμβακας) που αντικαθιστούν τον αμιάντο σαν θερμομονωτικά υλικά, καθώς επίσης πτητικές οργανικές ουσίες, οι οποίες εξαερώνονται με τη θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά, κόλλες, κ.λ.π., όπου υπάρχουν ως διαλύτες. Βέβαια, και ο καπνός του τσιγάρου συγκαταλέγεται στις ρυπογόνες πηγές που μπορούν να δημιουργήσουν ένα βλαβερό για τους ένοικους περιβάλλον, όπως επίσης τα οξειδία του αζώτου, το μονοξείδιο του άνθρακα και το διοξείδιο άνθρακα που απελευθερώνονται από τις διάφορες συσκευές του χώρου.

Συμπτώματα του συνδρόμου του άρρωστου κτιρίου, που μπορεί να παρουσιάσουν οι χρήστες, είναι πονοκέφαλοι, ζαλάδες, δύσπνοια, εκζέματα, παθήσεις του ήπατος, των νεφρών και του κεντρικού νευρικού συστήματος και διάφορες αλλεργικές αντιδράσεις. Συνεπώς, είναι αναγκαίο να παγιωθεί μια οικολογική προσέγγιση στην οικοδομική, ικανή να προτείνει εναλλακτικές οικολογικές οδούς, φιλικές προς τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

II. Πηγές ραδιενέργειας - ομάδες που εκτίθενται σε υψηλότερα επίπεδα ραδιενέργειας

Π: "HOME BIOLOGY", <http://www.home-biology.gr/index.php/epiptoseis-radienergeias>

Πηγές ραδιενέργειας

- 55% από το ραδιενεργό αέριο ραδόνιο που αναβλύζει από διάφορα σημεία του εδάφους.

- 15% από ιατρικές εφαρμογές (ακτινογραφίες, σπινθηρογράφημα, ακτινοβολήση καρκινικών όγκων κλπ.)
- 11% από ραδιενεργά ισότοπα που υπάρχουν φυσικά στο ίδιο μας το σώμα ή που παίρνουμε μέσω της τροφής.
- 8% από ραδιενεργά υλικά στο φλοιό της γης.
- 8% από τις κοσμικές ακτινοβολίες (από τον ήλιο και το διάστημα).
- 3% από καταναλωτικά είδη (πυραυλιχνευτές, δομικά υλικά όπως ο γρανίτης, κάπνισμα, μαγείρεμα με φυσικό αέριο κ.α.).
- <1% από πυρηνικά εργοστάσια, πυρηνικές δοκιμές, μεταφορά ραδιενεργών υλικών κ.α.

Ομάδες έκθεσης σε υψηλότερα επίπεδα ραδιενέργειας.

- Οι κάτοικοι πολύ ορεινών περιοχών
- Οι κάτοικοι περιοχών με υψηλά επίπεδα ραδονίου ή ραδιενεργό υπέδαφος
- Οι εργαζόμενοι σε πυρηνικά εργοστάσια, στην πυρηνική ιατρική, σε σπήλαια, ιαματικές πηγές και ορυχεία, στην παραγωγή τσιμέντου, αλουμίνιας και φωσφορικών λιπασμάτων, σε γεωτρήσεις πετρελαίου και σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση λιγνίτη, οι πιλότοι και οι αεροσυνοδοί κλπ.

III. Αναγκαία χαρακτηριστικά του αέρα για την υγιή κατάσταση του ατόμου

Π: «Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο», άρθρο, Ερωτόκριτος Τσίγκας, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ Τ.114, σελ.31
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/periodiko/issue19/is19ar03.pdf>

«Η άνεση σε ένα κατοικημένο χώρο εξαρτάται τόσο από τη θερμοκρασία όσο κι από την υγρασία. Πρέπει ακόμη να εξασφαλίζεται επαρκής κίνηση του αέρα...

Η καθαρότητα του εξωτερικού αέρα είναι αισθητά σταθερή στις διάφορες περιοχές. Στα κτίρια που κατοικούνται, η ατμόσφαιρα επηρεάζεται από τις σωματικές δραστηριότητες των ενοίκων (αναπνοή, φτάρνισμα, βήχας, αποβολή οργανικών οσμών κλπ.). Όταν υπάρχει αναμμένη φωτιά στο χώρο ή σε περίπτωση ανοιχτής φλόγας υπάρχει μόλυνση από τα προϊόντα της καύσης. Άλλες μορφές μόλυνσης εμφανίζονται όταν βιομηχανικές δραστηριότητες αποβάλλουν καπνούς, αέρια ή σκόνες. Τα κύρια χαρακτηριστικά του αέρα που πρέπει να εξασφαλίζονται με τον αερισμό είναι:

- Η περιεκτικότητα σε CO₂ και O₂. Η συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα σε ένα χώρο σπάνια ξεπερνά το 1% παρά το γεγονός ότι και διπλάσια σε περιεκτικότητα ποσότητα δε θα προκαλούσε δυσμενή αποτελέσματα. Το μόνο μειονέκτημα που εμφανίζεται στην περίπτωση αυτή είναι ότι περιορίζεται η περιεκτικότητα του αέρα σε οξυγόνο. Ένα μέγιστο ποσοστό CO₂ που να φτάνει το 2% θεωρείται επαρκές για τα εργοστάσια. Σε αντίθεση με το διοξείδιο του άνθρακα επιβάλλεται η αποφυγή του μονοξειδίου(CO) στον αέρα γιατί είναι δηλητηριώδες. Παρά το γεγονός ότι το οξυγόνο αποτελεί το βασικό συστατικό του αέρα ο περιορισμός του μπορεί να φτάσει σε πολύ χαμηλά όρια. Έτσι όταν ο αέρας του χώρου έχει μέχρι 17% οξυγόνο μπορεί να καίει ένα κερί ενώ σε ποσοστό μέχρι 13% αναπνέει ένα άτομο.
- Οι οσμές του σώματος. Η οσμή των ατόμων προέρχεται κυρίως από την εφίδρωσή τους και οφείλεται γενικά σε οργανικές ουσίες που αποβάλλονται από το ανθρώπινο σώμα. Παρά το γεγονός της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας με μείωση των αλλαγών αέρα ανά ώρα οι οσμές του ανθρώπινου σώματος μπορεί να επιβάλλουν μεγαλύτερα ποσοστά ανανέωσης του αέρα. Οι κανονισμοί κάθε χώρας

προσδιορίζουν τις αναγκαίες αλλαγές αέρα ανά ώρα για κάθε χώρο ανάλογα με τα άτομα και τις δραστηριότητες που πραγματοποιούνται σε αυτούς.

- Βακτηρίδια. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι ασθένειες του αναπνευστικού συστήματος και μερικές άλλες ακόμα οφείλονται στον αέρα που αναπνέουμε. Πειράματα έδειξαν ότι το φτάρνισμα και ο βήχας μεταδίδουν σε μεγάλη απόσταση σταγονίδια πλήρη από βακτηρίδια και ιούς που μεταδίδουν ασθένειες μια και παραμένουν ενεργά επί μεγάλο χρονικό διάστημα στον αέρα. Οι σχετικές επιστημονικές εργασίες επιβάλλουν ως αντίμετρο για την καταπολέμηση των ασθενειών που μεταδίδονται με αυτό τον τρόπο το συστηματικό αερισμό των χώρων.
- Καπνοί, αέρια και βιομηχανικές σκόρες. Το μεγαλύτερο ποσοστό των καπνών, των αερίων και της σκόνης που προέρχονται από βιομηχανικές δραστηριότητες είναι βλαβερές για την υγεία. Θα ήταν σκόπιμο οι ουσίες αυτές να αντιμετωπίζονται από την πηγή τους. Για το λόγο αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται φίλτρα ή άλλα μέσα ιδιαίτερα στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Για τις συσκευές θέρμανσης που τα καυσαέρια ελευθερώνονται στο χώρο διαβίωση, ο μόνος τρόπος βελτίωσης είναι η αντικατάστασή τους με ηλεκτρικές συσκευές ή με άλλες συσκευές που να λειτουργούν κατά τρόπο που να απομακρύνονται τα καυσαέρια από το χώρο.
- Καπνός του τσιγάρου. Παρά το γεγονός ότι ο καπνός που προέρχεται από το τσιγάρο είναι ένα από τα πιο κοινά στοιχεία που μολύνουν τον αέρα, δεν είναι δυνατό να προσδιοριστεί το ποσοστό που θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ανεκτό. Αν ιδιαίτερη σημασία είχε μόνο η αποφυγή των ερεθισμών θα αρκούσε να ανανεώνεται ο αέρας σε αναλογία 12 ως 15 κ.μ. καθαρού αέρα ανά ώρα ανά άτομο. Σε δημόσιους χώρους με μεγάλο ύψος, το ποσοστό του κατάλληλου αερισμού εξαρτάται από τον αριθμό των τσιγάρων που καπνίζονται σε μια μέρα. Γενικά φαίνεται ότι θα ήταν ικανοποιητικό να ανανεώνεται ο αέρας με ρυθμό 30 έως 60κ.μ. ανά ώρα και ανά άτομο. Μια οικονομική αντικατάσταση του αέρα θα μπορούσε να καθορίζεται από τη χρήση ορισμένων αισθητήρων που θα ενεργούν ώστε να ανανεώνεται ο αέρας ανάλογα με τις ανάγκες.
- Η υγρασία και η συμπύκνωση υδρατμών. Η υγρασία του αέρα και η συμπύκνωση υδρατμών μπορούν να είναι επίσης επιβλαβείς για την υγεία των ενοίκων και για τα υλικά κατασκευής. Στην Ανατολική Ευρώπη, οι φθορές που οφείλονται στις συμπυκνώσεις υγρασίας αποτελούν ένα πολύ συνηθισμένο πρόβλημα. Η βελτίωση της στεγανότητας στον αέρα έχει ως συνέπεια τη μείωση του ποσοστού αερισμού και αύξηση των προβλημάτων που οφείλονται στην υγρασία. Αν βελτιωθεί ο αερισμός των χώρων περιορίζονται τα προβλήματα που οφείλονται στην υγρασία.
- Οργανικές ουσίες. Γενικά δεν είναι γνωστά πολλά στοιχεία από τα χαρακτηριστικά εκπομπής, τις συγκεντρώσεις στον αέρα των χώρων και τα επίδραση οργανικών ουσιών στην υγεία. Η πιο δραστική στρατηγική για τον έλεγχο αυτών των ουσιών είναι ο προσδιορισμός ενός ανώτατου ορίου συγκέντρωσης ή ο μηδενισμός της εκπομπής αυτών των ουσιών. Παρά το γεγονός ότι η αύξηση του αερισμού στους χώρους δεν είναι βέβαιο ότι ενδείκνυται σε αυτήν την περίπτωση είναι βέβαιο ότι θα κατεβάσει τη στάθμη συγκέντρωσης.
- Ιονίζουσες ακτινοβολίες^{xi} (ραδόνιο). Στις περιπτώσεις ιονίζουσας ακτινοβολίας (ραδιενέργειαⁱⁱ) είναι προτιμότερο να καταβληθεί προσπάθεια για τη μείωση των εκπομπών ιονισμού παρά για την αύξηση του αερισμού. Ορισμένα υπεδάφη αποτελούν πολύ σημαντικές πηγές ραδονίου για τα κτίρια. Στις περιπτώσεις που το σύστημα αερισμού περιλαμβάνει μία μόνο έξοδο με αποτέλεσμα να δημιουργείται στο χώρο υποπίεση υπάρχει περίπτωση να αυξάνεται η έξοδος ραδονίου. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων με το ραδόνιο φαίνεται ότι η χρήση

μηχανικού αερισμού με εφαρμογή συμπίεσης στο χώρο και αντίστοιχη διέξοδο αποτελεί ένα μέσο που λύνει το πρόβλημα.

- Σκόνη χώρου. Κατά τα τελευταία έτη η ύπαρξη σκόνης που περιέχεται στον αέρα παίζει σημαντικό ρόλο στην καθιέρωση ορισμένων κανονισμών αερισμού. Στον Αμερικανικό Κανονισμό, τον σχετικό με την ποιότητα του περιβάλλοντος αέρα, λαμβάνονται 63 κ.μ. ανά ώρα και άτομο με στόχο τη μείωση της συγκέντρωσης της σκόνης σε ένα χώρο καπνιστών ώστε να εξασφαλίζεται ανεκτή στάθμη. Το μεγάλο πλεονέκτημα της χρήσης του αερισμού για τον έλεγχο της μόλυνσης, δηλαδή της διασποράς των υλικών που μολύνουν, δεν είναι αρκετό για να επιβάλλει τη μέγιστη τιμή αλλαγών του αέρα ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικό περιβάλλον.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι στις μεγαλουπόλεις ο εξωτερικός αέρας είναι σε μεγάλο ποσοστό μολυσμένος ώστε να είναι απαραίτητη η χρήση φίλτρων που θα βελτιώνουν την κατάστασή του πριν ο αέρας αυτός εισέλθει στα κτίρια.»

IV. Μοντέλα ανάμιξης των εναλλασσόμενων αερίων μαζών

Π: http://www.arch.tuc.gr/lessons/dom_physics/ventilation.pdf

- 1) Μοντέλο πλήρους ανάμιξης
- 2) Μοντέλο μερικής ανάμιξης. Ο εισερχόμενος αέρας δεν φτάνει σε όλες τις περιοχές του χώρου.
- 3) Έξοδος του αέρα χωρίς ανάμιξη με τον αέρα που ήδη βρίσκεται μέσα στο χώρο.
- 4) Μοντέλο εκτόπισης. Ο εισερχόμενος αέρας εξωθεί, ως έμβολο, προς τις εξόδους τον αέρα που ήδη βρίσκεται μέσα στο χώρο.
- 5) Μοντέλο μετατόπισης. Ο εισερχόμενος αέρας μετακινείται προς τις εξόδους μερικώς αναμειγνυόμενος με τον αέρα που ήδη βρίσκεται μέσα στο χώρο.

V. Έλεγχος υγρασίας με τον αερισμό.

Π: « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

«Η υγρασία στο εσωτερικό ενός κτιρίου είναι εν γένει διαφορετική από αυτή του εξωτερικού περιβάλλοντος, εξ' αιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας, και της διαφορετικής συγκέντρωσης υδρατμών που οφείλεται σε παράγοντες συναρτώμενους με δραστηριότητες των ενοίκων και ιδιότητες της κατασκευής.

Τα όρια μέσα στα οποία κυμαίνεται η υγρασία του αέρα σε κατοικημένους χώρους επηρεάζουν το αίσθημα άνεσης των ενοίκων. Μικρές τιμές υγρασίας προκαλούν βλάβες στην υγεία, όπως: ξηρότητα δέρματος, ερεθισμό του αναπνευστικού συστήματος, ρινορραγία, κλπ. Αντίθετα, η υπερβολική υγρασία είναι πιθανό να οδηγήσει σε δυσάρεστες καταστάσεις όπως:

-βλάβη στην υγεία των ενοίκων

-συμπύκνωση υδρατμών σε ψυχρές επιφάνειες (π.χ παράθυρα) και δομικά υλικά

-δυσάρεστη οσμή του αέρα

-εμφάνιση μούχλας

-αυξημένες συγκεντρώσεις αερόφερτων βακτηριδίων και ιών.

Εάν υπολογίσουμε μόνο την παραγωγή υδρατμών σαν αποτέλεσμα του μεταβολισμού, υπολογίζεται ότι απαιτείται αερισμός 3l/s/άτομο για διατήρηση της σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό στο 45% όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι 0°C και η σχετική υγρασία 80%.

Προβλήματα υπερβολικής υγρασίας του αέρα στο εσωτερικό των κτιρίων συχνά προκύπτουν σαν αποτέλεσμα ανεπαρκούς αερισμού που με τη σειρά του μπορεί να οφείλεται σε περιορισμένη από αποτελεσματικότητα του συστήματος αερισμού ή σε εξαιρετικά αεροστεγή κατασκευή. Τέτοια προβλήματα έχουν εμφανιστεί σε κτίρια που για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας έχει περιοριστεί πολύ ο βαθμός αερισμού τους. Επίσης, η υπερβολική υγρασία μπορεί να συνδέεται με φαινόμενα συμπύκνωσης, που σε αρκετές περιπτώσεις παρατηρούνται κατά τη ροή του αέρα δια μέσου των δομικών στοιχείων.

Περισσότερο χαρακτηριστική είναι η συμπύκνωση που προκαλείται στα δομικά στοιχεία όταν θερμός και συχνά φορτισμένος με υδρατμούς αέρας εκρέει δια μέσου μικρών ανοιγμάτων του κελύφους στην ψυχρότερη ατμόσφαιρα. Η φυσική ερμηνεία του φαινομένου βασίζεται στη συνάρτηση της σχετικής υγρασίας του αέρα με τη θερμοκρασία (ψυχρότερος αέρας συγκρατεί μικρότερη ποσότητα υδρατμών και η πλεονάζουσα ποσότητα αναγκαστικά συμπυκνώνεται). Σύμφωνα με την ερμηνεία αυτή, φαινόμενα συμπύκνωσης παρατηρούνται συνήθως σε συνθήκες υπερπίεσης του εσωτερικού του κτιρίου. Η συμπύκνωση αυτή, πέρα από εξαιρετικά επιζήμια για την υγεία των ενοίκων, και για την εν γένει συμπεριφορά των δομικών στοιχείων, ακόμα, είναι επιζήμια και στη θερμομονωτική ικανότητα των υλικών.

Περιπτώσεις συμπύκνωσης υδρατμών που συνδέονται με τον αερισμό.

- Συστηματικές παρατηρήσεις του Tamura απέδειξαν ότι ευαίσθητο τμήμα ενός κτιρίου, με συχνά προβλήματα λόγω ανύπαρκτης ή άστοχης μελέτης αεροπερατότητας, είναι η κεκλιμένη στέγη. Αυτό συμβαίνει λόγω πολυπλοκότητας της κατασκευής και επειδή συχνά υπάρχουν διάφορα ανοίγματα στη μόνωση της οροφής για τη διέλευση αγωγών (καπνοδόχοι, αγωγοί εξαερισμού, προσβάσεις κλπ.). Υπό την επίδραση του φαινομένου του θερμοσιφωνισμού, αλλά και της διαφοράς πίεσης που προκαλείται από τον άνεμο, θερμός αέρας, από τον υπό της στέγης θερμαινόμενο χώρο, συχνά φορτισμένος σε υδρατμούς, ανέρχεται δια μέσου των κάθε φύσης ανοιγμάτων της οροφής, εισέρχεται στο χώρο της σοφίτας. Η θερμοκρασία που επικρατεί εκεί είναι συχνά χαμηλότερη από το σημείο κορεσμού, γεγονός που οδηγεί σε συμπύκνωση των υδρατμών στις εσωτερικές επιφάνειες της στέγης με εξαιρετικά βλαβερές συνέπειες στα υλικά της κατασκευής. Η αποφυγή παρόμοιων προβλημάτων προϋποθέτει περιορισμό της αεροπερατότητας της οροφής και πρόβλεψη αυξημένου αερισμού της σοφίτας σε συνδυασμό με μέτρα θερμοπροστασίας και υγραπροστασίας. Σε ειδική έκδοση του CMHC (Canada Mortgage and Housing Corporation) προτείνεται ότι θα πρέπει να εξασφαλίζεται επιφάνεια ανοίγματος αερισμού $1m^2$, για κάθε $300m^2$ θερμικά μονωμένης στέγης.
- Εκτός από τους υδρατμούς που παράγονται στο εσωτερικό, εξ' αιτίας οικιακών και βιολογικών δραστηριοτήτων, προβλήματα αυξημένης υγρασίας προκαλούν σε ένα κτίριο η χρήση μη επαρκώς αποξηραμένων υλικών (π.χ άμμος, ζυλεία), η είσοδος υετισμένου νερού (βροχή, χιόνι) καθώς επίσης η μεταφορά υγρασίας και πιθανή εμφάνιση μούχλας σε περιοχές του κτιρίου που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος (υπόγειο κενό κάτω από ισόγειο δάπεδο). Είναι φανερό ότι, εκτός από μέτρα αυξημένης υγραμόνωσης των αντίστοιχων χώρων, απαιτείται επαρκής αερισμός τους για την παρεμπόδιση αυτών των φαινομένων.
- Σε πολλές νέες κατασκευές, αλλά και επεμβάσεις σε παλαιότερα κτίρια, δεν ακολουθούνται οι οικοδομικοί κανόνες προστασίας από δυσμενείς επιδράσεις του περιβάλλοντος. Μία από τις συνέπειες παρόμοιων παραλήψεων είναι η δημιουργία πολλών θερμογεφύρων στο κτίριο και κυρίως στο κελύφος. Οι θερμογεφύρες αυτές συνεπάγονται ψύξη των δομικών στοιχείων σε συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και αντίστοιχα, εμφάνιση ψυχρότερων επιφανειών εσωτερικά στο κτίριο. Οι επιφάνειες αυτές, σύμφωνα με όσα εξηγήθηκαν, λειτουργούν υπό συνθήκες αυξημένης υγρασίας σαν περιοχές συμπύκνωσης υδρατμών. Παρόμοια φαινόμενα συχνά εντείνονται ή πρωτοεμφανίζονται, με επεμβάσεις στο σύστημα φυσικού αερισμού. Για παράδειγμα, μέτρα περιορισμού της αεροπροστασίας του κελύφους έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση της υγρασίας στους εσωτερικούς χώρους.

- Ο συνδυασμός συστήματος φυσικού αερισμού με ανεμιστήρα απαγωγής συνεπάγεται ότι το κτίριο βρίσκεται συνήθως σε κατάσταση υποπίεσης και τα κάθε φύσης ανοίγματα στο κέλυφος λειτουργούν κυρίως σαν είσοδοι του αέρα στο κτίριο. Στην περίπτωση αυτή τα φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών είναι σπανιότερα. Το ίδιο ισχύει και για τα μηχανικά συστήματα αερισμού με ανεμιστήρες εισροής και εκροής αέρα, υπο την προϋπόθεση ότι η ρύθμιση είναι τέτοια ώστε να διατηρείται υποπίεση στο εσωτερικό του κτιρίου. Η διατήρηση αυτής της υποπίεσης δεν είναι εύκολη, λαμβανομένων υπόψη των τεχνικών δυσκολιών (π.χ απορρύθμιση, απόφραξη αγωγών, φίλτρων κλπ.) αλλά και της επίδρασης των μετεωρολογικών συνθηκών.
- Φαινόμενα συμπύκνωσης δεν παρατηρούνται μόνο σε περιοχές του κτιρίου όπου λογικά συναντώνται μεγαλύτερες τιμές εκπομπής υδρατμών (κουζίνες, λουτρά κλπ). Αντίθετα, συμβαίνουν αρκετά συχνά σε άλλες περιοχές και κυρίως όπου η θερμική μόνωση είναι ασθενέστερη. Έτσι, παράλληλα με την αυτονόητη πρόβλεψη αυξημένου αερισμού των χώρων παραγωγής υδρατμών απαιτείται , τουλάχιστον για τον έλεγχο της υγρασίας, επάρκεια αερισμού όλων των χώρων του κτιρίου.»

VI. «Αερισμός και έλεγχος θορύβου»

Π: « ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Ν. Π. Παπαμανώλης, Διδακτορική Διατριβή, Θεσσαλονίκη 1992.

«Ο θόρυβος αποτελεί αρνητικό παράγοντα του εσωτερικού περιβάλλοντος με επιδράσεις στη φυσιολογία και την ψυχολογία των ενοίκων, όπως :

- βλάβες ακοής, υγείας
- παρεμβολή στην εργασία, δραστηριότητα
- παρεμπόδιση στην επικοινωνία
- επιρροή στην ακουστική ιδιωτικότητα
- δυσκολία στον ύπνο και την ανάπαυση

Ο αερισμός, στο βαθμό που εξαρτάται από την αεροπερατότητα του κελύφους, συναρτάται με τον έλεγχο του θορύβου στο εσωτερικό του κτιρίου. Στις λιγότερο αεροπερατές κατασκευές εξασθενεί ο εξωτερικός θόρυβος αλλά ακόμη και σε πολύ αεροστεγή κτίρια είναι πιθανό οι είσοδοι παροχής του αέρα να επιτρέπουν τη διάδοση θορύβου στο εσωτερικό. Η φορά ροής του αέρα δια μέσου των πάσης φύσης ανοιγμάτων επηρεάζει τη διάδοση του θορύβου δια μέσου αυτών. Επί πλέον, συστήματα μηχανικού αερισμού (ανεμιστήρες) σε λειτουργία αποτελούν πηγές θορύβου βάθους (background noise) σε ένα κτίριο.

Δευτερογενής επίδραση του συστήματος φυσικού αερισμού ενός κτιρίου στον έλεγχο του θορύβου συνδέεται με τη χρήση ελαφρών υλικών και κινητών μερών στην κατασκευή των ανοιγμάτων. Η αυξημένη ηχοπερατότητα των αντίστοιχων υλικών υποδεικνύει την αποφυγή προσανατολισμού τους σε περιοχές του κελύφους με αυξημένη ηχητική φόρτιση χωρίς τη λήψη κατάλληλων μέτρων ηχοπροστασίας.

Για την εξασθένηση του θορύβου δια μέσου ανοιγμάτων στο κέλυφος του κτιρίου έχουν επινοηθεί διάφορα συστήματα που τον απορροφούν.»

VII. ΤΕΣΣΕΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΕΦΑΡΜΟΖΟΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΑΞΗ

Π: «Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο», άρθρο, Ερωτόκριτος Τσίγκας, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ Τ.114, σελ.31
<http://diocles.civil.duth.gr/links/home/periodiko/issue19/is19ar03.pdf>

- Φυσικός Αερισμός

Πλεονεκτήματα: Απλή, φθηνή εγκατάσταση. Χωρίς κινητά μέρη στο σύστημα. Χωρίς δαπάνη ηλεκτρικού ρεύματος.

Μειονεκτήματα: Ο αερισμός επηρεάζεται από τον άνεμο, τη θερμοκρασία και την ανθρώπινη συμπεριφορά στο άνοιγμα των παραθύρων ή στις ειδικές συνθήκες αερισμού που οι ένοικοι επιθυμούν. Ιδιαίτερη επίδραση έχει η αεροστεγανότητα του κτιρίου και η κατανομή των διεισδύσεων. Κτίρια με διαρροές επηρεάζονται από υπερβολικό αερισμό και από ελκυσμό. Σε περίπτωση υπερβολικά αεροστεγούς κτιρίου υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού με αποτέλεσμα το σχηματισμό συμπυκνώσεων και προβλημάτων από τη μόλυνση του αέρα των χώρων. Στους χώρους απαιτείται η χρήση κατακόρυφων αεραγωγών (SHUNT) ιδιαίτερα σε κτίρια με πολλούς ορόφους.

- Φυσικός αερισμός με έλεγχο της λειτουργίας του.

Ο αυτοματισμένος έλεγχος της παροχής ή της εξαγωγής των ροών αέρα ανάλογα με την ανεμοπίεση ή τη θερμοκρασία που επικρατεί.

Πλεονεκτήματα: Χαμηλό κόστος που εξαρτάται από τον αυτοματισμό του συστήματος εισροής.

Μειονεκτήματα: Τα αποτελέσματα παρόμοιων συστημάτων στον αερισμό και στην κατανάλωση ενέργειας δεν έχουν αξιολογηθεί με σαφήνεια. Προβλήματα θα μπορούσαν να εμφανιστούν στον έλεγχο της ροής του αέρα και στο ποσοστό αλλαγών αέρα ιδιαίτερα όταν το κτίριο δεν είναι επαρκώς αεροστεγές και οι δυνάμεις που καθορίζουν τη λειτουργία του συστήματος περιορισμένες. Το σύστημα αυτό απαιτεί την εγκατάσταση κατακόρυφων σωληνώσεων αερισμού ιδιαίτερα στην περίπτωση κτιρίων με πολλούς ορόφους.

- Αερισμός με ανεμιστήρες εξαερισμού.

Πλεονεκτήματα. Ο αερισμός εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα του ανεμιστήρα. Η αποσυμπίεση του κτιρίου μειώνει τον κίνδυνο συμπύκνωσης υγρασίας που προέρχεται από το εξωτερικό μέρος του κτιρίου. Αποτελεί μηχανικό σύστημα αερισμού χαμηλού κόστους. Σε αεροστεγές περίβλημα τα κατάλληλα τοποθετημένα στόμια εισροής του αέρα μπορεί να εξασφαλίσουν αερισμό με κατάλληλη διανομή και έλεγχο. Είναι εύκολη η εφαρμογή του και επιδέχεται ανάκτηση της θερμότητας στην εξαγωγή του αέρα (π.χ. σύζευξη με αντλία θερμότητας για την παραγωγή θερμού νερού).

Μειονεκτήματα: Υπάρχει κίνδυνος ανεπαρκούς αερισμού σε διάφορα σημεία του κτιρίου αν αυτό εμφανίζει σημεία μεγάλης στεγανότητας ιδιαίτερα σε θέσεις κοντά στην έξοδο. Οι είσοδοι αέρα πρέπει να έχουν τις κατάλληλες διαστάσεις και να είναι τοποθετημένες σε σημεία που να περιορίζεται η ταχύτητα του αέρα σε θέσεις που εμφανίζονται ρεύματα. Οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τη λειτουργία του ανεμιστήρα έχουν ως αποτέλεσμα τον περιορισμό ιδιαίτερα δραστικών σφραγισμάτων του κελύφους. Οι αγωγοί εισροής αέρα πρέπει να καθαρίζονται σχετικά συχνά.

- Μηχανικό σύστημα αερισμού με παροχή καθαρού αέρα.

Πλεονεκτήματα: Όταν το κτίριο είναι αεροστεγές τότε ο αερισμός έχει εξαιρετα αποτελέσματα σε όλο το κτίριο. Δυνατότητες διευθέτησης του συστήματος παροχής

αέρα με προθέρμανση και φιλτράρισμα. Η παροχή αέρα μπορεί να γίνεται από σημείο που δεν έχει μολυσμένο αέρα. Εύκολη εφαρμογή ανάκτησης θερμότητας.

Μειονεκτήματα: Ακριβή εγκατάσταση ιδιαίτερα σε υφιστάμενα κτίρια. Απαιτεί κτίρια χωρίς διαρροές. Πολύ ευαίσθητο σύστημα σε διακυμάνσεις της πίεσης. Οι θόρυβοι από τους ανεμιστήρες ίσως να αποτελούν πρόβλημα. Οι διατάξεις παροχής αέρα πρέπει να εφαρμόζονται κατάλληλα ώστε να αποφεύγονται ρύποι στις επιφάνειες που συνήθως προκαλούνται από ρεύματα αέρα. Οι αεραγωγοί πρέπει να καθαρίζονται συχνά.

VIII. ΧΩΡΟΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ

Π: Ntekop design group, <http://ntekop.blogspot.com/2009/03/blog-post.html>

Το χρώμα αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα στην εμφάνιση και τη λειτουργικότητα ενός χώρου. Δημιουργεί οικειότητα και ατμόσφαιρα ενώ είναι Βασικό στοιχείο της διακόσμησης. Ο πετυχημένος χρωματισμός ζωντανεύει τους χώρους, η αίσθηση των πραγμάτων αποκτά άλλη υπόσταση και οι καθημερινές δραστηριότητες γίνονται πιο ευχάριστες.

ΤΟ ΧΡΩΜΑ ΣΤΟ ΧΩΡΟ

Η επίδραση των χρωμάτων στην ποιότητα του χώρου είναι πολύ σημαντική. Η αναγνώριση του τρόπου με τον οποίο το χρώμα προκαλεί την άνεση και τη συναισθηματική ευδαιμονία είναι η σημαντικότερη παράμετρος για την επιλογή ενός χρώματος. Η προσέγγιση του χρώματος με αυτόν τον σχεδόν αφηρημένο τρόπο προϋποθέτει την ανάλυση της ανθρώπινης αντίδρασης στα διάφορα χρώματα. Οι σκέψεις περί στυλ και λειτουργικότητας θα πρέπει να παραμεριστούν προσωρινά και το ενδιαφέρον θα πρέπει να επικεντρωθεί σε θέματα λιγότερο χειροπιαστά που έχουν να κάνουν με την αίσθηση και την ατμόσφαιρα που δημιουργούν τα διάφορα χρώματα. Το χρώμα δεν είναι εγγενές χαρακτηριστικό ενός αντικειμένου. Ένα κόκκινο μήλο για παράδειγμα δεν είναι κόκκινο από μόνο του. Απορροφά όλα τα μήκη κύματος του φωτός εκτός από το κόκκινο το οποίο αντανακλά πίσω στα μάτια μας. Οι διακοσμητικές επιλογές που αφορούν στα χρώματα και στην υφή δεν μπορούν να εξεταστούν απομονωμένες από το φωτισμό. Ο προσανατολισμός είναι σημαντικός παράγοντας. Δύο χώροι με το ίδιο χρώμα αλλά με αντίθετο προσανατολισμό θα δείχνουν πολύ διαφορετικά. Ένα δωμάτιο με βόρειο ή βορειοανατολικό προσανατολισμό θα μοιάζει πάντα ψυχρό, οι σκιές θα είναι πιο απαλές, οι φόρμες πιο ακαθόριστες, τα χρώματα πιο άτονα, σε αντίθεση με τους πλούσιους χρυσούς τόνους του φωτός από το νότο. Τα ηλιόλουστα φωτεινά δωμάτια είναι φιλόξενα, χαρούμενα και γεμάτα ζωή ενώ τα δωμάτια που φωτίζονται έμμεσα με σκιές που διαγράφονται καθαρά ή επιμηκύνονται μπορεί να δείχνουν βαρετά, κρύα και αφιλόξενα. Όταν λοιπόν πρόκειται να επιλεγεί ο χρωματισμός ενός χώρου, θα πρέπει να αναζητηθούν πηγές έμπνευσης. Μια τέτοια πηγή αποτελούν τα χρώματα του περιβάλλοντος, της φύσης ή του γύρω τοπίου. Τα καλύτερα χρώματα συνήθως επιτυγχάνονται σύμφωνα με τα φυσικά αντικείμενα αλλά από μνήμης. Έτσι τα χρώματα προκύπτουν πιο γλυκά. Τα έτοιμα χρώματα που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι συχνά είτε πολύ ζωντανά και επιθετικά είτε χαλαρά και ουδέτερα, λίγο-πολύ μονότονα. Για το λόγο αυτό η προσωπική έμπνευση θα πρέπει να είναι οδηγός στην επιλογή του χρωματισμού ενός χώρου.

ΤΟΝΟΣ ΚΑΙ ΧΡΩΜΑ

Το κόκκινο, το κίτρινο και το μπλε θεωρούνται βασικά χρώματα και σπάνια χρησιμοποιούνται αυτούσια. Η ανάμειξη δυο βασικών χρωμάτων δημιουργεί ένα δευτερεύον ή συμπληρωματικό χρώμα. Τα συμπληρωματικά χρώματα είναι το πορτοκαλί (κόκκινο + κίτρινο), το πράσινο (μπλε + κίτρινο) και το βιολετί (μπλε + κόκκινο). Στα τρίτα χρώματα συγκαταλέγονται οι συνδυασμοί δύο συμπληρωματικών χρωμάτων. Τα χρώματα έχουν τα συμπληρωματικά ή τα αντίθετα τους. Το συμπληρωματικό του πορτοκαλί είναι το μπλε, του πράσινου το κόκκινο και του βιολετί το κίτρινο. Σπάνια συνδυάζονται στη διακόσμηση το βιολετί και το κίτρινο αλλά ορισμένοι συνδυασμοί συμπληρωματικών χρωμάτων δίνουν ένα όμορφο αποτέλεσμα. Ο συνδυασμός του καθαρού κόκκινου και του καθαρού πράσινου προκαλούν μια αρκετά δυσάρεστη οπτική αίσθηση κυρίως από κοντά. Αλλά ένα κόκκινο γλυκό με ένα πράσινο υποτονικό ή ένα ροζ και ένα πράσινο βαθύ θα μπορούσαν να ταιριάζουν πολύ. Ο συνδυασμός γενικά των καθαρών βασικών χρωμάτων με τα καθαρά συμπληρωματικά τους δεν δημιουργεί ευχάριστο αποτέλεσμα. Ο τόνος δεν αφορά στο χρώμα αλλά καθορίζεται από το βαθμό της έντασης του: φωτεινό - μέσο - σκοτεινό. Το άσπρο και το μαύρο είναι τα δυο άκρα στην κλίμακα των γκρι. Έτσι ένα κόκκινο και ένα μπλε μπορεί να έχουν τον ίδιο τόνο (ένταση) παρόλο που είναι διαφορετικά χρώματα. Για να συνδυαστούν δυο χρώματα σε ένα δωμάτιο πρέπει να ληφθεί υπόψη τόσο το χρώμα όσο και ο τόνος τους. Η πιο απλή μέθοδος για να καταλάβουμε την ένταση ενός χρώματος είναι να μισοκλείσουμε τα μάτια. Οι επιφάνειες με τον ίδιο τόνο συγχέονται. Σημαντική είναι επίσης και η φωτεινότητα των χρωμάτων. Ορισμένα χρώματα είναι πιο φωτεινά από άλλα γιατί αντανακλούν περισσότερο φως. Ένας χώρος με φωτεινούς τοίχους φαίνεται πιο ευρύχωρος γιατί το φως αντανακλάται από τον έναν τοίχο στον άλλο. Τα λευκά, τα μπεζ και τα κίτρινα είναι ιδανικά για να δημιουργηθεί το αίσθημα της ευρυχωρίας. Αντίθετα τα σκοτεινά κόκκινα, πράσινα και μπλε που απορροφούν το φως ταιριάζουν σε μεγάλους χώρους μεγάλου ύψους και άπλετα φωτισμένους. Τα χρώματα χωρίζονται ακόμα σε ψυχρά και θερμά. Τα θερμά είναι τα κόκκινα και τα πορτοκαλί. Τα ψυχρά περιλαμβάνουν τα μπλε. Το μόνο χρώμα πραγματικά ουδέτερο είναι το γκρι που προκύπτει από ανάμειξη ίσης ποσότητας λευκού και μαύρου.

Η ΜΟΔΑ ΚΑΙ ΤΑ ΧΡΩΜΑΤΑ

Όπως στα ρούχα έτσι και στους χώρους ο χρωματισμός υπακούει στη μόδα. Σε σχέση με τη διακοσμητική διάθεση κάθε εποχής ορισμένα χρώματα επανέρχονται περιοδικά ενώ κάποια άλλα πιο σπάνια. Χρώματα παράξενα ήταν κάποτε σε μεγάλη εκτίμηση ενώ σήμερα μας φαίνονται κουραστικά. Στη βικτωριανή εποχή για παράδειγμα δεν δίσταζαν μπροστά σε συνδυασμούς πολλών χρωμάτων που σήμερα μας φαίνονται αταίριαστα και παράλογα. Πρόκειται κυρίως για συνδυασμούς πολλών τρίτων χρωμάτων και μερικών συμπληρωματικών. Βάση λαδί σκούρο - τοίχοι σωμόν - ταβάνι έντονο θαλασσί είναι ένας συνδυασμός βικτωριανής εποχής. Και η δεκαετία του '60 είχε επίσης τα αγαπημένα της χρώματα. Πορτοκαλί ανοιχτό, πράσινο έντονο, σοκολατί και βιολετί. Σήμερα τα χρώματα είναι περισσότερο απαλά και μελαγχολικά. Χρησιμοποιούνται περισσότερο χρώματα συμπληρωματικά που θεωρούνται πιο διαπεραστικά και φιλτραρισμένα.

Τα χρώματα της Πομπηίας και της Αρχαίας Ελλάδας είναι πάλι στη μόδα. Ο συμβολισμός των χρωμάτων είναι βασισμένος πάνω σε αφορμές, σκέψεις και αιτίες συγκινησιακές. Κάθε άνθρωπος βλέπει τα χρώματα με το δικό του τρόπο. Εξαιρώντας τις προσωπικές προτιμήσεις άνθρωποι της ίδιας κουλτούρας μοιράζονται λίγο-πολύ τα ίδια

γούστα. Λέγεται συχνά ότι τα κόκκινα και τα κίτρινα είναι διεγερτικά σε αντίθεση με τα πράσινα που είναι κατευναστικά. Τα μπλε και τα βιολετιά έχουν τη φήμη των κρύων και καταθλιπτικών χρωμάτων. Παρόλα αυτά μπορεί να είναι πολύ ατμοσφαιρικά. Η επίδραση και η σημασία των χρωμάτων είναι τεράστια. Η πετυχημένη χρωματική διαφοροποίηση ενός χώρου προσθέτει ατμόσφαιρα, ζωή, ακόμα και αισθησιασμό. Ένα ουδέτερο χρώμα δημιουργεί άτονη ατμόσφαιρα ακριβώς γιατί είναι ομοιόμορφο. Ο χρωματισμός που δημιουργεί ενδιαφέροντα παιχνίδια, τονίζοντας κάποιες ιδιαίτερες γωνίες, δίνει ζωντάνια και αμεσότητα στις επιφάνειες και τα υλικά.

Δίνοντας χρώμα στο χώρο μας με βάση την προσωπικότητα μας και τον τρόπο ζωής μας, σεβόμενοι ωστόσο τις γενικές αρχές της συμπεριφοράς τους, δίνουμε έναν ξεχωριστό τόνο στην προσωπική ή και στην επαγγελματική μας ζωή.

ΜΑΥΡΑ - ΓΚΡΙ – ΑΣΠΡΑ

Το μαύρο ταιριάζει σχεδόν με όλα τα χρώματα του φάσματος αλλά το χρυσό, το ασημί και το άσπρο ' είναι αυτά που το αναδεικνύουν. Παρόλα αυτά είναι ένα δύσκολο χρώμα κυρίως σε μεγάλες επιφάνειες καθώς απορροφά πλήρως το φως. Ακόμα και σε μικρή επιφάνεια προκαλεί θλίψη. Είναι λοιπόν προτιμότερο να χρησιμοποιείται για να τονίζει κάποια στοιχεία ή λεπτομέρειες. Σε κάθε περίπτωση όμως δεν θα πρέπει να χρησιμοποιείται για να σκουρίνει ένα άλλο χρώμα, θα το "σκότωνε" δηλαδή θα αλλοιώνε την υπόσταση του. Η υφή του μαύρου είναι επίσης σημαντική. Είναι πολύ ωραιότερο ματ απ' ό,τι γυαλιστερό μια και δα έμοιαζε με μια πλαστική επιφάνεια.

Οι διάφορες αποχρώσεις του γκρι είναι πάντα ατμοσφαιρικές και μυστηριώδεις. Υπάρχουν θερμά γκρι με βάση το ροζ και το πράσινο και ψυχρά γκρι με βάση το μπλε. Τα καλύτερα γκρι προκύπτουν από την ανάμειξη δύο συμπληρωματικών χρωμάτων και του άσπρου. Το γκρι μπορεί να μοιάζει πολύ κρύο αλλά αν είναι σωστά επιλεγμένο μπορεί να αναδειχθεί ως ένα πού ζεστό χρώμα. Ανάλογα με τη σύνθεση του θα χρωματίσει ένα δωμάτιο ή αντίθετα θα το κάνει μονότονο και ουδέτερο. Τα γκρι είναι ασταθή στη θερμοκρασία και στον τόνο. Όπως οι χαμαιλέοντες, ακολουθούν τα γειτονικά χρώματα. Γι αυτό δα πρέπει να προστεθεί κόκκινο για να γίνουν πιο θερμά.

Το ροζ το άσπρο και το μπλε είναι τα χρώματα που ταιριάζουν καλύτερα στο γκρι. Το άσπρο ταιριάζει με όλα τα χρώματα και όλους τους συνδυασμούς. Μπορεί να δημιουργήσει ένα αποτέλεσμα πολύ "σκληρό" ή αντίθετα να αναδείξει τα γειτονικά χρώματα. Μια και το άσπρο είναι συνδυασμένο με την αγνότητα ή την καθαρότητα μπορεί αν παίξει σημαντικό ρόλο στο χρωματισμό ενός δωματίου. Το λευκό ξαναήρθε στη μόδα στην "καθαρή", ολοκληρωτική μορφή του. Ωστόσο θα μπορούσε κανείς να βρει τέσσερις αποχρώσεις του λευκού: το "πράσινο" λευκό του αφρού, το "μπλε" λευκό των σύννεφων, το "κίτρινο" λευκό του φεγγαριού και το "ροζ" λευκό των κοχυλιών. Το άσπρο και τα "σπασμένα" άσπρα είναι χρώματα πολύ φωτεινά που συνθέτονται από το λευκό και πολύ λίγο χρώμα. Στη χειρότερη περίπτωση θα είναι χρώματα γλυκά και στην καλύτερη απαλά και σοφιστικέ. Χρησιμοποιούνται πολύ μια και συνδυάζονται θαυμάσια με όλα τα χρώματα του φάσματος.

ΤΑ ΚΟΚΚΙΝΑ

Το κόκκινο είναι ένα χρώμα μελαγχολικό, βαθύ, θερμό, συνώνυμο του πλούτου και της πολυτέλειας. Αυτές οι ποιότητες βρίσκονται περισσότερο στο πορφυρό και στο μπορντό απ' ό,τι στα ανοικτά κόκκινα. Μπορεί το κόκκινο να χρησιμοποιηθεί σαν κυρίαρχο χρώμα ή χρώμα συνοδευτικό. Είναι σοβαρή η απόφαση προκειμένου να χρησιμοποιηθεί σε μεγάλες επιφάνειες αυτό το έντονο και διαπεραστικό χρώμα. Ωστόσο το αποτέλεσμα μπορεί να είναι εξαιρετικό, θα πρέπει πάντως να αποφεύγεται σε δωμάτια όπου περνούμε πολλές ώρες. θα

ταιρίαζε καλύτερα σε ένα χώρο όπου χρησιμοποιείται βραδινές ώρες, δηλαδή ένας χώρος υποδοχής ή μια τραπεζαρία. Σαν χρώμα είναι εξαιρετικά ευαίσθητο σε αλλοιώσεις. Το βαθύ κόκκινο ταιριάζει με το απαλό γκρι, το χρώμα του χρυσού, τα μπλε, το "σπασμένο" λευκό και το γκρι-μπλεζ.

ΤΑ ΠΡΑΣΙΝΑ

Αυτό το χρώμα είναι ένα από τα πιο ξεκούραστα, ανακαλεί στη μνήμη τη φύση. Το πράσινο είναι το εθνικό χρώμα των Άγγλων, το βρίσκουμε κυρίως σε διακοσμήσεις του 18ου αιώνα. Το πλεονέκτημα του είναι ότι παρεμβάλλεται με τη φυσικότητα και την απαλότητά του ανάμεσα στη φρεσκάδα του μπλε και τη ζεστασιά του κόκκινου. Γι αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στην επίπλωση. Όταν το πράσινο έχει μεγάλη περιεκτικότητα σε κίτρινο είναι δυσάρεστο αλλά όταν έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε μπλε γίνεται ψυχρό (τυρκουάζ). Τα χρώματα που ταιριάζουν με το πράσινο είναι το βαθύ κόκκινο, το κόκκινο της φωτιάς, το γκρι, το μπλε, τα γήινα χρώματα και το ροζ.

ΤΑ ΚΙΤΡΙΝΑ

Το κίτρινο απελευθερώνει μια ηλιακή ζεστασιά. Το συμπληρωματικό του χρώμα είναι το βιολετί που θα χρησιμοποιηθεί για να το βαθύνει και να το σκουρύνει. Η γκάμα του κίτρινου κυμαίνεται ανάμεσα στην όχρα και το ανοιχτό χρώμα της άμμου περνώντας από το εκθαμβωτικό κίτρινο της Κίνας. Για το χρωματισμό κτιρίων τα κίτρινα είναι ελαφρώς γήινα, βρίσκονται ανάμεσα στο κροκί και το μουσταρδί. Τα κίτρινα είναι γνωστά για τη λάμψη που δίνουν στους χώρους. Η κυριότερη δυσκολία στην εφαρμογή του βρίσκεται στη αλλοίωση του στον τεχνητό φωτισμό. Τη νύχτα τα απαλά κίτρινα εξαφανίζονται ενώ το έντονο κίτρινο του λεμονιού εμφανίζεται ψυχεδελικό. Το κίτρινο αντανακλά το φως μεγαλώνοντας τα δωμάτια, φωτίζοντας τα σημαντικά. Για το λόγο αυτό αποτελεί ιδανική λύση κυρίως για χώρους με λίγο φως. Ο χρωματισμός των ταβανιών με κίτρινο μπορεί να δώσει μια πολύ καλή ατμόσφαιρα στα βορινά δωμάτια. Τα χρώματα που ταιριάζουν περισσότερο με το κίτρινο είναι το βαθύ μπλε, το θαμπό κόκκινο, το γκρι και η ανοιχτή όχρα.

ΤΑ ΡΟΖ

Υπάρχει μεγάλη γκάμα από ροζ τα οποία δεν έχουν καμία σχέση με τις άνοστες και κακόγουστες αποχρώσεις που για πολλούς είναι συνώνυμα του ροζ Το ανυπόφορο ροζ της καραμέλας προκύπτει από την τριτομμένη μίξη λευκού και κόκκινου. Όμως ενδιαφέροντα ροζ προκύπτουν από το γήινο κόκκινο και το λευκό. Ορισμένα ροζ όπως το σωμόν είναι αρκετά έντονα. Παρόλα αυτά, τα χρώματα που αναδεικνύουν καλύτερα μια διακόσμηση είναι τα απαλά ροζ των ινδικών ή ιταλικών προσόψεων. Το ροζ ταιριάζει απόλυτα στο μπλε και το πράσινο κυρίως σκοτεινά και με ορισμένες ώχρες, τις πιο ψυχρές. Το γκρι και το ροζ κάνουν επίσης έναν όμορφο συνδυασμό.

ΤΟ ΓΗΙΝΟ ΚΟΚΚΙΝΟ (TERRACOTTA)

Η γκάμα των κόκκινων της γης κυμαίνεται ανάμεσα στο βαθύ πορτοκαλί και στο καστανοκόκκινο. Παρασκευασμένα με βάση τα οξειδία του σιδήρου χρησιμοποιείται από τα πολύ παλιά χρόνια. Τα γήινα κόκκινα είναι εξαιρετικά χρώματα για το εσωτερικό κυρίως για ψυχρά κλίματα εξαιτίας της ζεστασιάς τους. Η σωστή τους χρήση κάνει το χώρο πιο οικείο. Είναι τα χρώματα στα οποία εφαρμόζονται πιο πετυχημένα οι διάφορες τεχντροπίες (με

σπόγγο, με σκούπισμα, με σπάτουλα). Αν είναι πολύ θερμά ή πνιγηρά θα πρέπει να προστεθεί λίγο πράσινο ή μπλε (τα συμπληρωματικά) για να γλυκάνει ή να ψυχράνει. Τα χρώματα αυτής της γκάμας ταιριάζουν θαυμάσια με το μπλε, το κίτρινο-γκρι και το λαδί αλλά οι πιο ψυχροί συνδυασμοί έχουν καλύτερο αποτέλεσμα.

ΤΑ ΜΠΛΕ

Από όλα τα χρώματα το μπλε είναι αυτό που έχει το μεγαλύτερο αριθμό αποχρώσεων. Είναι το πιο εύκολο στην ανάμειξη με άλλα χρώματα και το πιο δύσκολο να χρησιμοποιηθεί ως διακοσμητικό. Είναι άλλοτε "αρσενικό" και ζωνρό (θαλασσί και πετρόλ) και άλλοτε γλυκό και φυσικό όπως τα θερμά μπλε (το λιλά της λεβάντας). Πολλοί αποφεύγουν το μπλε στη διακόσμηση ως χρώμα ψυχρό και δύσκολο κυρίως σε χώρους με κακό προσανατολισμό. Ωστόσο μπορεί το μπλε να είναι λαμπερό, χαρούμενο και φωτεινό και ταιριάζει σε πολλά άλλα χρώματα κυρίως με τις θερμές ώχρες. Το μπλε "χρειάζεται" χρώματα δυνατά που θα το αναδείξουν. Τα χρώματα που ταιριάζουν περισσότερο με τα μπλε είναι τα γκρι, τα ροζ ορισμένα πράσινα και άσπρα "σπασμένα" και ώχρες πορτοκαλί – κόκκινες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, η Αρχιτεκτονική έχει πλέον να αφορά μονοσήμαντα την κάλυψη βιολογικών αναγκών του ανθρώπου. Έχει πλέον και άλλους ρόλους, όπως το να αποτελεί τέχνη (κτίρια με περίτεχνα γλυπτά, ψηφιδωτά κλπ. όπως ο Παρθενώνας, η Παναγιά των Παρισίων κ.α.), μέσο προβολής κύρους (κατασκευές που με τον όγκο και τα υλικά τους αποσκοπούν στο να επιδείξουν το κύρος του ιδιοκτήτη-περισσότερο σε παλαιότερες εποχές με την ύπαρξη ανακτόρων κλπ ,όπως εκείνο των Βερσαλλιών κ.α.), ή πρόκληση για την επίλυση σημαντικών προβλημάτων που σχετίζονται με νόμους της φύσης ή και ακραία φυσικά και καιρικά φαινόμενα (ουρανοξύστες, αερογέφυρες, υπόγειες και υπέργειες εγκαταστάσεις μέσω μαζικής μεταφοράς κ.α).

Όλες αυτές οι δομές απαιτούν κατανάλωση ενέργειας τόσο για την κατασκευή τους όσο και για την λειτουργία τους. Οι νέες τεχνολογίες και ο ραγδαίος ρυθμός εξέλιξης των πραγμάτων καθώς και η αύξηση του αριθμού των ατόμων, οι ανάγκες των οποίων θα πρέπει να ικανοποιηθούν με τις διάφορες κτιριακές εγκαταστάσεις, οδηγούν στην όλο και μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση του περιβάλλοντος αλλά και την εξάντληση των φυσικών πηγών.

2.1 ΣΗΜΕΡΙΝΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

Αναφέροντας τον όρο Ενεργειακό Μοντέλο Κατασκευών, εννοείται η κατανάλωση ενέργειας, τόσο ποσοτικά όσο και ποιοτικά, που απαιτείται στον τομέα αυτόν. Κάθε κτιριακή μονάδα, για την κάλυψη των αναγκών των χρηστών της, απαιτεί ενέργεια ανάλογα φυσικά με πολλούς παράγοντες, όπως η χρήση, το μέγεθος, η δυναμικότητα, η τοποθεσία κλπ.

2.1.1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ

Παρακολουθώντας την ιστορία των κτισμάτων, παρατηρείται το φαινόμενο, καθώς οι συνθήκες αλλάζουν, συγχρόνως να αυξάνονται αλλά και να μεταλλάσσονται οι ανάγκες των κτιρίων σε ενέργεια¹¹. Σ' αυτό συμβάλει η πρόοδος της τεχνολογίας, οι αλλαγές στις απαιτήσεις των χρηστών (βιοτικό επίπεδο), η δυναμικότητα των κτιρίων κ.α. Για παράδειγμα άλλες ανάγκες σε ενέργεια είχαν κτίσματα πριν την ανακάλυψη του ηλεκτρικού ρεύματος (εφεύρεση του ηλεκτρικού λαμπτήρα το 1879 από τον Τόμας Έντισον) και άλλες παρουσιάζουν την σύγχρονη εποχή με την καθημερινή χρήση ολοένα και περισσότερων συσκευών ρεύματος (ψυγείο, ηλεκτρονικοί υπολογιστές κλπ).

Πέρα όμως από την μεταβολή των ενεργειακών αναγκών στο χρόνο, παρουσιάζονται διαφορές και σε κτίρια σύγχρονα συγκρινόμενα μεταξύ τους. Έτσι, για παράδειγμα, άλλη ενέργεια καταναλώνεται στις σκανδιναβικές χώρες και άλλη στις νοτιώτερες¹⁰. Στις χώρες

¹⁰ «Υπολογίζεται πως στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 41% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται για την κάλυψη των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη. Το αντίστοιχο ποσοστό για τις πρώην ανατολικές χώρες και τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης ανέρχεται σε 49%.», «ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ», Κ.Ν. Αξαρλή, Αρχιτέκτονας Α.Π.Θ, MsocSci B' ham, Δρ Α.Π.Θ. http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/PROSEXEIS_EKDHLWSEIS/ENERGEIAKO_PISTOP_OIHTIKO_KTIRIWN/Tab1/axarlh.pdf

της Ευρωπαϊκής Ένωσης ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Στην Ελλάδα το ποσοστό αυτό κυμαίνεται περίπου στο 34% (πηγή Υπουργείου Ανάπτυξης για το 2005).

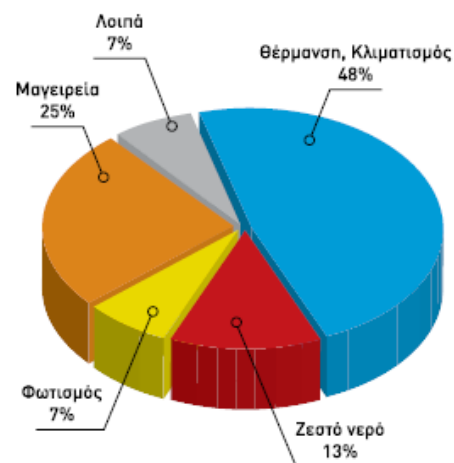
Συγκεκριμένα, η κατανομή τελικής ζήτησης διαμορφώνεται ως εξής:

- Μεταφορές 38%
- Κτιριακός τομέας 34%
- Βιομηχανία 18%
- Αγροτικός τομέας 6 %
- Λοιπές χρήσεις 4%

Στο σημερινό Ενεργειακό Μοντέλο, τα κτήρια για την ορθή λειτουργία τους, απαιτούν ενέργεια κυρίως για τη θέρμανση¹¹, την ψύξη-δροσισμό, τον φωτισμό και τη λειτουργία των συσκευών και των εγκαταστάσεων.



Εικόνα 8: Ποσοστά καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τομέα
<http://energometria.gr/pdf/booklet.pdf>



Εικόνα 9: Ποσοστά καταναλισκόμενης ενέργειας ανά δραστηριότητα
<http://energometria.gr/pdf/booklet.pdf>

¹¹ Πιο συγκεκριμένα, για τις κατοικίες έρευνες αποδεικνύουν ότι το μεγαλύτερο ποσοστό (48%) της καταναλισκόμενης ενέργειας ξοδεύεται για τη θέρμανση.

A) Θέρμανση

Για την επίτευξη θερμικής άνεσης κυρίως τους χειμερινούς μήνες, απαιτείται η κατανάλωση ενέργειας με σκοπό να θερμανθεί ο χώρος στον οποίο τα άτομα περνούν χρόνο. Το ποσό θερμότητας λοιπόν, που πρέπει να ληφθεί ως βάση για τον σχεδιασμό της εγκατάστασης θέρμανσης, αποτελεί τις θερμικές ανάγκες ενός χώρου και εν γένει ενός κτιρίου οι οποίες είναι ανεξάρτητες από την εγκατάσταση. Είναι πολλοί οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται οι θερμικές ανάγκες. Κάποιοι από αυτούς είναι το μέγεθος του χώρου, ο τρόπος κατασκευής της τοιχοποιίας, το μέγεθος καθώς και το υλικό κατασκευής των κουφωμάτων, ο αερισμός κ.α. Ο υπολογισμός τους γίνεται για κάθε χώρο ξεχωριστά και οι συνολικές θερμικές ανάγκες του κτιρίου, είναι το άθροισμα όλων των θερμικών αναγκών του κάθε χώρου.

Στον υπολογισμό αυτό, οι περιπτώσεις διακρίνονται σε κανονικές και ειδικές. Στις κανονικές περιλαμβάνονται οι συνηθισμένες κατασκευές που καταλαμβάνουν το μεγαλύτερο μέρος των κτιρίων όπως μονοκατοικίες, πολυκατοικίες, δημόσια κτίρια, εμπορικά καταστήματα, τράπεζες, εκπαιδευτικά κτίρια, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, εργοστάσια κλπ., ενώ στις ειδικές περιπτώσεις περιλαμβάνονται οι σπάνια θερμαινόμενοι χώροι (π.χ εκκλησίες), τα κτίρια βαριάς κατασκευής (π.χ καταφύγια, κλειστά υπόγεια γκαράζ), οι μεγάλες αίθουσες και τα θερμοκήπια.

Εκτός από την ικανοποιητική θέρμανση, το ίδιο σημαντική είναι και η εξασφάλιση ομοιόμορφης θέρμανσης σύμφωνα με τις απαιτούμενες εσωτερικές θερμοκρασίες. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό σε ορισμένα πλαίσια και εξαρτάται κυρίως από τη θερμική συμπεριφορά του κτιρίου, από την επιλογή των αυτοματισμών της εγκατάστασης και του τρόπου λειτουργίας αυτών. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα, για πολλά χρόνια, η θέρμανση γινόταν συνήθως διακεκομμένα (κεντρική θέρμανση), για λόγους οικονομίας. Κατ' αυτή την επιλογή, η εγκατάσταση θέρμανσης είναι μεγαλύτερης δυναμικότητας από αυτή που υπολογίζεται με βάση τον κανονισμό και μ' αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η γρήγορη αναθέρμανση των χώρων μετά τη διακοπή. Βέβαια, σωστότερη αντιμετώπιση είναι, η εγκατάσταση θέρμανσης να έχει το μέγεθος που αντιστοιχεί στους υπολογισμούς και η διάρκεια λειτουργίας να ρυθμίζεται από το σύστημα ρύθμισής της (είτε ανάλογα με την εσωτερική θερμοκρασία, είτε ανάλογα με την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα- αυτόνομη θέρμανση).

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης και την Τεχνική Οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86) οι συνιστώμενες εσωτερικές θερμοκρασίες για τις προαναφερθείσες κανονικές περιπτώσεις είναι οι παρακάτω:

- ✓ Σε διαδρόμους, κλιμακοστάσια και άλλους χώρους μετάβασης από το εξωτερικό περιβάλλον σε θερμαινόμενους χώρους, επαρκεί μια θερμοκρασία σχεδιασμού 15°C για την προσαρμογή του ατόμου σε συνθήκες θερμαινόμενου χώρου.
- ✓ Σε χώρους που συνήθως τα άτομα φέρουν ελαφρά ενδυμασία (λουτρά, αποδυτήρια κλπ) η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι 22-24°C περίπου για να αντισταθμίζεται η αυξημένη απώλεια θερμότητας από το σώμα.
- ✓ Σε χώρους που παρουσιάζουν μεγάλα θερμικά κέρδη από την παρουσία ατόμων (αμφιθέατρα, εκκλησίες, κλειστά γυμναστήρια κλπ) η θερμοκρασία σχεδιασμού μειώνεται στους 18 °C έως και 16 °C.
- ✓ Ενώ για χώρους διήμερευσης είναι αρκετή μια θερμοκρασία γύρω στους 20 °C.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ 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

Εικόνα 10: Συνιστώμενες θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 2425/86)

Οι εγκαταστάσεις θέρμανσης¹² κατατάσσονται σε διάφορες κατηγορίες σύμφωνα με διάφορα κριτήρια. Έτσι, με βάση την **θέση** της πηγής παροχής θερμικής ενέργειας, μπορούμε να διακρίνουμε:

- τοπική θέρμανση
- κεντρική θέρμανση
- περιφερειακή θέρμανση πόλης (τηλεθερμάνσεις).

Με βάση την **πηγή** παροχής θερμικής ενέργειας, μπορούμε να διακρίνουμε:

- θέρμανση με χρήση στερεών καυσίμων
- θέρμανση με χρήση υγρών καυσίμων
- θέρμανση με χρήση αερίων καυσίμων
- θέρμανση με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας
- θέρμανση με χρήση αντλίας θερμότητας
- θέρμανση με ηλιακή ενέργεια

Με βάση το **μέσο** μετάδοσης της θερμικής ενέργειας στους διάφορους χώρους του κτιρίου, μπορούμε να διακρίνουμε:

- θέρμανση με νερό (θερμό και υπέρθερμο)
- θέρμανση με ατμό (χαμηλής και υψηλής πίεσης)
- θέρμανση με αέρα

Με βάση τον **τρόπο** μετάδοσης της θερμικής ενέργειας στους διάφορους χώρους του κτιρίου, μπορούμε να διακρίνουμε:

- θέρμανση με ακτινοβολία θερμότητας
- θέρμανση με συναγωγή θερμότητας
- συνδυασμό των δύο προηγούμενων

¹² Βικιπαίδεια, http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7_%CE%B8%CE%AD%CF%81%CE%BC%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%BF%CF%85

Οι τρόποι θέρμανσης ενός κτηρίου που χρησιμοποιούνται στην πράξη τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα είναι το καλοριφέρ με λέβητα πετρελαίου, το τζάκι ή οι ξυλόσομπες, οι σόμπες πετρελαίου, η θέρμανση με φυσικό αέριο και τα ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα. Κάθε μια από αυτές τις επιλογές παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε σχέση με το κόστος εγκατάστασης, την εργονομία και την απόδοση και ως εκ τούτου, απαιτείται ολοκληρωμένη θερμοδυναμική μελέτη για την επιλογή της καταλληλότερης λύσης .

B) Ψύξη- δροσισμός

Αντίστοιχα με τους χειμερινούς μήνες, κατά τους θερινούς, για να επέλθει θερμική ισορροπία, ο δροσισμός των κτιρίων κατά βάση, είναι το κομμάτι στο οποίο καταναλώνεται ενέργεια. Η αύξηση των θερμοκρασιών κατά τις τελευταίες δεκαετίες λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου, κάνουν τη ζωή των ανθρώπων όλο και πιο δύσκολη κυρίως στα αστικά κέντρα με αποτέλεσμα να αυξάνεται και το ποσοστό ενέργειας που απαιτείται για τον δροσισμό των κτιρίων.

Όπως είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς, πριν την εμφάνιση των τεχνολογικών επιτευγμάτων, ο δροσισμός των κτιρίων γινόταν με φυσικές μεθόδους και με ότι εφόδια είχαν οι άνθρωποι την κάθε εποχή. Για παράδειγμα, στη Ρώμη, γινόταν



Εικόνα 11: Ανεμοσυλλέκτης- Περσία

διανομή νερού από τα υδραγωγεία στους τοίχους των σπιτιών ή στην Περσία χρησιμοποιούνταν οι λεγόμενοι Πύργοι Ανέμου ή Ανεμοσυλλέκτες^{III} (malqaf), τεχνική που χρησιμοποιούν ακόμα και σήμερα. Όπως και σε όλους τους άλλους τομείς, η τεχνολογία επηρέασε και τον τρόπο δροσισμού των κτιρίων, φτάνοντας σήμερα στη χρήση του λεγόμενου κλιματισμού και των διαφόρων συστημάτων του.

Ο κλιματισμός αφορά μηχανικές εγκαταστάσεις με την βοήθεια των οποίων επιτυγχάνεται ο έλεγχος της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ποιότητας αέρα στους χώρους του κτιρίου, και είναι επόμενο να απαιτεί μεγάλες ποσότητες ενέργειας. Ωστόσο υπάρχουν και τα συστήματα εκείνα που προσφέρουν μόνο ψύξη και όχι όλα τα υπόλοιπα. Έχει επικρατήσει όμως λανθασμένα, οι όροι κλιματισμός και ψύξη να χρησιμοποιούνται χωρίς διάκριση και τα μηχανήματα που προσφέρουν μόνο ψύξη να ονομάζονται κλιματιστικά αντί για ψυκτικά μηχανήματα.

Ανάλογα με το μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για την απαγωγή θερμότητας και την απόδοση ψύξης στους χώρους, διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες:

- Κλιματισμός - Ψύξη Δαπέδου ή Δαπεδόψυξη ή Ενδοδαπεδια ψύξη
- Κλιματισμός - Ψύξη με χρήση fan coil
- Κλιματισμός - Ψύξη με χρήση αεραγωγών
- Κλιματισμός - Ψύξη με συστήματα ψυκτικού μέσου freon (VRV-VRF inverter, split heat pumps)

Ανάλογα με την πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται για να παραχθεί ψυκτική ενέργεια υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες:

- Κλιματισμός - Ψύξη από Γεωθερμία ή Γεωθερμική
- Κλιματισμός - Ψύξη από ηλεκτρική ενέργεια
- Κλιματισμός - Ψύξη από Φυσικό αέριο ή LPG
- Κλιματισμός - Ψύξη από Diesel

- Κλιματισμός - Ψύξη από συμπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Ανάλογα με το ψυκτικό μέσο το οποίο χρησιμοποιείται για να μεταφερθεί η ψύξη που παράγεται διακρίνονται οι παρακάτω κατηγορίες:

- Κλιματισμός - Ψύξη δια ύδατος
- Κλιματισμός - Ψύξη δια αέρος
- Κλιματισμός - Ψύξη δια ψυκτικού μέσου freon

Και τέλος, ανάλογα με τη δυναμικότητα του συστήματος και τον αριθμό των χώρων για τους οποίους προορίζεται, διακρίνονται τα παρακάτω συστήματα κλιματισμού:

- Τοπικό σύστημα
- Ημικεντρικό σύστημα
- Κεντρικό σύστημα

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΧΩΡΟΥ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
Κατοικίες	25 - 26	40 - 50
Κτίρια γραφείων	25 - 26	40 - 50
Βιβλιοθήκες - Μουσεία	22	40 - 55
Εστιατόρια και Κέντρα διασκεδάσεως	23 - 26	50 - 60
Εκπαιδευτικά κτίρια	26	45 - 50
Νοσοκομεία		
Αίθουσες	24	45 - 50
Χειρουργεία	20 - 24	50 - 60
Αναρρωτήρια	24	50 - 60

Εικόνα 12: Συνιστώμενες θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες (TOTEE 2425/86)

Η αναγκαιότητα του κλιματισμού όσον αφορά τον κτιριακό τομέα, δεν περιορίζεται μόνο στην ικανοποίηση των χρηστών αλλά και στη δημιουργία ειδικού περιβάλλοντος όπου αυτό απαιτείται. Πιο συγκεκριμένα, όταν χρειάζεται να ευνοηθεί κάποια χημική ή βιολογική εξέλιξη (π.χ. εργαστήρια), κάποια μηχανική κατεργασία (π.χ. βιομηχανία) ή με σκοπό την προστασία αντικειμένων (π.χ. μουσεία, βιβλιοθήκες, ιστορικά κτίρια κ.α.).

Συνηθισμένες εφαρμογές κλιματισμού

ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΑΝΕΣΗΣ	ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ	ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ
Κατοικίες	Υφαντουργία	Χειρουργεία
Θέατρα	Καπνά	Διαστημόπλοια
Κινηματογράφοι	Δέρμα	Εργαστήρια ερευνών
Νοσοκομεία	Φωτογραφικό υλικό	
Εσπιατόρια	Γουλοποϊία	
Μουσεία	Φάρμακα	
Βιβλιοθήκες	Χρώματα	
Τράπεζες	Ζυθοποϊία	
Πολυκαταστήματα	Ηλεκτρικά προϊόντα	
Γραφεία	Χημικά προϊόντα	
Σχολεία	Τρόφιμα	
Εργαστήρια	Οχήματα μεταφοράς στην ξηρά	
Στούντιο TV, ραδιοφώνου	Οχήματα μεταφοράς στον αέρα	
Χώροι εργασίας εργοστασίων	Οχήματα μεταφοράς στη θάλασσα	
Αίθουσες Η/Υ		

Εικόνα 13:Συνηθεις εφαρμογές κλιματισμού

Με τον κλιματισμό μπορεί να επιτευχθεί:

- **Ψύξη:** η διεργασία κατά την οποία αφαιρείται θερμική ενέργεια (θερμότητα) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό τη μείωση της θερμοκρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.
- **Υγρανση:** η διεργασία κατά την οποία προστίθεται νερό (υγρασία) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την αύξηση της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα επίπεδα.
- **Αφύγρανση:** η διεργασία αφαίρεσης νερού (υγρασίας) με σκοπό τη μείωση της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.
- **Ανανέωση:** η διεργασία εναλλαγής του εσωτερικού με τον εξωτερικό αέρα με σκοπό την αραίωση των αέριων προσμίξεων και την εξασφάλιση της απαραίτητης ποιότητας εσωτερικού αέρα.
- **Καθαρισμός:** η διεργασία αφαίρεσης των σωματιδιακών και βιολογικών προσμίξεων του αέρα με σκοπό τη βελτίωση και τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.

Με κατάλληλο συνδυασμό συσκευών, συστημάτων ελέγχου και τρόπων λειτουργίας, όπως και με τα συστήματα θέρμανσης, μπορούν να προκύψουν αμέτρητα συστήματα κλιματισμού. Η τελική διαμόρφωση όμως ενός συστήματος είναι αποτέλεσμα πολλών παραγόντων όπως κόστος εγκατάστασης, τύπος κτιρίου, χρήση χώρου, αισθητικό αποτέλεσμα κ.α.

Γ) Φωτισμός

Οι συνθήκες οπτικής άνεσης σε έναν χώρο, δεν αποτελούν είδος πολυτέλειας. Αποτελούν ικανές και αναγκαίες συνθήκες για την διαβίωση των ατόμων. Ο σωστός και επαρκής φωτισμός, επιδρά θετικά στην ψυχολογία και την αποδοτικότητα των χρηστών. Ανέκαθεν λοιπόν, ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε ό,τι μέσα είχε για να έχει όσο το δυνατόν καλύτερο φωτισμό στους χώρους του και για όσο μεγαλύτερο μέρος της ημέρας μπορούσε. Δεν είναι τυχαίο που οι συνήθειές του, κατά τη διάρκεια της ημέρας, κατά καιρούς μετατρέπονται. Για παράδειγμα, για τον άνθρωπο που ζούσε την εποχή που ο φωτισμός γινόταν με κεριά, η μέρα ξεκινούσε με την ανατολή του ηλίου και τελείωνε με τη δύση του. Αυτό συνέβαινε γιατί δεν μπορούσε να συνεχίσει τις ασχολίες του, εφόσον το μόνο μέσο φωτισμού που είχε, ήταν ο ήλιος. Αντίθετα, ο σύγχρονος άνθρωπος μπορεί να εξακολουθεί να εργάζεται, να διασκεδάζει και γενικά να συνεχίζει τις ασχολίες του και τις νυχτερινές ώρες.

Ιστορικά λοιπόν, ο πρωτόγονος άνθρωπος, μαζεύει την οικογένειά του γύρω από εστίες φωτιάς που έχει δημιουργήσει μέσα στις σπηλιές όπου ζει, τις οποίες χρησιμοποιεί ταυτόχρονα για φωτισμό, θέρμανση, υποτυπώδες μαγείρεμα ακόμα και κοινωνικές επαφές και διασκέδαση. Πολύ αργότερα, μέχρι και πριν το 1800 που η αρχιτεκτονική υπάρχει στη ζωή του, ο φωτισμός των κτιρίων επιτυγχάνεται μέσω των ανοιγμάτων και ενισχύεται με κεριά και λάμπες λαδιού. Σε κλίματα με άπλετο φυσικό φωτισμό, αρχίζουν να εμφανίζονται τα προβλήματα θάμβωσης και ως εκ τούτου ο άνθρωπος καλείται να ελιχθεί και να τα αντιμετωπίσει. Τα προβλήματα αυτά λοιπόν αντιμετωπίζονται με τη μείωση του μεγέθους των ανοιγμάτων και με τη χρήση διαχυτικών υλικών και κατασκευών (γρίλιες, καφασωτά, έγχρωμοι υαλοπίνακες κ.α.)

Η αναγκαιότητα του εσωτερικού φωτισμού γίνεται πιο σαφής και ενισχύεται με διάφορα περιεργα γεγονότα που έχουν εμφανιστεί και σχετίζονται μ' αυτόν, όπως η εμφάνιση του λεγόμενου «φόρου παραθύρου»^{IV} στην Αγγλία κατά τον 18^ο- 19^ο αιώνα. Τέτοιου είδους συμβάντα αποδεικνύουν ότι με την αλλαγή του τρόπου ζωής των ανθρώπων παροχές που κάποτε έμοιαζαν πολυτέλεια, μετατρέπονται σε είδη πρώτης ανάγκης αυξάνοντας τις απαιτήσεις των ατόμων.

Συνεχίζοντας, το 1879 ο T. Edison εφευρίσκει τον λαμπτήρα πυρακτώσεως, ο οποίος λειτουργεί με βάση τη θερμότητα. Περιλαμβάνει ένα λεπτό μεταλλικό νήμα, από βαρύ, δύστηκτο μέταλλο, συνήθως βολφράμιο, τυλιγμένο σε σπείρες. Αυτό φέρεται από τις άκρες του συγκολλημένο σε δύο παχύτερα σύρματα από όπου εφαρμόζεται η ηλεκτρική τάση η οποία θέτει τα ηλεκτρικά φορτία σε κίνηση και εξαναγκάζει το νήμα να φωτοβολεί από τη θέρμανσή του. Όταν το μήκος του νήματος είναι μεγαλύτερο των 2 cm τότε αυτό συγκρατείται και ενδιάμεσα από μη ηλεκτροφόρα σύρματα σε ακτινική διάταξη. Η κατασκευή αυτή περικλείεται σε γυάλινη σφαιρική ή ελλειπτική φύσιγγα χαμηλής πίεσης αερίου.

Μετά από αυτήν την εφεύρεση, αρχίζει η συμβατική ενέργεια να χρησιμοποιείται κατά κόρον και σε υπέρμετρες δόσεις. Έως και το '70 η κατανάλωση ενεργειακών πηγών και οι οικολογικές συνέπειες αγνοούνταν και κυριαρχούσε η άποψη ότι η φύση υπάρχει για να υπηρετεί τον άνθρωπο κι έτσι μπορεί να την εκμεταλλεύεται αστείρευτα προς όφελός του. Και εφόσον θεωρητικά, ο τεχνητός φωτισμός είναι απόλυτα ελεγχόμενος ως προς τη διάρκεια και την ποσότητα και δίνει άπειρες δυνατότητες και εντυπωσιακότερα αποτελέσματα ως προς την αρχιτεκτονική γι' αυτό και προτιμάται.

Οι ρυθμοί χρήσης των ενεργειακών πηγών είναι ανεξέλεγκτοι μέχρι που η πρώτη ενεργειακή κρίση έκανε την εμφάνισή της το 1973. Έκτοτε αρχίζουν να γίνονται μελέτες σχετικά με την κατανάλωση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Οι πιο σύγχρονες από αυτές αναφέρουν ότι στον οικιακό τομέα καταναλώνονται 90TWh/έτος για φωτισμό ενώ στη βιομηχανία 160TWh/έτος. Πιο συγκεκριμένα, τα κτίρια γραφείων καταλαμβάνουν το 30%-

50% της συνολικής κατανάλωσης, τα καταστήματα το 25-50%, ενώ τα νοσοκομεία και τα ξενοδοχεία το 10-25%.

Είναι προφανές λοιπόν ότι λόγω του τρόπου ζωής και των συνηθειών που έχει υιοθετήσει ο άνθρωπος, είναι αναπόφευκτη η εξ' ολοκλήρου κατάργηση του τεχνητού φωτισμού ενώ παράλληλα δύο είναι τα λάθη που γίνονται από πλευράς μελετητών και οδηγούν στην αλόγιστη χρήση του. Από τη μια πλευρά η υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων στο επίπεδο σχεδιασμού, με σκοπό την αποφυγή προβλημάτων που μπορεί να προκύψουν από την ελλιπή μελέτη, και από την άλλη η χρήση πεπερασμένης ή συμβατικής τεχνολογίας οδηγούν στην υψηλή κατανάλωση χωρίς απαραίτητα να επιτυγχάνεται το επιθυμητό αποτέλεσμα ως προς την ποιότητα του φωτισμού και την οπτική άνεση. Ταυτόχρονα και οι χρήστες συμβάλουν, με την αλόγιστη και μη εργονομική χρήση.

Στο σχεδιασμό λοιπόν, και την επιλογή κατάλληλου συστήματος φωτισμού, ανάλογα με τη χρήση και τη δυναμικότητα του χώρου τα δεδομένα που πρέπει να εξετάζονται είναι η ποσότητα φωτισμού και η ποιότητα αυτού. Για τον καθορισμό της απαιτούμενης ποσότητας υπάρχουν Διεθνή standards (ISO 8991, CIBSE) και υπολογιστικά προγράμματα που βοηθούν. Όσο για την εξασφάλιση ποιότητας, υπάρχουν οδηγίες και συστάσεις και κάθε σύστημα φέρει προδιαγραφές.

Όπως και σε κάθε άλλο τομέα, έτσι κι σε αυτόν του φωτισμού, η τεχνολογία βοηθάει στην εξέλιξη των συστημάτων και στη βελτίωση αυτών. Τα συστήματα που υπάρχουν και χρησιμοποιούνται στις μέρες μας είναι τα εξής:

Λαμπτήρες:

- Λαμπτήρες πυρακτώσεως: είναι οι πιο συνήθεις τύποι για περισσότερα από 100 χρόνια παρ' όλο που είναι μη αποδοτικοί γιατί το 95% της ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Έχουν σχετικά μικρό χρόνο ζωής (1000 ώρες) αλλά χαμηλό κόστος, ενώ μπορούν να δώσουν τη βέλτιστη χρωματική απόδοση.
- Λαμπτήρες αλογόνου: είναι ειδική κατηγορία λαμπτήρων πυρακτώσεως και έχουν 20%-50% μεγαλύτερη απόδοση από τους συνήθεις πυρακτώσεως.
- Λαμπτήρες φθορισμού: οι πιο κοινοί τύποι τους είναι ο σωληνοειδής και ο συμπαγής, ενώ όλοι απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη^V. Έχουν υψηλότερο κόστος και 5-8 φορές μεγαλύτερη αποδοτικότητα από τους πυρακτώσεως και ο χρόνος ζωής τους είναι 10-15 φορές μεγαλύτερος. Ωστόσο έχουν ελαφρώς χαμηλότερη χρωματική απόδοση και μεταξύ των διαφόρων τύπων τους υπάρχει μεγάλη διαφορά αποδοτικότητας (π.χ T5 υψηλότερης απόδοσης από τον T8/T16). Τέλος, είναι κατάλληλοι για χώρους γραφείων ή εμπορικούς.
- Λαμπτήρες εκκένωσης: παρουσιάζουν πολύ αποτελεσματική επιλογή φωτισμού και υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι με ποικιλία σε κόστος, χρόνο ζωής, χρώμα και ποιότητα φωτός). Ωστόσο για την επιλογή τους συνιστάται συνεργασία με ειδικό στο σχεδιασμό φωτισμού και επιλέγονται συνήθως για ειδικές χρήσεις (λαμπτήρες ατμού υδραργύρου για βιομηχανικούς



Εικόνα 14: Λαμπτήρες πυρακτώσεως



Εικόνα 15: Λαμπτήρες φθορισμού



Εικόνα 16: Λαμπτήρες εκκένωσης

χώρους, λαμπτήρες με ατμούς sodίου για φωτισμό των οδών κλπ.). Η αποδοτικότητά τους είναι 10 φορές πάνω από τους κοινούς και όλοι απαιτούν στραγγαλιστική διάταξη.

Εξαρτήματα σύνδεσης

Αντίσταση ρύθμισης ρεύματος (ballast):

Αποτελεί εξάρτημα το οποίο τοποθετείται μεταξύ της παροχής ισχύος και ενός ή περισσοτέρων λαμπτήρων φθορισμού ή άλλου τύπου λαμπτήρων εκκένωσης. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι τα μαγνητικά και τα ηλεκτρονικά με τα δεύτερα να είναι πολύ πιο αποδοτικά από τα πρώτα, ενώ καταναλώνουν και τα δύο την ίδια ενέργεια. Επιπλέον, τα ηλεκτρονικά μπορούν να συνδεθούν έως και με 4 λαμπτήρες ενώ τα μαγνητικά μόνο με έναν ή δύο. Ενισχύουν το φως των λαμπτήρων φθορισμού παρέχοντας 10%-20% παραπάνω φως συμβάλλοντας έτσι στην αποδοτικότητά τους. Επιμηκύνουν το χρόνο ζωής των λαμπτήρων, γιατί απαιτούν ηπιότερες συνθήκες έναυσής τους, μειώνοντας παράλληλα το κόστος συντήρησής τους. Είναι προτιμότερο όμως να μην ενσωματώνονται στο φωτιστικό.



Εικόνα 17: Αντίσταση ρύθμισης ρεύματος (ballast)

Συστήματα ελέγχου^{VI}:

Είναι οι συσκευές που ρυθμίζουν τη λειτουργία του συστήματος σε σύνδεση με ένα εξωτερικό σήμα (χειροκίνητη επαφή, κίνηση, ρολόι, στάθμη φωτισμού). Τέτοια συστήματα είναι, οι τοπικοί χειροκίνητοι διακόπτες, οι αισθητήρες ελέγχου παρουσίας ή κίνησης, οι χρονοδιακόπτες και οι αισθητήρες φυσικού φωτισμού. Με τα κατάλληλα συστήματα ελέγχου μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση 30%-50% ενώ ο χρόνος αποπληρωμής τους είναι 2-4 χρόνια.

Δ) Ζεστό Νερό Χρήσης

Έτσι όπως έχει οργανώσει ο άνθρωπος τη ζωή του, με βάση τα προγράμματα και τα ωράρια που ακολουθεί, ένα αρκετά μεγάλο κομμάτι της ζωής του –αν όχι το μεγαλύτερο– καταναλώνεται στην κατοικία, στους χώρους εργασίας και σε χώρους διασκέδασης ή εν γένει σε διάφορων ειδών κτιριακές εγκαταστάσεις.

Εκτός των παραπάνω βασικών αναγκών, που τα κτίρια αυτά καλούνται να καλύψουν, μια ακόμα ανάγκη έχει προστεθεί τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτή λοιπόν, δεν είναι άλλη από τη χρήση ζεστού νερού για διάφορες δραστηριότητες όπως προσωπική υγιεινή, πλύσιμο πιάτων, πλύσιμο ρούχων κ.α. Είναι πασιφανές ότι τέτοιου είδους δραστηριότητες εκτελούνται περισσότερο στην οικία, ωστόσο και στις υπόλοιπες κτιριακές εγκαταστάσεις φαίνεται να χρειάζεται το ζεστό νερό χρήσης έστω και σε μικρότερο ποσοστό.

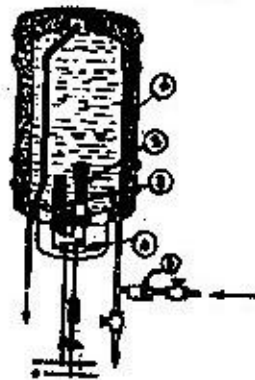
Και για το ζεστό νερό χρήσης λοιπόν είναι επόμενο να καταναλώνεται κάποιο ποσό ενέργειας. Το ποσοστό που καταλαμβάνει, είναι 10-15% στη συνολική κατανάλωση των κτιρίων (κατοικίες, ξενοδοχεία, νοσοκομεία, αθλητικά κέντρα κλπ.). Παλαιότερα, το ζεστό νερό ετοιμαζόταν επί τόπου για όποια χρήση προοριζόταν. Ζέσταιναν μια μικρή ποσότητα σε μια κατσαρόλα στη φωτιά, τη στιγμή που το χρειάζονταν και επαναλάμβαναν τη διαδικασία αν χρειαζόταν παραπάνω νερό. Στις μέρες μας είναι δυνατόν να ζεσταθούν μεγάλες

ποσότητες νερού και να διατηρηθούν αρκετές ώρες έως και ολόκληρη μέρα. Ως τώρα ο πιο διαδεδομένος τρόπος ήταν ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας, όμως με τις νέες τεχνολογίες, τώρα πια, χρησιμοποιούνται τόσο το μπόιλερ όσο και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες. Με τους δύο τελευταίους τρόπους μπορεί κανείς να εξοικονομεί αρκετά μεγάλο ποσό ενέργειας, κάτι που θα αναλυθεί στο επόμενο κεφάλαιο.

Πιο συγκεκριμένα, τρεις είναι οι τρόποι με τους οποίους ζεσταίνεται το νερό του δικτύου παροχής θερμού νερού:

1) Με θερμοσίφωνα (ηλεκτρικό ή ηλιακό)

Η μέθοδος με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα εφαρμόζεται σε όλες τις μονοκατοικίες και τα διαμερίσματα. Οι θερμοσίφωνες λειτουργούν είτε με ηλεκτρικό ρεύμα είτε με την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι ηλεκτρικοί αποτελούνται από ένα κυλινδρικό δοχείο κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχος 2 mm τουλάχιστον. Ο άξονας του δοχείου αυτού μπορεί να είναι είτε οριζόντιος ή κατακόρυφος και η θέρμανση του νερού γίνεται με ηλεκτρική αντίσταση κατάλληλης μορφής.

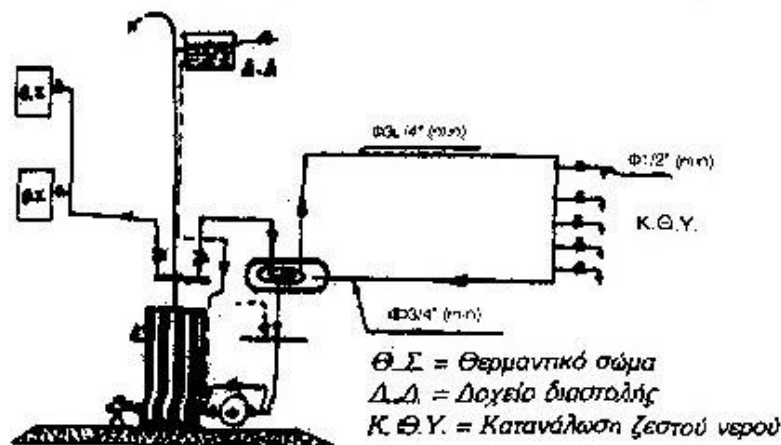


- Υπόμνημα:
 1 : Θερμομονωτικό
 2 : Θερμαντικό στοιχείο
 3 : Θερμοστάτης
 4 : Διακόπτης θερμοστάτη
 5 : Βαλβίδα αντεπιστροφής

Εικόνα 18: Τομή κατά μήκος του άξονα ηλεκτρικού θερμοσίφωνα

2) Από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης

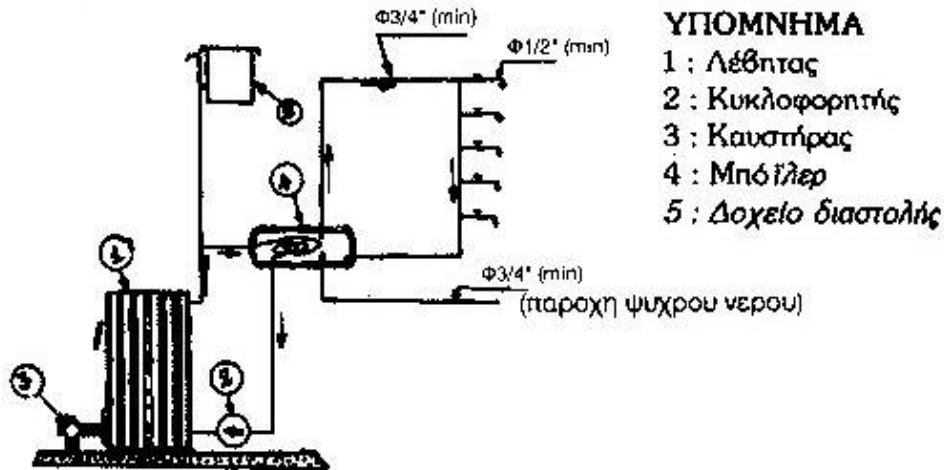
Στην περίπτωση αυτή ο λέβητας της κεντρικής θέρμανσης τροφοδοτεί αφ' ενός τα θερμαντικά σώματα κι αφ' ετέρου τον θερμοτή του νερού χρήσης. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται σε κτίρια μεσαίου και μεγάλου μεγέθους.



Εικόνα 19: Διάταξη δικτύου θερμού νερού (το νερό θερμαίνεται από τον λέβητα της κεντρικής θέρμανσης).

3) Από ιδιαίτερο λέβητα

Η περίπτωση αυτή συναντάται σε οικήματα όπου η καταναλισκόμενη ποσότητα ζεστού νερού είναι μεγάλη. Τέτοια κτίρια είναι τα ξενοδοχεία, τα νοσοκομεία, οι στρατώνες κλπ. Το θερμό νερό του λέβητα τροφοδοτεί κατάλληλο εναλλάκτη θερμότητας (μπόιλερ) ο οποίος θερμαίνει το κρύο νερό που βρίσκεται στο εσωτερικό του. Για ευνόητους λόγους, εξωτερικά, το μπόιλερ έχει κατάλληλη θερμική μόνωση. Ο θερμαντήρας αποτελείται βασικά από δυο χωρισμένους χώρους και κατασκευάζεται από γαλβανισμένη λαμαρίνα. Επίσης έχει θερμοστατικό διακόπτη με τη βοήθεια του οποίου η θερμοκρασία του νερού δεν υπερβαίνει τους 60° C. Στο εξωτερικό τμήμα κυκλοφορεί το θερμό νερό και στο εσωτερικό εισάγεται το κρύο από το δίκτυο της πόλης.



Εικόνα 20: Γενική διάταξη λέβητα, μπόιλερ και δικτύου θερμού νερού

E) Συσκευές-εγκαταστάσεις

Η καθημερινότητα και οι ρυθμοί ζωής των ατόμων, καθιστούν απαραίτητη πια τη χρήση διαφόρων συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια (ως επί το πλείστον ηλεκτρικό ρεύμα). Ανάλογα με τη χρήση της συσκευής, είναι επόμενο να μεταβάλλεται η κατανάλωση ενέργειας. Άλλες καταναλώνουν μικρές ποσότητες ενέργειας και άλλες μεγαλύτερες. Οι πιο ενεργοβόρες και οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες συσκευές είναι τα κλιματιστικά, τα ψυγεία, οι καταψύκτες, οι τηλεοράσεις, οι υπολογιστές, τα ηλεκτρικά θερμαντικά σώματα, οι τηλεφωνικές συσκευές, τα πλυντήρια και στεγνωτήρια ρούχων, τα πλυντήρια πιάτων και άλλες μικροσυσκευές. Επιπλέον, υπάρχουν και μεγαλύτερες συσκευές ή εγκαταστάσεις που απαιτούν κατανάλωση ρεύματος όπως μεγάλου μεγέθους και δυναμικότητας συστήματα κλιματισμού, συστήματα ανελκυστήρων ή μεγάλου μεγέθους μηχανήματα και εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία και εν γένει σε χώρους εργασίας.

Βάσει Προεδρικού Διατάγματος (ΠΔ 180 ΦΕΚ 114/07.07.1994) έχει οριστεί το Γενικό Πλαίσιο Ενεργειακής Σήμανσης (Energy Labelling ή Ecolabel) για τις παρακάτω κατηγορίες συσκευών προς πώληση ή ενοικίαση και για κάθε κατηγορία υπάρχει και η ανάλογη υπουργική απόφαση (συμμόρφωση Κοινοτικής Οδηγίας 92/75/EC, 22.09.1992):

- ψυγεία, καταψύκτες και ψυγεία-καταψύκτες
- πλυντήρια ρούχων
- στεγνωτήρια ρούχων
- πλυντήρια-στεγνωτήρια ρούχων
- πλυντήρια πιάτων
- ηλεκτρικοί λαμπτήρες
- κλιματιστικές συσκευές

Οι συσκευές που έχουν πάρει το “Ecolabel” (Εικόνα 21) το οποίο πιστοποιεί ότι η συσκευή έχει αξιολογηθεί από ανεξάρτητο φορέα και πληροί αυστηρά περιβαλλοντικά κριτήρια, έχουν τη δυνατότητα να το επιδείξουν στο ενεργειακό σήμα. Το σήμα αυτό παρέχει πληροφορίες ή βαθμολογίες διαφόρων χαρακτηριστικών λειτουργίας όπως, την επωνυμία του κατασκευαστή και το μοντέλο της συσκευής, την ενεργειακή απόδοση με κλίμακα βαθμολόγησης που κυμαίνεται από το Α μέχρι το G (Α= οι πιο αποδοτικές G= οι λιγότερο αποδοτικές), την ενεργειακή κατανάλωση σε kWh τιμή η οποία εξαρτάται από τη χρήση της συσκευής που γίνεται από τον χρήστη (π.χ. φορτίο πλυντηρίου, οικονομικές λειτουργίες συσκευών, τοποθέτηση ψυγείων μακριά από συσκευές που εκπέμπουν θερμότητα κλπ.), τη λειτουργική απόδοση (βοθμολόγηση ανάλογη με αυτήν της ενεργειακής απόδοσης), την κατανάλωση νερού (κυρίως στα πλυντήρια πιάτων και ρούχων) και τον θόρυβο σε dB κάτι που είναι προαιρετικό.

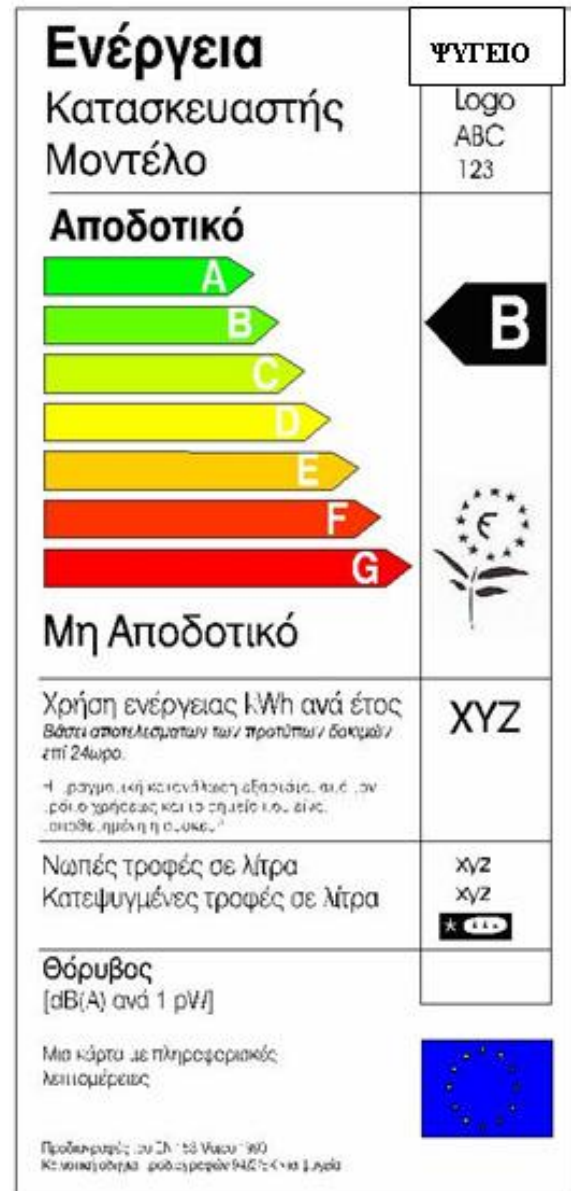
Για τους ηλεκτρικούς λαμπτήρες

αναγράφονται επιπλέον η φωτεινότητα σε lumen, η ονομαστική ισχύς (W) και η διάρκεια ζωής σε ώρες. Τέλος, υπεύθυνο για τον έλεγχο και την τήρηση του συγκεκριμένου κανονισμού είναι το Τμήμα Εξοικονόμησης Ενέργειας του Υπουργείου Ανάπτυξης και οι Νομαρχιακές Διευθύνσεις Βιομηχανίας και Εμπορίου.

Υπάρχει ένας ακόμα συμβολισμός που αναφέρεται στην εργονομία των συσκευών και το φέρουν οι ηλεκτρικές συσκευές γραφείου και είναι το Αστéρι Ενέργειας (Energy Star- Εικόνα 22). Είναι σήμα ποιότητας το οποίο φέρουν οι συσκευές εκείνες που πληρούν ορισμένες προδιαγραφές

ενεργειακής απόδοσης (χαμηλή κατανάλωση ενέργειας). Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει καθιερώσει το σήμα “ENERGY STAR” για συσκευές εξοπλισμού γραφείων στα πλαίσια συμφωνίας με την κυβέρνηση των ΗΠΑ.

Εκτός από τα παραπάνω, υπάρχουν και άλλα σήματα τα οποία πιστοποιούν την εργονομία των συσκευών μερικά από αυτά είναι τα παρακάτω:



Εικόνα 21: "Ecolabel"



Εικόνα 22: Energy star



Εικόνα 23:
TCO99

TCO 99: Το σήμα αυτό θεσμοθετήθηκε το 1992 από την Υπηρεσία Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α. Συνοδεύει προϊόντα αμερικανικής προέλευσης, τα οποία έχουν κριθεί ότι έχουν άριστη ενεργειακή απόδοση. Με άλλα λόγια τα προϊόντα που έχουν πιστοποιηθεί με αυτό έχουν χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, που κυμαίνεται από 20% έως 75%, σε σχέση με τις συμβατικές συσκευές, χωρίς να χάνουν καθόλου σε ποιότητα. Οι περισσότερες οικιακές συσκευές δύνανται να φέρουν το σήμα αυτό.



Εικόνα 24:Blauer
Engel

Blauer Engel: Το σήμα αυτό με την ονομασία «Μπλε Άγγελος» είναι γερμανικής προέλευσης. Τα κριτήρια πιστοποίησης βασίζονται στον σχεδιασμό του προϊόντος, την ενεργειακή του κατανάλωση, τον θόρυβο κατά τη λειτουργία του, την ανακυκλωσιμότητά του και άλλα.



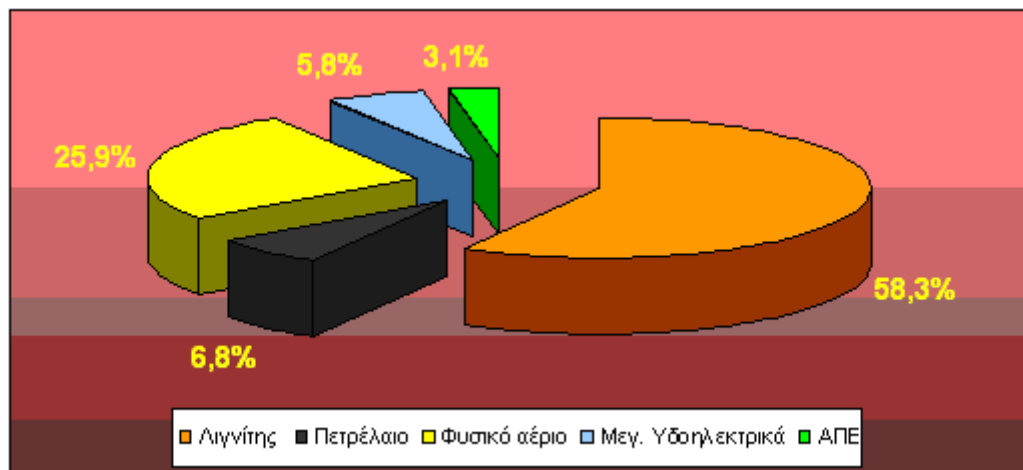
Εικόνα 25:EU
Flower

EU Flower: Είναι το σήμα της Ευρωπαϊκής Ένωσης που πιστοποιεί τα οικολογικά προϊόντα. Ανάμεσα στα κριτήρια επιλογής είναι και η ενεργειακή κατανάλωση αυτών. Για παράδειγμα, οι οικιακές συσκευές που μπορεί να φέρουν αυτό το σήμα είναι τα πλυντήρια πιάτων και ρούχων, οι ηλεκτρικές σκούπες, τα ψυγεία, οι τηλεοράσεις και οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές. Συγκεκριμένα, ψυγεία με αυτό το σήμα έχουν έως 60% χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για τα πλυντήρια παντός τύπου κυμαίνεται στο 40-50%.

2.1.2 ΟΙ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΗΜΕΡΑ

Στο προηγούμενο μέρος, έγινε αναφορά στους τομείς που ο σημερινός άνθρωπος καλείται να καταναλώνει ενέργεια σε ότι αφορά την αρχιτεκτονική και τον κτιριακό τομέα γενικά. Είναι σκόπιμο να αναρωτηθεί κανείς από πού αντλείται όλη αυτή η ενέργεια και ποιες είναι οι πηγές που ο άνθρωπος εκμεταλλεύεται για να καταφέρει του σκοπούς του.

Το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται, προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι ο λιγνίτης, το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Η θέρμανση των κτιρίων στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως στη χρήση του πετρελαίου. Για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, ο λιγνίτης παραμένει το κατεξοχήν καύσιμο συμμετέχοντας κατά 58.3%, ενώ με την κατανάλωση πετρελαίου παράγεται περίπου το 6.8% του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου. Το υπόλοιπο 5.8% του ηλεκτρικού φορτίου καλύπτεται με τις υδατοπτώσεις και παράγεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια (στοιχεία 2008). Ταυτόχρονα, η ανάγκη για προστασία του περιβάλλοντος, οδηγεί στην προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, θέτοντας ως στόχο την αύξηση της συμμετοχής τους στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο 34% μέχρι το 2020. Στο ίδιο πλαίσιο δίνεται έμφαση επίσης στην επιτάχυνση της διείσδυσης του φυσικού αερίου στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας.



Εικόνα 26:Ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα 2008

Α) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Ορυκτό που αποτελεί κυρίως μείγμα υδρογονανθράκων και άλλων οργανικών ενώσεων φυσικής προέλευσης. Στην υγρή του μορφή είναι ελαιώδες και εύφλεκτο, έχει χαρακτηριστική οσμή, είναι αδιάλυτο στο νερό και ελαφρύτερο από αυτό. Η ακριβής του σύσταση παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία, ανάλογα με την περιοχή άντλησής του, ενώ συχνά στις υπόγειες κοιλότητες που βρίσκονται τα κοιτάσματά του συναντάται και φυσικό αέριο. Τα κύρια συστατικά του είναι αλκάνια (παραφίνες), κυκλοεξάνια (ναφθένια) και αρωματικοί υδρογονάνθρακες και σε μικρότερες ποσότητες οξυγονούχες, αζωτούχες και θειούχες ενώσεις. Το πετρέλαιο αποτελεί το σημαντικότερο ορυκτό για την παγκόσμια οικονομία, καθώς αποτελεί την κύρια πρωτογενή πηγή ενέργειας και την πρώτη ύλη από την οποία παράγεται ένας τεράστιος αριθμός προϊόντων (πλαστικά, φάρμακα, καλλυντικά, απορρυπαντικά, φιλμ, μαγνητοταινίες, εκρηκτικά κ.λπ.).

Ήταν ήδη γνωστό από την αρχαιότητα, ιστορικά όμως η βιομηχανική του παραγωγή και εκμετάλλευση άρχισε τον 19ο αι. και ως πρώτη γεώτρηση αναφέρεται εκείνη της Πενσιλβάνια των ΗΠΑ το 1859. Οι εξελίξεις όσον αφορά τη ζήτηση πετρελαίου και πετρελαιοειδών υπήρξαν αλματώδεις και το 1974 η συμμετοχή του πετρελαίου στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας ανήλθε στο 48%.

Μετά τις δύο πετρελαϊκές κρίσεις της δεκαετίας του 1970, που είχαν ως αποτέλεσμα την απότομη και μεγάλη αύξηση της τιμής του, οι αναπτυγμένες κυρίως χώρες υιοθέτησαν διάφορα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας και μερίμνησαν για την ανάπτυξη άλλων πρωτογενών ενεργειακών πηγών, όπως είναι το ουράνιο - πλουτόνιο (πυρηνική ενέργεια) και οι λεγόμενες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ήλιος, άνεμος, υδατοπτώσεις κ.λπ.), με στόχο τη μείωση της εξάρτησης της παγκόσμιας ενεργειακής αγοράς από το πετρέλαιο.

Ωστόσο, το πετρέλαιο παραμένει μέχρι σήμερα η κυριότερη πρωτογενής πηγή ενέργειας: το 1990 η συμμετοχή του στην παγκόσμια ενεργειακή κατανάλωση ανήλθε στο 38,5% και το 1994 μειώθηκε στο 36% περίπου. Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου υπολογίζεται, σύμφωνα με στοιχεία του 1993, ότι ανέρχονται σε 135,710 δισεκατομ. τόνους, χωρίς να συνυπολογίζεται το πετρέλαιο που περιέχεται στην πισσούχα άμμο και τον πισσούχο σχιστόλιθο.

Είναι πολλές οι θεωρίες που υπάρχουν για την προέλευση του πετρελαίου και μάλιστα κάποιες είναι και αλληλοσυγκρουόμενες. Μια από αυτές και η γενικώς αποδεκτή είναι ότι το πετρέλαιο δημιουργήθηκε με την αποσύνθεση θαλάσσιων, κυρίως, ζώων και φυτών, που θάφτηκαν κάτω από διαδοχικές στιβάδες λάσπης, πριν από 400 - 500 εκατομμύρια χρόνια.

Η αρχική προϋπόθεση για μια τέτοια γένεση πετρελαίου είναι μια ρηχή θάλασσα (όπως είναι ο Κόλπος του Μεξικού), με νερά πλούσια σε ζώα και φυτά. Η δεύτερη προϋπόθεση είναι ότι πεθαίνοντας οι οργανισμοί, βουλιάζουν στο βυθό και θάβονται σε λάσπη ποταμών (όπως του Μισισσιπή). Το οξυγόνο στο βυθό πρέπει να είναι περιορισμένο ώστε η αποσύνθεση των οργανισμών να είναι αργή. Με την πάροδο του χρόνου λάσπη και πηλός εδράζονται πάνω σ' αυτές τις αποθέσεις, δημιουργώντας τεράστιες πιέσεις. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες χημικές διεργασίες, πιθανόν ανεξάρτητες από βακτηριακή δράση, μετατρέπουν τους οργανισμούς σε πετρέλαιο και αέριο. Αυτή η θεωρία στηρίζεται σε ορισμένες ουσίες που βρίσκονται στο πετρέλαιο όπως είναι το ιώδιο και οι πορφυρίνες. Οι τελευταίες βρίσκονται σε σημαντικές ποσότητες στο πετρέλαιο είναι προϊόντα της χλωροφύλλης και της αμίνης και στους 250°C καταστρέφονται. Αυτό σημαίνει ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Οι θεωρίες προέλευσης είναι λογικό να βοηθούν κατά κάποιο τρόπο και στην έρευνα κοιτασμάτων πετρελαίου αφού λόγω των φυσικών συστατικών του είναι δυνατόν να δημιουργηθεί σε συγκεκριμένα εδάφη και υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Παρ' όλα αυτά, η παρουσία πετρελαϊκού κοιτάσματος δεν είναι απαραίτητο πάντα να αποκαλύπτει και επιφανειακές ενδείξεις για την ύπαρξή του. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες που μπορούν να θεωρηθούν ενδείξεις όπως:

1. Εκτεταμένη γυμνή όψη επιφάνειας όπου δεν παρατηρείται βλάστηση.
2. Ύπαρξη πηγών αλμυρών ή θειούχων θερμών υδάτων.
3. Παρατηρούμενα εξερχόμενα αέρια από το υπέδαφος, συχνά αποτελούν σοβαρή εξωτερική εκδήλωση πετρελαϊκού κοιτάσματος.
4. Επίσης τα ιλυώδη ή βορβορώδη ηφαίστεια βρίσκονται κοντά σε τέτοια κοιτάσματα, όπως στην περίπτωση του Καυκάσου.
5. Αναβλύσεις πετρελαίου ή πίσσας αποτελούν την κυριότερη επιφανειακή εκδήλωση ύπαρξης κοιτάσματος. Είναι, όμως, αδύνατον με μόνον αυτή την παρατήρηση να εξαχθούν συμπεράσματα επί της οικονομικής εκμετάλλευσης του τυχόν υπάρχοντος κοιτάσματος.

Εφόσον λοιπόν δεν είναι πάντα βέβαιο ότι υπάρχουν ενδείξεις επιφανειακές, οι γεωλόγοι καλούνται να χρησιμοποιήσουν διάφορες άλλες μεθόδους για την έρευνα για κοιτάσματα πετρελαίου:

- Σεισμική μέθοδος. Αυτή η μέθοδος βασίζεται κυρίως στην ταχύτητα μετάδοσης των δονήσεων ενός τεχνητού σεισμού, ο οποίος προκαλείται, συνήθως, με χρήση κατάλληλων εκρηκτικών. Πραγματοποιείται με δύο τρόπους: Είτε της διάθλασης είτε της ανάκλασης των σεισμικών κυμάτων και, βεβαίως, με αντίστοιχα σεισμικά όργανα, δεδομένου ότι τα σεισμικά κύματα δεν διέρχονται εξ ολοκλήρου από υγρά. Η μέθοδος αυτή έχει το μειονέκτημα ότι αντί πετρελαϊκού κοιτάσματος μπορεί να εντοπίσει μεγάλες ποσότητες υπόγειων υδάτων.
- Ηλεκτρική μέθοδος. Αυτή η μέθοδος βασίζεται κυρίως στο γεγονός ότι ο φλοιός της Γης έχει ορισμένες ηλεκτρικές σταθερές, μία εκ των οποίων είναι και η αντίσταση διέλευσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Έτσι, με δεδομένο ότι το πετρέλαιο δεν είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, η ένδειξη μεγαλύτερης σχετικής αντίστασης μπορεί να θεωρηθεί ένδειξη παρουσίας πετρελαϊκού κοιτάσματος.
- Ηλεκτρομαγνητική μέθοδος. Αυτή βασίζεται σε ευαίσθητα όργανα, τα καλούμενα μαγνητόμετρα, που μπορούν να μετρήσουν με σχετικά μεγάλη ακρίβεια την ένταση του μαγνητικού πεδίου της Γης από τόπο σε τόπο.

- Σταθμική ή βαρυτομετρική μέθοδος. Αυτή βασίζεται στην μέτρηση της έντασης του πεδίου βαρύτητας στα διάφορα σημεία της επιφάνειας της Γης.
- Ραδιενεργή μέθοδος. Η μέθοδος αυτή κρίνεται πολύ αξιόπιστη και εφαρμόζεται με επιτυχία σε τοποθεσίες με ήπιο ανάγλυφο.

Το πετρέλαιο ως ορυκτό δεν θεωρείται σπάνιο αφού δεν υπάρχει σχεδόν καμία χώρα που να μην έχει ίχνη πετρελαίου ή ασφάλτου ή φυσικά γήινα αέρια. Αυτό που το κάνει σπάνιο, είναι οι δυνατότητες εκμετάλλευσής του δηλαδή η υφιστάμενη ποσότητα και το κόστος εξόρυξης. Το γεγονός αυτό δεν σημαίνει ότι μπορεί να θεωρείται ανεξάντλητο και να καταναλώνεται αλόγιστα.

Στην Ελλάδα πετρέλαιο παράγεται από το 1981, οπότε άρχισε η εκμετάλλευση του κοιτάσματος στον Πρίνο της Θάσου από την Κοινοπραξία Πετρελαίου Βορείου Αιγαίου (NAPC). Σύντομα η παραγωγή ανήλθε στα 26.000 βαρέλια ημερησίως, ποσότητα που ισοδυναμούσε περίπου με το 10% των ενεργειακών αναγκών της χώρας. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η παραγωγή άρχισε να μειώνεται και το 1995 περιορίστηκε στα 10.000 βαρέλια την ημέρα, ενώ -σύμφωνα με στοιχεία του 1992- η συνολική κατανάλωση πετρελαίου στη χώρα μας ανερχόταν σε 85.000 - 135.000 βαρέλια την ημέρα. Σημαντικά κοιτάσματα πετρελαίου υπάρχουν, ακόμη, στην ευρύτερη περιοχή του Βορειοανατολικού Αιγαίου. Την εκμετάλλευσή τους έχει αναλάβει επίσης η NAPC με τη συμμετοχή της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου (ΔΕΠ), αλλά για πολιτικούς λόγους, που σχετίζονται με την ελληνοτουρκική διαφορά πάνω στην οριοθέτηση της υφαλοκρηπίδας του Αιγαίου, δεν έχει προχωρήσει η πλήρης εξερεύνησή τους.

Κοιτάσματα έχουν εντοπιστεί και σε άλλες περιοχές του ελλαδικού χώρου (Κατάκωλο, Ζάκυνθος, Παξοί, Ηλεία κ.α.). Το 1995 αποφασίστηκε η προώθηση της εκμετάλλευσης του υδρογονανθρακικού δυναμικού της χώρας βάσει του νομοθετικού πλαισίου (Ν. 2289/1995) το οποίο εισήγαγε και στην Ελλάδα τα πρότυπα που εφαρμόστηκαν με επιτυχία σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες (Μ. Βρετανία, Νορβηγία κ.ά.), της εκμετάλλευσης δηλαδή των κοιτασμάτων μέσω κοινοπρακτικών σχημάτων με τη συμμετοχή ή μη κρατικών φορέων.

Η συνολική κατανάλωση πετρελαιοειδών της εσωτερικής αγοράς στη χώρα μας, σύμφωνα με στοιχεία του 1994, ανερχόταν σε 10,9 εκατομμύρια μετρικούς τόνους, ενώ τα πετρελαιοειδή προϊόντα διεθνών πωλήσεων από την Ελλάδα, αυτά δηλαδή που διατέθηκαν για τον εφοδιασμό αεροσκαφών και πλοίων από τα ελληνικά αεροδρόμια και λιμάνια, ανέρχονταν σε 5 εκατομμύρια μετρικούς τόνους. Οι ανάγκες της χώρας σε πετρελαιοειδή καλύπτονται από τη λειτουργία των 2 διυλιστηρίων της ΕΛΔΑ στον Ασπρόπυργο και της ΕΚΟ στη Θεσσαλονίκη, θυγατρικών εταιριών της Δημόσιας Επιχείρησης Πετρελαίου (ΔΕΠ ΑΕ), και από τα δύο ιδιωτικά διυλιστήρια της Motor Oil στους Αγίους Θεοδώρους και της Petrola στην Ελευσίνα.

B) ΛΙΓΝΙΤΗΣ

Πρόκειται για πέτρωμα οργανικής προέλευσης, με κύριο στοιχείο του τον άνθρακα. Περιέχει, επίσης, υδρογόνο οξυγόνο και άζωτο. Είναι άμορφο πέτρωμα, δηλαδή χωρίς σχηματισμένους κρυστάλλους. Σε σχέση με τον λιθάνθρακα, είναι χαμηλότερης περιεκτικότητας σε άνθρακα, και υψηλότερης σε σχέση με την τύρφη. Η εξανθράκωση κυρίως φυτικών οργανισμών δημιουργούν τον λιγνίτη και η κύρια χρήση του είναι σε ατμοηλεκτρικά εργοστάσια για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Άλλες



Εικόνα 27: Ορυχεία λιγνίτη

χρήσεις του είναι η παραγωγή λιπασμάτων για τη γεωργία κ.α. Το χρώμα του είναι καφέ-μαύρο και περιέχει 35-65% υγρασία.

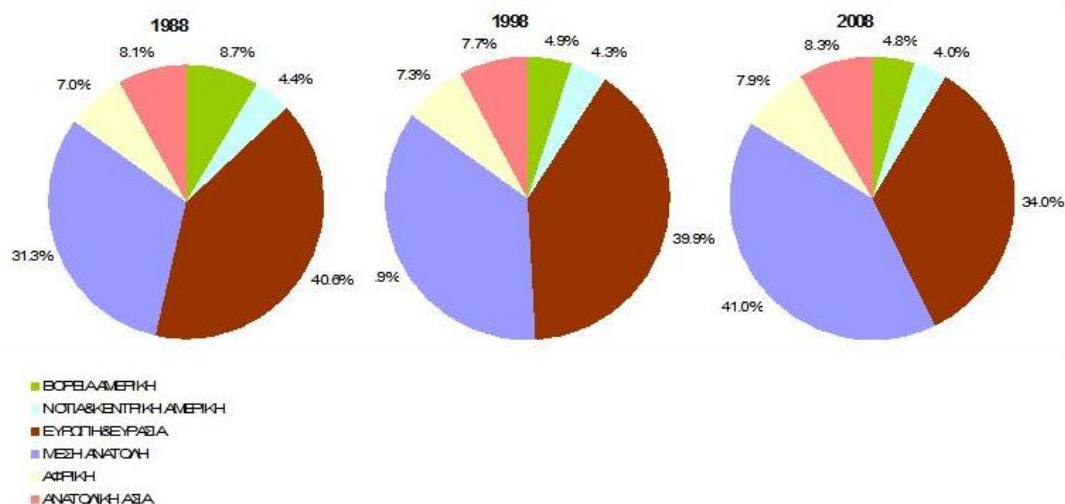
Στην Ελλάδα ορυχεία λιγνίτη βρίσκονται στην περιοχή της Πτολεμαΐδας (1957), του Αμυνταίου, της Φλώρινας, της Μεγαλόπολης (1970), της Ελασσόνας, του Αλιβερίου Ευβοίας και της Δράμας, με παλαιότερο αυτό του Αλιβερίου στην Εύβοια που υπάρχει από το 1952, το οποίο δεν λειτουργεί πια. Ενώ αναξιοποίητα μένουν αυτά της Ελασσόνας και της Δράμας. Η ποιότητα του εγχώριου λιγνίτη θεωρείται από χαμηλή έως αρκετά ικανοποιητική και τα αποθέματα, σύμφωνα με υπολογισμούς, είναι αρκετά για τα επόμενα 35 χρόνια. Τα ορυχεία όλης της χώρας τα εκμεταλλεύεται, σχεδόν αποκλειστικά, η ΔΕΗ.

Το ορυχείο είναι ένας βαθύς και πλατύς κρατήρας, ο οποίος είναι χωρισμένος σε επίπεδα από χώμα. Το βάθος του κρατήρα μπορεί να φτάσει μέχρι και τα 300 μέτρα. Από τον κρατήρα αυτό, εκσκαφείς και άλλα μηχανήματα αφαιρούν το χώμα, στο οποίο, μαζί με άλλα υλικά, υπάρχει και ο λιγνίτης. Αφού γίνει ο διαχωρισμός των χρήσιμων από τα άχρηστα υλικά, ο λιγνίτης τοποθετείται σε ταινιόδρομους οι οποίοι τον οδηγούν στο εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ενώ τα άχρηστα υλικά τοποθετούνται σε ειδικούς χώρους. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται όλο το 24ωρο, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους προκειμένου να μην δημιουργούνται προβλήματα στην ηλεκτροδότηση.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι όταν κάποιο κοιτάσμα εξαντλείται, η ΔΕΗ, αποκαθιστά περιβαλλοντικά το χώρο του ορυχείου. Συγκεκριμένα, επανατοποθετούνται στον κρατήρα του ορυχείου τα άγονα χρώματα και γίνεται μια διαμόρφωση του χώρου με τεχνητές λίμνες, φύτευση δένδρων λουλουδιών κλπ. Αξίζει να σημειωθεί ότι έχουν φυτευτεί με αυτόν τον τρόπο πάνω από 7.000.000 δένδρα, έχουν γίνει πολλές πειραματικές καλλιέργειες, έχουν δημιουργηθεί θερμοκήπια (Πτολεμαΐδα) και χώροι εκτροφής θηραμάτων και πτηνών (Μεγαλόπολη). Οι χώροι των εξαντλημένων πια ορυχείων μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για άλλους σκοπούς με την κατάλληλη διαμόρφωση. Για παράδειγμα, στη Μεγαλόπολη, σε χώρο παλαιού ορυχείου έχει δημιουργηθεί η μεγαλύτερη πίστα moto-cross στην Ευρώπη, ενώ αντίστοιχα στην Πτολεμαΐδα, έχει δημιουργηθεί μεταξύ των άλλων ένα μεγάλο υπαίθριο θέατρο στο οποίο διοργανώνονται παραστάσεις και συναυλίες.

Γ) ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Πρόκειται για μείγμα αερίων υδρογονανθράκων, κυρίως μεθάνιο (85-98%) και σε μικρότερες ποσότητες αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο. Συνήθως το απαντάται σε υπόγειες κοιλότητες σε μεγάλα βάθη και σχεδόν πάντα συνδυάζεται με την εύρεση πετρελαίου, πάνω από το οποίο βρίσκεται το φυσικό αέριο. Προέρχεται είτε από θαλάσσιους οργανισμούς (όπως το πετρέλαιο) είτε από φυτική πρώτη ύλη. Σε σχέση με τα αποθέματα πετρελαίου, παγκοσμίως, αυτά του φυσικού αερίου, είναι σχετικά καλύτερα κατανομημένα. Πιο συγκεκριμένα, η Ρωσία διαθέτει τα περισσότερα αποθέματα και η Μέση Ανατολή καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση, ενώ σημαντικές ποσότητες υπάρχουν στην Αμερική, την Αφρική και την Ευρώπη.



Εικόνα 28: Γεωγραφική κατανομή Φυσικού Αερίου

Η άσφαλτος και τα βιτουμένα, τα πιο παλιά γνωστά προϊόντα του πετρελαίου, όπως και ενδείξεις για διαρροές φυσικού αερίου εντοπίστηκαν πρώτη φορά μεταξύ 6000 και 2000 π.Χ. στην περιοχή που σήμερα βρίσκεται το Ιράν. Η χρήση του φυσικού αερίου αναφέρεται στην Κίνα κατά το 900 π.Χ περίπου, όπου ανοίχθηκαν γύρω στα 900-1100 φρεάτια και το αέριο μεταφερόταν με αγωγούς από μπαμπού. Αντίθετα, στην Ευρώπη, οι επιτεύξεις αυτές δεν ήταν γνωστές με αποτέλεσμα αυτή η πηγή ενέργειας να μην έχει ανακαλυφθεί πριν το 1659 που ανακαλύφθηκε στην Αγγλία.

Το αέριο από απόσταξη ανθράκων ανακαλύφθηκε το 1670 και άρχισε να χρησιμοποιείται το 1790, γιατί ήταν πιο εύκολη η μεταφορά, η αποθήκευση και η χρησιμοποίησή του στις μηχανές εσωτερικής καύσης και για το φωτισμό δρόμων και σπιτιών. Για παράδειγμα, το 1821 η πόλη Φριντόνια (Fredonia) στην περιφέρεια της Νέας Υόρκης φωτιζόταν με φυσικό αέριο. Ωστόσο, η χρήση του εξακολουθούσε να είναι περιορισμένη, λόγω έλλειψης τρόπου μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι, επί έναν αιώνα, το φυσικό αέριο παρέμενε στο περιθώριο της βιομηχανικής εξέλιξης, η οποία βασιζόταν στον άνθρακα, το πετρέλαιο και τον ηλεκτρισμό.

Η χρήση αγωγών για τη μεταφορά του αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1920 και αποτέλεσε σημαντικό στάδιο στη χρήση του αερίου. Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο ακολούθησε μια περίοδος τεράστιας κατανάλωσης, που συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Το 1960 η παγκόσμια παραγωγή φυσικού αερίου ήταν 470 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα και το 1979 ήταν 1,459 τρισεκατομμύρια κυβικά μέτρα. Το 1950 το φυσικό αέριο αποτελούσε το 12% της καταναλισκόμενης παγκοσμίως ενέργειας, ένα ποσοστό που αυξήθηκε σε 14,6% το 1960 και σε 25% το 1980. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Διεθνούς Οργανισμού Ενέργειας (ΔΟΕ) η κατανάλωση φυσικού αερίου θα υπερβεί την κατανάλωση άνθρακα το 2010 και το φυσικό αέριο θα καλύπτει το 1/4 των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών το 2030. Τα αποθέματά του, σε χώρες της πρώην Σοβιετικής Ένωσης, το Ιράν, το Κατάρ, το Ιράκ, τη Νιγηρία, την Αλγερία, τις Η.Π.Α κ.α , έχει διαπιστωθεί ότι επαρκούν για τουλάχιστον 100 χρόνια.

ΠΕΡΙΟΧΗ	1988	2008
ΜΕΣΗ ΑΝΑΤΟΛΗ	34,34	75,91
ΕΥΡΩΠΗ & ΕΥΡΑΣΙΑ	44,53	62,89
ΝΟΤΙΑ & ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΑΜΕΡΙΚΗ	4,79	7,31
ΒΟΡΕΙΑ ΑΜΕΡΙΚΗ	9,51	8,87
ΑΦΡΙΚΗ	7,68	14,65
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΑΣΙΑ	8,86	15,39

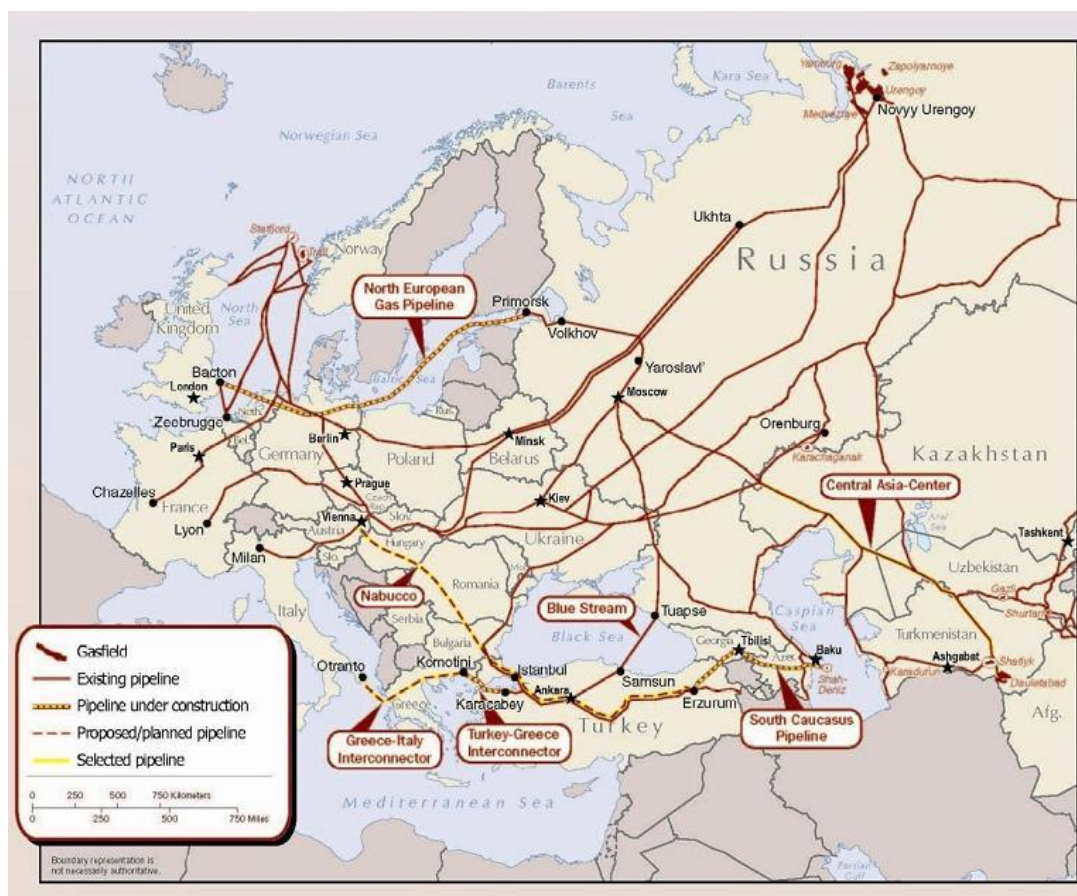
Πίνακας 2: Αποδεδειγμένα Αποθέματα Φυσικού Αερίου (10¹² m³)

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»,

<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-2-3>

Η αποθήκευση του φυσικού αερίου γίνεται σε ειδικές κρυογονικές εγκαταστάσεις (ψύξη στους -159°C) με σκοπό να διατηρείται υγροποιημένο και να καταλαμβάνει μικρό όγκο, αφού σε υγρή μορφή το φυσικό αέριο καταλαμβάνει 600 φορές λιγότερο όγκο σε σχέση με την αέρια μορφή του. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάστασή του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με ειδικά διαμορφωμένα δεξαμενόπλοια.

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως κι έτσι, μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων, συνδέοντας ενεργειακά πολλές χώρες μεταξύ τους. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουιζιάνα μέχρι τη βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη.



Εικόνα 29: Αγωγοί Φυσικού Αερίου στην Ευρώπη (πηγή: EIA 2008)

Παρ' όλο που το φυσικό αέριο είναι ορυκτό καύσιμο, όπως οι γαιάνθρακες και το πετρέλαιο, ωστόσο, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως το «ευγενέστερο¹³» από αυτά, όσον αφορά τις εκπομπές αερίων ρύπων κατά την καύση του. Αυτό συμβαίνει γιατί τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση. Παρ' όλα αυτά, αποτελεί και αυτό μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Σήμερα το φυσικό αέριο προτιμάται όλο και περισσότερο ως καύσιμο στη βιομηχανία, στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στις μεταφορές, για σκοπούς θέρμανσης κ.ο.κ, εξαιτίας των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει έναντι των άλλων ορυκτών καυσίμων. Οι εφαρμογές του συνεχώς επεκτείνονται σε παγκόσμιο επίπεδο και συνεπώς πρόκειται για το καύσιμο του 21ου αιώνα, που θεωρείται ότι θα συμβάλει ουσιαστικά στη λύση του ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος.

Δ) ΑΠΕ (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας)

Πέρα από τις συμβατικές ή μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, υπάρχουν και εκείνες που δεν αποτελούν προϊόντα εξόρυξης, ορυκτά καύσιμα κλπ., προσφέρονται από τη φύση, προϋποθέτουν κάποια μετατροπή για την τελική τους χρήση αλλά δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον. Αυτές είναι οι λεγόμενες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, οι οποίες αναπληρώνονται μέσω των φυσικών κύκλων και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Τέτοιες πηγές είναι ο ήλιος, ο άνεμος, η γεωθερμία, η δύναμη των κυμάτων, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες, η βιομάζα κλπ.

Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την ηλιακή ενέργεια, η χώρα μας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη μέχρι και του 1/3 των αναγκών της, αφού παράγει συνολικά 150.000 T.I.P. (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου).

• Ηλιακή ενέργεια

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-1-1>

Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την κυριότερη πηγή ενέργειας για τη γη εδώ και πολλά χρόνια με ουσιαστική συμβολή στη δημιουργία των ορυκτών καυσίμων. Η ενέργεια του ήλιου αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας, την οποία ο άνθρωπος χρησιμοποίησε είτε άμεσα, (ζήρανση τροφών, στέγνωμα κλπ.), είτε έμμεσα (μέσω της γεωργίας για την παραγωγή σιτηρών). Για παράδειγμα, στη δεκαετία του 1830 ο βρετανός αστρονόμος John Herschel χρησιμοποίησε ένα ηλιακό θερμικό κουτί, μέσω του οποίου εκμεταλλευόταν την ηλιακή ενέργεια για μαγείρεμα κατά τη διάρκεια μιας εκστρατείας στην Αφρική.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση του νερού (για χρήση σε σπίτια, κτίρια, ή πισίνες) και για θέρμανση χώρου (σπίτια, θερμοκήπια και

¹³ Αυτό συμβαίνει επειδή στη σύνθεσή του μετέχουν μικρού μοριακού βάρους υδρογονάνθρακες και περιέχει μικρές ποσότητες θείου και στερεών σωματιδίων. Επομένως, όταν καίγεται παράγει λιγότερους ρύπους σε σύγκριση με τους γαιάνθρακες και το πετρέλαιο. Επιπλέον, η αέρια κατάστασή του επιτρέπει πλήρη ανάμειξη με τον αέρα κατά την καύση, πράγμα που υποβοηθά την τέλεια καύση με αποτέλεσμα να μην υπάρχει αιθάλη στα καυσαέρια.

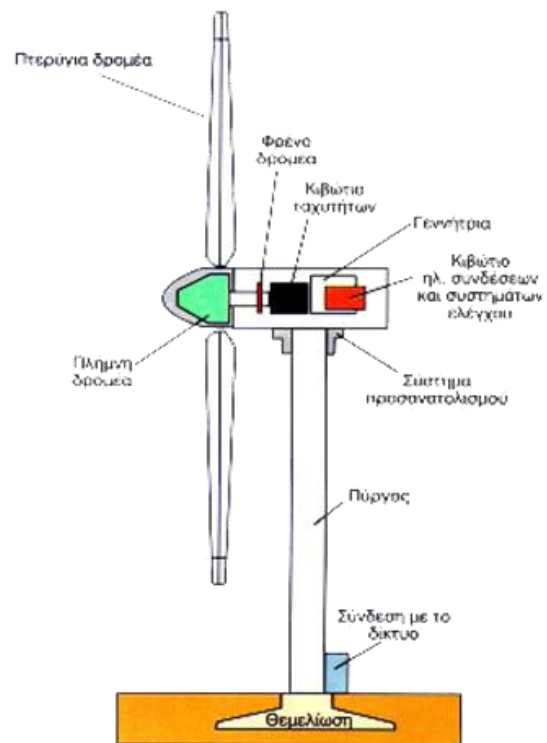
άλλα κτίρια). Αυτό γίνεται εφικτό με χρήση ηλιακών θερμικών συστημάτων που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μετατρέπουν σε θερμότητα, τα οποία διακρίνονται σε ενεργητικά και παθητικά. Για τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική χρησιμοποιούνται τα φωτοβολταϊκά και τα ηλιοθερμικά συστήματα.

- Αιολική ενέργεια

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»,

<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-2>

Η αιολική ενέργεια δημιουργείται έμμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία, γιατί η ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης προκαλεί τη μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από τη μια περιοχή στην άλλη, δημιουργώντας έτσι τους ανέμους. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1 m/sec, σε ύψος 10 μέτρων πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτή την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες, σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Άλλωστε το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την "πρώτη" περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας.



Εικόνα 30: Ανεμογεννήτρια

Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούνται ανεμογεννήτριες¹⁴ οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Η σημαντικότερη εφαρμογή των μηχανισμών αυτών είναι η σύνδεσή τους με το ηλεκτρικό δίκτυο. Τα αιολικά πάρκα (συστοιχίες πολλών ανεμογεννητριών) εγκαθίστανται και λειτουργούν σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού και το σύνολο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας διοχετεύεται στο δίκτυο. Υπάρχει επίσης δυνατότητα οι ανεμογεννήτριες να λειτουργούν αυτόνομα για την κάλυψη ή τη συμπλήρωση ενεργειακών αναγκών απομακρυσμένων κατοικιών, αγροκτημάτων κ.ο.κ. Ωστόσο, στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει, όπως και στην περίπτωση των αυτόνομων φωτοβολταϊκών συστημάτων, η ανάγκη για αποθήκευση ενέργειας με εγκατάσταση μπαταριών.

¹⁴ Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας βασίζεται στη κίνηση των πτερυγίων της, τα οποία περιστρέφονται όταν φυσά. Η κίνηση αυτή μεταδίδεται σε ένα άξονα περιστροφής που με τη βοήθεια ενός συστήματος προσανατολισμού, βρίσκεται συνεχώς παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου. Η κινητική ενέργεια του άξονα περιστροφής μετατρέπεται σε ηλεκτρικό ρεύμα από μια γεννήτρια. Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από το μέγεθος της και την ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος είναι συνάρτηση των αναγκών που καλείται να εξυπηρετήσει και ποικίλει από μερικές εκατοντάδες μέχρι μερικά εκατομμύρια Watt.

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-2>

Σήμερα, οι τεχνολογικές εξελίξεις στον τομέα, έχουν καταστήσει δυνατή την αθόρυβη λειτουργία των ηλεκτρογεννητριών, την αύξηση του μεγέθους τους και τη μείωση του κόστους εγκατάστασής τους. Έτσι, η αιολική βιομηχανία είναι σήμερα η ταχύτερα αναπτυσσόμενη ενεργειακή τεχνολογία, με εντυπωσιακούς ρυθμούς ανάπτυξης τα τελευταία χρόνια. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα της Δανίας, που σήμερα καλύπτει σχεδόν το 25% των αναγκών της σε ηλεκτρισμό με αιολική ενέργεια, ενώ ο εθνικός στόχος της χώρας αυτής είναι να καλύπτει το 50% των αναγκών της με αιολική ενέργεια ως το 2030. Ο Ευρωπαϊκός Σύνδεσμος Αιολικής Ενέργειας (EWEA) θεωρεί ρεαλιστική την εγκατάσταση 75GW αιολικών στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έως το τέλος του 2010, στόχος που εκτιμάται ότι θα αγγίξει τα 180GW το 2020.

Τέλος, Καθώς αναπτύσσονται τεχνολογίες για εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων στη θάλασσα, για ελαφρύτερες κατασκευές και για γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας, η συμμετοχή της αιολικής ενέργειας στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο αναμένεται να αυξηθεί σημαντικά. Αυτό θα γίνει ευφικτό με χρήση ανεμογεννητριών μεγάλης ισχύος και διάσπαρτων μεγάλων αιολικών πάρκων.

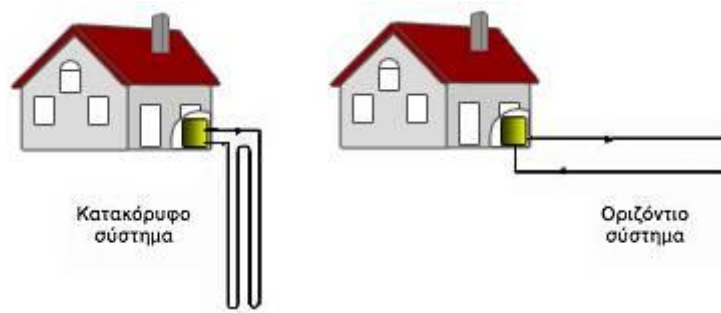
- Γεωθερμία

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»,
<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-3>

Όσο προχωράμε βαθύτερα από την επιφάνεια της γης προς τον πυρήνα, παρατηρούμε αύξηση της θερμοκρασίας, η οποία ονομάζεται γεωθερμική βαθμίδα. Κοντά στην επιφάνεια της γης η γεωθερμική βαθμίδα έχει μέση τιμή περίπου 30°C ανά χιλιόμετρο βάθους. Σε μερικές περιοχές, είτε λόγω ηφαιστειότητας σε πρόσφατη γεωλογική περίοδο, είτε λόγω ανόδου ζεστού νερού από μεγάλα βάθη μέσω ρηγμάτων, η γεωθερμική βαθμίδα είναι σημαντικά μεγαλύτερη από 30°C, με αποτέλεσμα σε μικρό σχετικά βάθος να απαντώνται υδροφόροι οριζόντες που περιέχουν νερό ή ατμό υψηλής θερμοκρασίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται γεωθερμικά πεδία και στα σημεία αυτά η εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας είναι εξαιρετικά συμφέρουσα. Όταν το ζεστό νερό ή ο ατμός βρει διέξοδο μέσα από κάποιο άνοιγμα του φλοιού της Γης προς την επιφάνειά της τότε έχουμε τις θερμές πηγές ή τους θερμούς πίδακες

Οι εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία και περιλαμβάνουν ηλεκτροπαραγωγή, θέρμανση χώρων, ψύξη και κλιματισμό, θέρμανση θερμοκηπίων κ.ο.κ. Εκτός από τα γεωθερμικά πεδία, η σημερινή τεχνολογία επιτρέπει την εκμετάλλευση της σταθερής θερμοκρασίας των ανώτερων στρωμάτων του εδάφους για θέρμανση και κλιματισμό, με χρήση αντλιών θερμότητας με γεωεναλλάκτη.

Τα βασικά κυκλώματα που χρησιμοποιούνται είναι ο γεωεναλλάκτης κάθετου τύπου (κλειστό κύκλωμα με εναλλάκτη σε πηγάδι) ή οριζόντιου τύπου (κλειστό κύκλωμα με οριζόντιες σωληνώσεις). Στους σωλήνες κυκλοφορεί συνήθως αποσκληρυνμένο νερό που θερμαίνεται ή ψύχεται απορροφώντας ή απορρίπτοντας αντίστοιχα θερμότητα από και προς το έδαφος.



Εικόνα 31: Βασικά κυκλώματα γεωθερμικής ενέργειας

Κατά τη διάρκεια του χειμώνα, η γεωθερμική αντλία θερμότητας^v αφαιρεί θερμότητα από το έδαφος και την προσθέτει στο σύστημα θέρμανσης του κτιρίου. Αυτή η διεργασία αναστρέφεται κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού προκειμένου να παρέχει ψύξη. Καθώς η θερμοκρασία του εδάφους σε μερικά μέτρα βάθος παραμένει σχεδόν σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες, οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παρέχουν αποδοτική θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό χρήσης, εξοικονομώντας ενέργεια και μειώνοντας τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αξιοποιούν γεωθερμικό δυναμικό θερμοκρασίας μικρότερης των 25°C.

- Υδροηλεκτρική ενέργεια
 Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»,
<http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-4>

Το νερό κάνοντας τον "κύκλο του" στη φύση έχει δυναμική ενέργεια, όταν βρίσκεται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει προς χαμηλότερες περιοχές. Η χρήση της ήταν γνωστή από τα αρχαία χρόνια, (υδρόμυλοι για την άλεση σιτηρών) ενώ σήμερα η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται για σκοπούς ηλεκτροπαραγωγής. Με τα υδροηλεκτρικά έργα (υδροταμιευτήρας, φράγμα, κλειστός αγωγός πτώσεως, υδροστρόβιλος, ηλεκτρογεννήτρια, διάωρυγα φυγής) εκμεταλλεγόμαστε την ενέργεια του νερού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο διοχετεύεται στην κατανάλωση με το ηλεκτρικό δίκτυο. Μόνο σε περιοχές με σημαντικές υδατοπτώσεις, πλούσιες πηγές και κατάλληλη γεωλογική διαμόρφωση είναι δυνατόν να κατασκευασθούν υδροταμιευτήρες. Συνήθως η ενέργεια που τελικώς παράγεται, χρησιμοποιείται μόνο συμπληρωματικά με άλλες συμβατικές πηγές ενέργειας, σε ώρες αιχμής.



Εικόνα 32: Υδροηλεκτρική Μονάδα

Από όλους τους τομείς των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, οι υδροηλεκτρικές¹⁵ εφαρμογές μεγάλης κλίμακας είναι εκείνες που τυγχάνουν μεγαλύτερης αξιοποίησης και ίσως οι ωριμότερες. Η μείωση του ύψους της υδατόπτωσης, οι γεννήτριες μεταβλητής ταχύτητας, η μείωση του κόστους εξοπλισμού και οι φιλικότερες προς το περιβάλλον τεχνολογίες αναμένεται εξάλλου να τονώσουν το ενδιαφέρον και για τις μικρές υδροηλεκτρικές εφαρμογές.

Ως πλεονεκτήματα της ενέργειας αυτής, μπορούν να σημειωθούν, αρχικά το γεγονός ότι οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί είναι δυνατόν να τεθούν σε λειτουργία αμέσως μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια, σε αντίθεση με τους θερμικούς σταθμούς (γαιανθράκων, πετρελαίου κλπ.), που απαιτούν κάποιο χρόνο προετοιμασίας. Στη συνέχεια, πρόκειται για «καθαρή» και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με τα γνωστά ευεργετήματα και με μεγάλο βαθμό απόδοσης. Τέλος, μέσω των υδροταμιευτήρων δίνεται η δυνατότητα να ικανοποιηθούν και άλλες ανάγκες, όπως ύδρευση, άρδευση, ανάσχεση χειμάρρων, δημιουργία υγροτόπων, αναψυχή και αθλητισμός.

Αντίθετα, το μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, όπως και ο πολύς χρόνος που απαιτείται μέχρι την αποπεράτωση του έργου αποτελεί ένα από τα μειονεκτήματα. Επιπλέον, η έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα (ενδεχόμενη μετακίνηση πληθυσμών, υποβάθμιση περιοχών, αλλαγή στη χρήση γης, στη χλωρίδα και πανίδα περιοχών αλλά και του τοπικού κλίματος, πλήρωση ταμιευτήρων με φερτές ύλες, αύξηση σεισμικής επικινδυνότητας, κ.ά.) αποτελεί πρόβλημα. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος, η διεθνής πρακτική σήμερα προσανατολίζεται στην κατασκευή μικρών φραγμάτων. Τέλος, βρίσκουν ευρεία εφαρμογή μόνο σε χώρες με άφθονα νερά και σημαντικές βροχοπτώσεις. Αυτό συμβαίνει γιατί η λειτουργία τους απαιτεί μεγάλες ποσότητες νερού, η δέσμευση των οποίων ενδέχεται να δημιουργήσει πρόβλημα στην χλωρίδα και πανίδα της περιοχής.

- Ενέργεια κυμάτων-ωκεανών

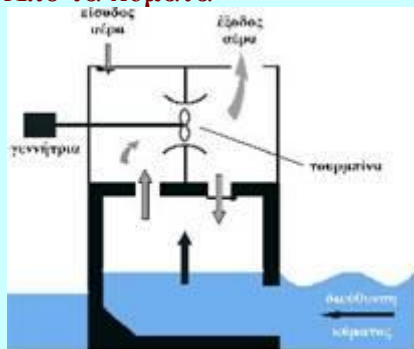
Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-5>

Η θάλασσα καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της γης και είναι μια τεράστια αποθήκη κινητικής ενέργειας αποθηκευμένης στα κύματα, τις παλίρροιες και τα θαλάσσια ρεύματα. Οι ωκεανοί, ως φυσικοί αποταμιευτήρες μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Υπάρχουν τρεις βασικοί τρόποι για να εκμεταλλευτούμε την ενέργεια της θάλασσας:

- από τα κύματα
- τις παλίρροιες (μικρές και μεγάλες)
- από τις θερμοκρασιακές διαφορές του νερού

¹⁵ Η λειτουργία των υδροηλεκτρικών μονάδων βασίζεται στην κίνηση του νερού που περιστρέφει μια τουρμπίνα η οποία θέτει σε λειτουργία μια γεννήτρια. Οι περισσότερες υδροηλεκτρικές μονάδες χρησιμοποιούν ένα φράγμα το οποίο συγκρατεί μια μεγάλη ποσότητα νερού δημιουργώντας έτσι μια μεγάλη δεξαμενή. Κάποιες θύρες στο φράγμα ανοίγουν και λόγω της βαρύτητας το νερό περνάει σε έναν αγωγό ο οποίος το οδηγεί σε μια τουρμπίνα. Καθώς αυτό περνάει από τον αγωγό δημιουργεί μεγάλη πίεση. Το νερό πέφτει πάνω στις φτερωτές μιας τουρμπίνας και την περιστρέφει. Η περιστροφική αυτή κίνηση μεταφέρεται στη γεννήτρια, η οποία είναι συνδεδεμένη με την τουρμπίνα με έναν άξονα. Καθώς οι φτερωτές της τουρμπίνας περιστρέφονται, περιστρέφουν τους μαγνήτες της γεννήτριας γύρω από ένα πηνίο θέτοντας σε κίνηση ηλεκτρόνια και δημιουργείται έτσι εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.

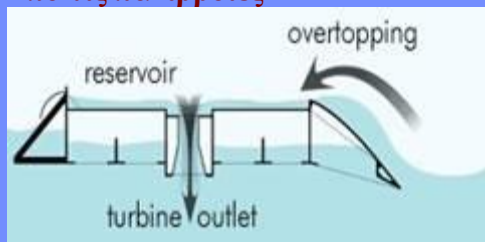
Από τα κύματα



Εικόνα 33: Ενέργεια απο τα κύματα

Η κινητική ενέργεια των κυμάτων μπορεί να περιστρέψει την τουρμπίνα, όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η ανυψωτική κίνηση του κύματος πιέζει τον αέρα προς τα πάνω, μέσα στο θάλαμο και θέτει σε περιστροφική κίνηση την τουρμπίνα έτσι ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα. Αυτός είναι ένας μόνο τύπος εκμετάλλευσης της ενέργειας των κυμάτων.

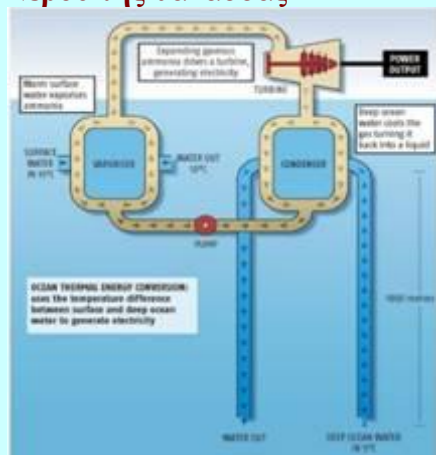
Από τις παλίρροιες



Εικόνα 34: Ενέργεια απο τις παλίρροιες

Τα εισερχόμενα νερά της παλίρροιας στην ακτή μπορούν να παγιδευτούν σε φράγματα, οπότε τα αποθηκευμένα νερά ελευθερώνονται και κινούν υδροστρόβιλο, όπως στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια. Τα πλέον κατάλληλα μέρη για την κατασκευή σταθμών ηλεκτροπαραγωγής είναι οι στενές εκβολές ποταμών.

Θερμοκρασιακές Διαφορές του Νερού της θάλασσας



Εικόνα 35: Θερμοκρασιακές διαφορές του θαλασσινού νερού

Η θερμική ενέργεια των ωκεανών μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί με την εκμετάλλευση της διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμότερου επιφανειακού νερού και του ψυχρότερου νερού του πυθμένα. Η τεχνολογία μετατροπής της ωκεάνιας θερμικής ενέργειας, χρησιμοποιεί σε πρώτη φάση το θερμό νερό για να ζεστάνει σε ειδικό θάλαμο μια ποσότητα υγρού που έχει χαμηλό σημείο βρασμού, όπως η αμμωνία ή ένα μείγμα αμμωνίας και νερού. Όταν το μείγμα αυτό βράσει, το αέριο που απελευθερώνεται δημιουργεί αρκετή πίεση ώστε να οδηγήσει έναν αεριοστρόβιλο ο οποίος παράγει την ενέργεια. Στη συνέχεια το αέριο αυτό παγώνει καθώς διέρχεται μέσα από το ψυχρό νερό του πυθμένα του ωκεανού.

- Βιομάζα

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-6>

Η βιομάζα αποτελεί μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας, γνωστή στον άνθρωπο εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς, όπως είναι το ξύλο και άλλα δασικά προϊόντα, αγροτικά υπολείμματα, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων, αστικά απόβλητα κλπ, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Το βιοαέριο είναι αέριο πλούσιο σε μεθάνιο το οποίο παράγεται από οργανικά απόβλητα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρική ενέργειας, αλλά και ως καύσιμο, για μηχανές εσωτερικής καύσης.

Η βιομάζα είναι δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή ηλιακής ενέργειας, αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτών και αποτελείται κυρίως από ενώσεις που βασικά στοιχεία έχουν τον άνθρακα και το υδρογόνο. Οι κυριότερες μορφές βιομάζας είναι :

- Αγροτικά παραπροϊόντα (υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών, υπολείμματα επεξεργασίας γεωργικών προϊόντων όπως κουκούτσια καρπών, πυρηνόξυλο κ.λ.π.)
- Κτηνοτροφικά απόβλητα και απορρίμματα
- Βιομάζα δασικής προέλευσης
- Ενεργειακά φυτά (καλάμι, μίσχανθος, γλυκό σόργο, ευκάλυπτος κ.λ.π.)
- Οργανικό μέρος των αστικών στερεών αποβλήτων

Η θέρμανση με ξύλα είναι ένα παράδειγμα χρησιμοποίησης της βιομάζας ως ενεργειακής πηγής και είναι γνωστή εδώ και πάρα πολλά χρόνια. Σήμερα οι κύριες εφαρμογές της βιομάζας ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας είναι:

- **Θέρμανση θερμοκηπίων:** χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.
- **Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες:** χρησιμοποιούνται ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου για τη θέρμανση κτιρίων.
- **Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες:** χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Ελαιοτριβεία, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή/και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.
- **Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου:** Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ζακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.
- **Τηλεθέρμανση:** είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιώντας ως καύσιμο βιομάζα. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.
- **Παραγωγή ενέργειας από βιοαέριο^{VII}:** Το βιοαέριο που παράγεται από βιομάζα καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των

μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή/και άλλες ανάγκες θέρμανσης (π.χ θέρμανση κτιρίων).

- **Παραγωγή βιοκαυσίμων^{VII}**: Υγρά καύσιμα που παράγονται από διάφορους τύπους βιομάζας. Τα βιοκαύσιμα παράγονται από φυτικά υλικά, συγκεκριμένα είδη καλλιεργειών και από ανακυκλωμένα ή χρησιμοποιημένα σπορέλαια. Η χρήση των βιοκαυσίμων στα οχήματα έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τον τομέα των μεταφορών.

Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επιπλέον, η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της συμβάλλει, επίσης, στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και στη βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος. Τέλος, η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, συνεισφέρει στην γενικότερη ανάπτυξη του αγροτικού και αγροτοβιομηχανικού τομέα και στην τόνωση του αγροτικού εισοδήματος.

Συνεπώς, είναι εύκολο να διακρίνει κανείς, ότι το σημερινό ενεργειακό μοντέλο, τόσο παγκοσμίως όσο και στη χώρα μας, κλίνει περισσότερο στη χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ενέργειας που απαιτείται στον κτιριακό τομέα. Ωστόσο η εκμετάλλευση των Α.Π.Ε (Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας) αρχίζει να εισάγεται ενεργά, οδηγώντας τους μελετητές σε αρχιτεκτονικές λύσεις που μοιάζουν καινοτόμες αλλά αποτελούν εμπειρικές γνώσεις του παρελθόντος συνδυαζόμενες με την σύγχρονη τεχνογνωσία και τα τεχνολογικά άλματα. Η Βιοκλιματική ή Πράσινη Αρχιτεκτονική γίνεται πλέον ανάγκη και σε κάποιες περιπτώσεις κανόνας, σύμφωνα με οδηγίες στις οποίες καλούνται να συμμορφώνονται οι χώρες.

2.2 ΣΤΡΟΦΗ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

2.2.1 ΟΙ ΑΝΑΓΚΕΣ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Στα προηγούμενα κεφάλαια, έγινε αναφορά στις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ένα κτίριο για να θεωρείται κατάλληλο για χρήση, αλλά και στην συμμετοχή του στην κατανάλωση ενέργειας. Δεδομένου του ότι η Αρχιτεκτονική δεν αποτελεί πλέον μόνο χρηστικό «εργαλείο» -αλλά καλείται πλέον να ικανοποιεί, όχι μόνο τις βιοτικές και πρωταρχικές ανάγκες του ανθρώπου, αλλά και τις αισθητικές, συναισθηματικές και πολιτιστικές του ανάγκες- επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό τη ζωή του ατόμου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, να επηρεάζει άμεσα και άλλους τομείς όπως το περιβάλλον –τόσο στην εικόνα, όσο και στην υγιεινή του- τον πολιτισμό, την οικονομία κλπ.

Έχοντας έναν τόσο σημαντικό ρόλο, είναι προφανές ότι η επιρροή της αρχιτεκτονικής στους άλλους τομείς έχει εξίσου θετικό αλλά και αρνητικό χαρακτήρα. Οι αρνητικές επιπτώσεις της συνεπώς, είναι αυτές που κάνουν τους μελετητές να ψάχνουν τις βέλτιστες λύσεις ώστε να μειωθούν όσο το δυνατόν περισσότερο. Οι αυξανόμενες ανάγκες για ενέργεια οδηγούν στην εξάντληση των ορυκτών καυσίμων που ως τώρα αποτελούσαν τη βασική πηγή ενέργειας, ενώ παράλληλα η καύση αυτών συμβάλλει στην εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Το τελευταίο, θεωρείται υπεύθυνο για τη μόλυνση του περιβάλλοντος και για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», που τον αιώνα που διανύουμε επηρεάζει δυσμενώς τις κλιματολογικές συνθήκες δημιουργώντας προβλήματα στα οικοσυστήματα, στις αγροτικές

καλλιέργειες κλπ. Πέρα από τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μία ακόμα προοπτική της εργονομικής Αρχιτεκτονικής είναι οι οικονομικότερες αλλά παράλληλα λειτουργικές λύσεις.

Ως εναλλακτική λύση στο σημερινό μοντέλο ανάπτυξης προτείνεται η «βιώσιμη ανάπτυξη». Βασική φιλοσοφία της είναι η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη αποκατάσταση των οικοσυστημάτων του πλανήτη. Με αυτές τις αρχές έχει διαμορφωθεί ένα νέο πολιτικό και νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με βάση το οποίο προτείνεται η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών και μορφών ενέργειας προκειμένου να μειωθούν συνολικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Την απάντηση σε αυτές τις αναζητήσεις έρχεται να δώσει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός ή Πράσινη Αρχιτεκτονική, που περικλύει στη φιλοσοφία της, μεταξύ άλλων, έννοιες όπως εξοικονόμηση ενέργειας, οικονομία, εργονομία, πρακτικότητα, λειτουργικότητα και εναρμόνιση με τη φύση.

2.2.2 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ -ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΦΙΛΟΣΟΦΙΑ

Πρόκειται για μια ιδέα που αφορά τον σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (τόσο εσωτερικών, όσο και εξωτερικών-υπαίθριων) σύμφωνα με το τοπικό κλίμα που συνήθως αναφέρεται ως μικροκλίμα, με σκοπό να εξασφαλίζονται οι συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης με την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των ανανεώσιμων πηγών, αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Ενώ παρουσιάζεται ως μια καινοτόμα προσέγγιση της αρχιτεκτονικής, ωστόσο δεν παύει να επαναφέρει τεχνικές και λύσεις γνωστές στους προγόνους μας, αφού λόγω έλλειψης τεχνολογικών μέσων στην εποχή τους χρησιμοποιούσαν έξυπνα, όσο περισσότερο μπορούσαν, τους φυσικούς πόρους που διέθετε η κάθε περιοχή (π.χ. ηλιοφάνεια, άνεμοι, βροχοπτώσεις κλπ.). Παρ' όλα αυτά, η φιλοσοφία αυτή εμπλουτίζεται και ενισχύεται, στην εποχή μας, με τις υπάρχουσες τεχνολογικές εφαρμογές και καινοτομίες (νέα ανθεκτικότερα υλικά, μηχανισμοί οικοδόμησης, μεταφορές κλπ).

Αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της οικολογικής δόμησης, η οποία ασχολείται με τον έλεγχο των περιβαλλοντικών παραμέτρων στο επίπεδο των κτιριακών μονάδων μελετώντας τις ακόλουθες κατευθύνσεις:

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

Βασικά στοιχεία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στα κτίρια αποτελούν τόσο τα παθητικά όσο και τα ενεργητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας. Τα παθητικά, αποτελούν δομικά στοιχεία ενός κτιρίου και λειτουργούν χωρίς μηχανολογικά εξαρτήματα ή πρόσθετη παροχή ενέργειας και με φυσικό τρόπο ενισχύουν την θέρμανση και τον δροσισμό. Τα συστήματα αυτά χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης
- Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού
- Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

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

Αντίθετα, τα ενεργητικά συστήματα χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για τη θέρμανση ή το δροσισμό των κτιρίων, με την αξιοποίηση όμως της ηλιακής ενέργειας ή φυσικών δεξαμενών ψύξης. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί συλλέκτες θέρμανσης ή παροχής ζεστού νερού χρήσης, τα φωτοβολταϊκά στοιχεία κ.α. Η εγκατάσταση τόσο των παθητικών όσο και των ενεργητικών συστημάτων, μπορεί να αυξάνουν ελαφρά το συνολικό κόστος κατασκευής του κτιρίου μεν, αποσβένεται όμως από την περιορισμένη χρήση μονάδων συμβατικής θέρμανσης και κλιματιστικών μονάδων.

Η βιοκλιματική είναι ο κλάδος της αρχιτεκτονικής εκείνος ο οποίος επιχειρεί να συνδυάσει την οικολογία με τη βιωσιμότητα. Με τον όρο «βιοκλιματικός σχεδιασμός» εννοείται ο σχεδιασμός εκείνος ο οποίος έχει ως σκοπό την προστασία του περιβάλλοντος και των φυσικών πόρων. Τα ζητούμενα επομένως, σε έναν τέτοιο σχεδιασμό, είναι η ανέγερση κτιρίων σχεδιασμένων έτσι ώστε αφενός να καλύπτονται όλες τους οι ενεργειακές ανάγκες και αφετέρου στο ετήσιο ισοζύγιο να είναι μηδενική η επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τις εκπομπές βλαβερών για το περιβάλλον αερίων. Επιπλέον, οι ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων αυτών στον τομέα της θέρμανσης και της ψύξης να καλύπτονται πλήρως μέσω γεωθερμικών ενεργειακών πόρων (ηλεκτρική ενέργεια παράγεται μέσω φωτοβολταϊκών στοιχείων) και τέλος, η ανέγερση να γίνεται εντός ορίου του συνήθους κόστους των κατασκευών, αλλά με σεβασμό στους περιορισμένους φυσικούς πόρους.

Η φιλοσοφία αυτή ξεκίνησε αρχικά ως ιδέα, μετατράπηκε αργότερα σε ανάγκη και στην σύγχρονη εποχή επιχειρείται να αποτελέσει νόμο για όλα τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Ξεκίνησε να νομοθετείται και να παγιώνεται στην Ευρώπη κατά την περίοδο 1980, με σταθμό στη διαδικασία αυτή, την Οδηγία 2002/91/EK της 16^{ης} Δεκεμβρίου του 2002 για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων και σταδιακά παγιώνεται και στη χώρα μας. Από το 1998¹⁶ αρχίζει η «νομοθετική» μας συμμετοχή στο Βιοκλιματικό σχεδιασμό με μια σειρά αποφάσεων, μέτρων και κανονισμών. Σταθμοί στην συμμόρφωση της Ελλάδας στη φιλοσοφία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού μπορούν να θεωρηθούν η εφαρμογή του νόμου 3661/2008 καθώς και η απόφασης έγκρισης¹⁷ του ΚΕΝΑΚ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) στις 30 Μαρτίου 2010. Έκτοτε, αναθεωρώντας την Οδηγία 2002/91/ΕΕ, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο θεωρεί ότι τα κράτη-μέλη της Ένωσης θα πρέπει, το αργότερο μέχρι τα τέλη του 2018, να διασφαλίσουν ότι **όλα τα νέα ή ανακαινιζόμενα κτίρια θα παράγουν από ανανεώσιμες πηγές όση ενέργεια καταναλώνουν.**

2.2.3 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, είναι ξεκάθαροι οι στόχοι που θέτει ένας τέτοιος σχεδιασμός. Η υιοθέτησή του εξυπηρετεί τέσσερεις (4) βασικούς στόχους:

1. **Την απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα**, με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
2. **Την εξοικονόμηση χρημάτων**, καθώς η χρήση της αδάπανης ηλιακής ενέργειας για θέρμανση και των δροσερών ανέμων για τον δροσισμό, είναι δυνατόν να μειώσουν μέχρι και 50% ,ενδεχομένως και παραπάνω, τα έξοδα θέρμανσης-δροσισμού.
3. **Την προστασία του περιβάλλοντος**, εξ' αιτίας του περιορισμού της εκπομπής ρυπογόνων αερίων από την καύση ορυκτών καυσίμων.
4. **Τη βελτίωση του εσωκλίματος**, με τη διασφάλιση συνθηκών βιολογικής άνεσης και τη δημιουργία υγιεινών συνθηκών διαβίωσης.

¹⁶ ΚΥΑ 21475/4707/1998 «Μέτρα για τον περιορισμό των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων» ΦΕΚ880 Β'

¹⁷ Π: <http://www.pelestam.gr/sites/default/files/KENAK.pdf>

Πιο συγκεκριμένα, ο όρος «ενεργειακός σχεδιασμός» ή «βιοκλιματικός σχεδιασμός» ή «ηλιακή αρχιτεκτονική» αναφέρεται στο σχεδιασμό που ανταποκρίνεται στις κλιματικές συνθήκες του περιβάλλοντος, όπως η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, κλπ. με τρόπο τέτοιο ώστε το κτιριακό κέλυφος να τις τροποποιεί για να δημιουργείται εσώκλιμα που να παρέχει με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη τις βέλτιστες συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για τους χρήστες.

Έτσι, στη χειμερινή περίοδο, ο ενεργειακός σχεδιασμός αποσκοπεί στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών αγωγιμότητας, αερισμού και εξάτμισης, επιτρέποντας μόνον τον απαραίτητο για λόγους υγιεινής αερισμό, και στην αύξηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία, ώστε αφενός να μειωθεί η διάρκεια της θερμαντικής περιόδου και αφετέρου να ελαττωθούν οι δαπάνες για την παροχή θέρμανσης. Αντίστοιχα, στην θερινή περίοδο ο ενεργειακός σχεδιασμός στοχεύει στην ελαχιστοποίηση της θερμικής προσόδου από την ηλιακή ακτινοβολία και στη βελτιστοποίηση των διαφόρων μεθόδων φυσικού δροσισμού, ώστε να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμη και να αποτραπεί η με το μηχανολογικό εξοπλισμό παρεχόμενη ψύξη.

2.2.4 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Η ονομασία, αυτή καθ' αυτή, μιας τέτοιας εφαρμογής είναι εκείνη που κάνει ξεκάθαρη τη σύνδεση αρχιτεκτονικής και περιβάλλοντος. Εξ' αρχής γίνεται σαφές ότι πρόκειται για τεχνικές οι οποίες συνδέονται άρρηκτα και αλληλεπιδρούν με κάποιες περιβαλλοντικές παραμέτρους. Οι παράμετροι που επηρεάζουν άμεσα έναν τέτοιο σχεδιασμό είναι:

- 1) Το κλίμα^{VIII} του τόπου
- 2) Το φυσικό περιβάλλον (βλάστηση, ανάγλυφο εδάφους, τοπία-θέα, γειτνίαση με νερό)

Πιο συγκεκριμένα, ως **κλίμα**¹⁸ εννοείται το σύνολο των μετεωρολογικών δεδομένων κάθε τόπου ή περιοχής. Τα στοιχεία του κλίματος είναι εκείνα που επηρεάζουν την ανταλλαγή θερμότητας του κτιρίου με το εξωτερικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα να καθορίζουν την αίσθηση άνεσης και ευεξίας των χρηστών. Επίσης καθορίζουν τόσο την ποιότητα όσο και την ποσότητα του παρεχόμενου φυσικού φωτός και συνεπώς καθορίζουν και την οπτική άνεση.

Οι βασικές και απαραίτητες κλιματικές παράμετροι για τον βιοκλιματικό σχεδιασμό είναι:

- Η θερμοκρασία του αέρα (μέση, μέγιστη, ελάχιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα –καλοκαίρι
- Η ηλιακή ακτινοβολία, η ηλιοφάνεια και η ένταση σε μηνιαία βάση
- Οι άνεμοι(χειμερινοί, θερινοί, ψυχροί, δροσεροί κλπ.), η κατεύθυνση και η έντασή τους
- Η σχετική υγρασία (ελάχιστη, μέση, μέγιστη) και οι διακυμάνσεις της χειμώνα-καλοκαίρι.

Οι παραπάνω συνθήκες επηρεάζουν το σχεδιασμό του κτιρίου στο στάδιο των αρχικών επιλογών (προσχέδια) σε ότι αφορά τη χωροθέτηση στο οικόπεδο, με τρόπο τέτοιο που να αξιοποιούνται κατάλληλα οι θετικές παράμετροι- ήλιος το χειμώνα, δροσεροί άνεμοι το καλοκαίρι και παράλληλη αποφυγή των ψυχρών ανέμων και της υγρασίας- όσο το δυνατόν περισσότερο.

Σε ότι αφορά το **φυσικό περιβάλλον**, συμπεριλαμβάνονται το *ανάγλυφο του εδάφους* (επίπεδο ή με κλίση) το οποίο επηρεάζει την τοποθέτηση του κτιρίου αλλά και τη μορφολογία του, σε επίπεδη διάταξη ή κλιμακωτή προσαρμοσμένη στο έδαφος, ο

¹⁸ Σε περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα τα τοπικά κλιματικά δεδομένα, λαμβάνονται υπ' όψη αυτά του πλησιέστερου μετεωρολογικού σταθμού.

προσδιορισμός των *προσήλιων* και *υπήνεμων πλευρών*, που σχετικά με τους ψυχρούς χειμερινούς ανέμους καθορίζει την τοποθέτηση του κτιρίου στο οικοπέδο. Περιλαμβάνει επίσης το *τοπίο* (ύπαρξη χαμηλής βλάστησης ή δένδρων) το οποίο καθορίζει τις επιλογές για τη χωροθέτηση του κτιρίου με σκοπό την αποφυγή σκίασης κατά το χειμώνα- σε σχέση με τα ύψη των γύρω στοιχείων- ενώ αντίστροφα το καλοκαίρι επιδιώκεται η σκίαση από τα γύρω δένδρα, τη *θέα*, εφόσον υπάρχει, η οποία αποτελεί κι αυτή παράγοντα τόσο ως προς την τοποθέτηση του κτιρίου γενικά όσο και των ανοιγμάτων στο κέλυφος, καθώς και ως προς την διάταξη των χώρων. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που η *θέα* βρίσκεται στη βορεινή πλευρά, πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψη και να προβλέπονται μεγάλα ανοίγματα, ακόμα κι αν αυξάνονται οι θερμικές απώλειες του κελύφους. Τέλος, συμπεριλαμβάνεται η *γεινίαση με το υγρό στοιχείο* (θάλασσα, ποτάμι, λίμνη κλπ.) γιατί αποτελεί βοηθητικό στοιχείο ως προς τη δημιουργία άνετου μικροκλίματος για το καλοκαίρι αρκεί να διασφαλίζεται η προστασία από την υγρασία κυρίως κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

2.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

I. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ (ΕΝΕΡΓΕΙΑ)

Π: <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu1-1-6>, «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

Η εξέλιξη της ανθρωπότητας είναι στενά συνδεδεμένη με τη χρήση ενέργειας. Δεν είναι τυχαίο ότι οι ονομασίες των ιστορικών περιόδων της ανθρωπότητας, λίθινη εποχή, εποχή του σιδήρου ή του χαλκού, προέκυψαν από τη δυνατότητα των ανθρώπων να διαχειρίζονται διαφορετικές μορφές ενέργειας.

Πιθανότατα πριν από 500.000 χρόνια ο άνθρωπος έμαθε να χειρίζεται τη φωτιά (Εικόνα 36), ενώ τη λίθινη εποχή, περίπου 30.000 χρόνια πριν, ζωγραφιές σε σπήλαια αποδεικνύουν ότι ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε τη φωτιά για μαγείρεμα αλλά και να θερμαίνει ή να φωτίζει τις σπηλιές όπου και κατοικούσε.

Μεγάλη αλλαγή προέκυψε κατά την περίοδο όπου ο άνθρωπος άφησε τη νομαδική ζωή, οργανώθηκε στους πρώτους μόνιμους οικισμούς και ανέπτυξε την αγροτική καλλιέργεια. Όμως, αγροτική καλλιέργεια είναι στην πράξη η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε τροφή.

Το 5000 π.Χ. στον Νείλο χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά η αιολική ενέργεια για την κίνηση των πλοίων, ενώ το 4000 π.Χ. μικροί νερόμυλοι στην Ελλάδα χρησίμευαν για την άλεση δημητριακών αλλά και για παροχή πόσιμου νερού σε οικισμούς. Όσον αφορά τον άνθρακα (Εικόνα 37), η χρήση του αναφέρεται ήδη από το 3000 π.Χ. στην Κίνα, ενώ σημαντική χρήση του για μαγείρεμα γινότανε το 100 μ.Χ. στην Αγγλία. Βεβαίως, σε όλη την αρχαϊκή περίοδο, την σημαντικότερη πηγή ενέργειας αποτελούσε η ανθρώπινη μυϊκή δύναμη καθώς και η χρήση ζώων.

Στα μέσα του 17ου αιώνα, ξεκίνησε εκτεταμένη εξόρυξη άνθρακα, ενώ το 1600 μ.Χ. το εμπόριο άνθρακα με επίκεντρο την Αγγλία απέκτησε διεθνή διάσταση. Παρόλο που η εκτεταμένη χρήση άνθρακα στην Αγγλία πυροδότησε σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα, η αναγκαιότητα χρήσης της ξυλείας για παραγωγή κοκ αλλά και για την κατασκευή πολεμικών πλοίων κατέστησε αδύνατη την αποσύνδεση της αγγλικής οικονομίας από τον άνθρακα. Η πρώτη ενεργειακή κρίση της παγκόσμιας ιστορίας ξεκίνησε το 1630 μ.Χ. όταν το κόκ παραγόμενο από ξυλεία δεν επαρκούσε για να καλύψει τις ανάγκες των καταναλωτών. Την περίοδο αυτή, τεράστιες δασικές εκτάσεις στην βόρεια Ευρώπη και ιδιαίτερα στην Αγγλία, μετατράπηκαν σε κοκ προκειμένου να καλύψουν τις ανάγκες σε ενέργεια.

Ο 18ος αιώνας σηματοδεύτηκε από την ανακάλυψη της πρώτης ατμομηχανής από τον Thomas Newcomen, η οποία χρησιμοποιήθηκε για την άντληση νερού από τα υπόγεια ορυχεία εξόρυξης άνθρακα. Το 1765 μ.Χ., ο James Watt βελτιώνει σημαντικά την ατμομηχανή, δίνοντας τη δυνατότητα χρήσης της όχι μόνον για άντληση νερού αλλά και για την κίνηση μηχανών. Το 1800 μ.Χ. ο ιταλός εφευρέτης Alessandro Volta, ανακαλύπτει την πρώτη μπαταρία, δίνοντας τη δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας σε αδιάλειπτο χρόνο.

Στις αρχές του 19ου αιώνα οι χρησιμοποιούμενες ατμομηχανές είχαν τη δυνατότητα να παρέχουν την ισχύ 200 περίπου ανδρών. Αυτό ήταν αρκετό για να εξοπλίσει τις βιομηχανίες παραγωγής αγαθών και να οδηγήσει την οικονομία της Β.Α. Ευρώπης στη Βιομηχανική Επανάσταση. Για πρώτη φορά στην παγκόσμια ιστορία η ενέργεια μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε κάθε χώρο, κάθε ώρα και σε οποιαδήποτε ποσότητα. Παράλληλα, η χρήση της ατμομηχανής επεκτείνεται και στα μέσα μεταφοράς, το 1804 μ.Χ. στο σιδηρόδρομο και το 1807 μ.Χ. στη ναυτιλία.

Στα τέλη του 19ου αιώνα η ισχύς της ατμομηχανής ξεπερνούσε την ισχύ 6.000 ανδρών. Το 1880 μ.Χ. λειτουργεί η πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση άνθρακα. Η πρώτη εξόρυξη πετρελαίου λαμβάνει χώρα το 1859 μ.Χ. στη Βόρεια Αμερική αλλά εκείνη την εποχή η χρήση του ήταν φοβερά περιορισμένη, μέχρι την ανακάλυψη της μηχανής εσωτερικής καύσης.

Η ανακάλυψη των κοιτασμάτων πετρελαίου οδήγησε τον τεχνικό κόσμο του 20ου αιώνα στην ανάγκη εφεύρεσης συστημάτων ικανών να αξιοποιήσουν το καινούργιο καύσιμο. Αρχικά ο Γάλλος μηχανικός Etienne Lenoir και στη συνέχεια ο Γερμανός Nicolaus August Otto κατασκευάζουν τις πρώτες μηχανές εσωτερικής καύσης. Το 1885 μ.Χ. ο Γερμανός μηχανικός Karl Benz προσαρμόζει τη μηχανή του Otto σε αμάξωμα, τοποθετεί τρεις τροχούς και δημιουργεί το πρώτο αυτοκινούμενο όχημα. Τον επόμενο χρόνο ο Γερμανός μηχανικός Daimler κατασκευάζει το πρώτο τετράτροχο αυτοκίνητο με μηχανή εσωτερικής καύσης.

Το 1942 μ.Χ. ο Ιταλός φυσικός Enrico Fermi σχεδιάζει και θέτει σε λειτουργία τον πρώτο πυρηνικό αντιδραστήρα στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, ενώ το 1954 το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τίθεται σε λειτουργία στη Ρωσία.

Ο 20ος αιώνας χαρακτηρίζεται από τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων δεν απασχολούσαν κανέναν. Τα πράγματα όμως άλλαξαν στις αρχές του 21ου, όπου η ασφάλεια της ενεργειακής τροφοδοσίας, η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου και η αειφόρος ανάπτυξη αποκτούν πρωταρχική σημασία.

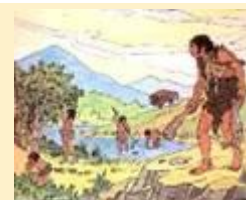
ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Προϊστορικοί χρόνοι

Ο άνθρωπος στηριζόταν αποκλειστικά στη μυϊκή του ενέργεια (δύναμη) για να βρίσκει την τροφή του.

Λίθινη εποχή

Οι κάτοικοι των σπηλαίων χρησιμοποίησαν την **ενέργεια της φωτιάς** αρχικά για το φωτισμό, τη θέρμανση και τη μαγειρική και με το πέρασμα των χιλιετιών για τη μεταλλουργία και την υαλουργία.





Θαλής

3000 π.Χ.

Οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν στην Περσία. Στην συνέχεια ο άνθρωπος χρησιμοποίησε την ενέργεια του ανέμου στα ιστιοφόρα πλοία, ενώ περίπου το 3000 π.Χ. εμφανίστηκαν και στην Ευρώπη, στη Γαλλία συγκεκριμένα, το 1180 π.Χ.

600 π.Χ- Στατικός Ηλεκτρισμός

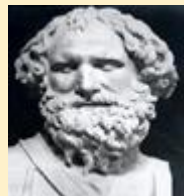
Ο Θαλής ανακάλυψε τον στατικό ηλεκτρισμό όταν αντιλήφθηκε ότι δύο διαφορετικά σώματα που έρχονται σε τριβή μεταξύ τους φορτίζονται ηλεκτρικά και έλκονται.

περίπου 200 π.Χ - Ο τροχός του νερού

Με την ανακάλυψη του τροχού του νερού αξιοποιείται η ενέργεια του νερού που έρρει ή έπεφτε, για την άλεση των σπόρων - υδραυλική ενέργεια - και σήμερα έχει εξελιχθεί στον σύγχρονο υδροστρόβιλο για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος.

212 π.Χ - Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας

Ο Αρχιμήδης αναφέρεται ανάμεσα στους πρώτους εφευρέτες, με τα κοίλα κάτοπτρα που κατασκευάζει, εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια και κατακαίει τα ρωμαϊκά πλοία κατά την πολιορκία των Συρακουσών.



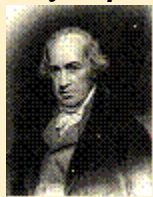
Αρχιμήδης



Ήρων ο Αλεξανδρεύς

130 π.Χ- Η πρώτη θερμική μηχανή

Ο Ήρων ο Αλεξανδρεύς κατασκευάζει την πρώτη θερμική μηχανή που αποτελείται από μια περιστρεφόμενη σφαίρα με δύο ακροφύσια και εκμεταλλεύεται τη δύναμη του ατμού.



James Watt

1782 - Η πρώτη ατμομηχανή πολύπλευρης χρήσης

Κατασκευάστηκε η πρώτη ατμομηχανή που μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε ευρεία κλίμακα σε πολλές εφαρμογές, οδηγώντας έτσι στην έλευση της Βιομηχανικής Επανάστασης.



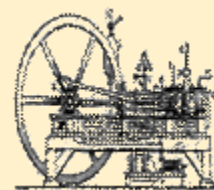
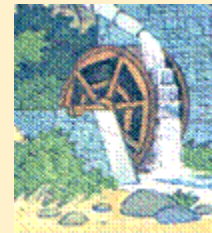
Jean Joseph Étienne Lenoir

1860 - Μηχανή εσωτερικής καύσης

Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης κατασκευάστηκε από το Γάλλο εφευρέτη Jean Joseph Étienne Lenoir.



Αρχαίος Περσικός Ανεμόμυλος





Karl Benz

1885 - Το πρώτο εύρηστο αυτοκίνητο

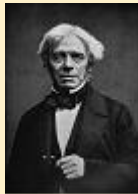
Το πρώτο εύρηστο αυτοκίνητο, με τρεις τροχούς και ανώτατη ταχύτητα 15 χιλιόμετρα την ώρα, κατασκευάστηκε από το Γερμανό μηχανικό Karl Benz.



Alessandro Volta

1800 - Η πρώτη ηλεκτρική μπαταρία

Η πρώτη ηλεκτρική μπαταρία κατασκευάστηκε από τον Ιταλό Alessandro Volta.



Michael Faraday

1821- Η εφεύρεση της αρχής της κίνησης του ηλεκτρομαγνήτη

Ο Michael Faraday εφεύρε την αρχή της κίνησης του ηλεκτρομαγνήτη που στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκε σαν βάση για τη κατασκευή του ηλεκτρικού μοτέρ.



George Simon Ohm

1826 - Ο νόμος του Ohm

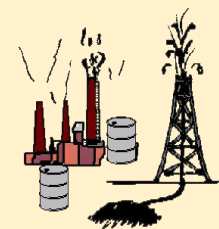
Η ανακάλυψη της σχέσης μεταξύ δύναμης, ηλεκτρικού ρεύματος και αντίστασης.



Edwin Drake

1859 - Εξόρυξη πετρελαίου

Η πρώτη άντληση πετρελαίου πραγματοποιήθηκε από τον αμερικανό συνταγματάρχη Edwin Drake από βάθος 21 μέτρων στην Πενσυλβάνια, ΗΠΑ.



Thomas Edison

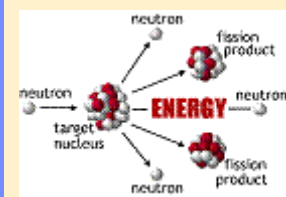
1879 - Η ανακάλυψη του ηλεκτρικού λαμπτήρα έγινε από τον Thomas Edison.



Otto Hahn και Lise Meitner

1938 - Η διάσπαση του ατόμου

Οι Otto Hahn και Fritz Strassmann, αξιοποιώντας την κβαντομηχανική και τη θεωρία της σχετικότητας των αρχών του 20ου αιώνα, πέτυχαν τη διάσπαση του ατόμου ουρανίου, η οποία εξηγήθηκε θεωρητικά από την Lise Meitner.



 <p>Francis Thomas Bacon</p>	<p>1954 - Το πρώτο πυρηνικό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας Τέθηκε σε λειτουργία ο πρώτος πυρηνικός σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Obninsk (έξω από τη Μόσχα) δυναμικότητας 5MW.</p> <p>1959 - Κελιά καυσίμου (Fuel Cells) Η πρώτη πρακτική εφαρμογή κελιών καυσίμου υδρογόνου-οξυγόνου (5kW) αναπτύχθηκε από τον Francis Thomas Bacon</p> <p>1973 - Η πρώτη ενεργειακή κρίση</p>	 <p>Πυρηνικό εργοστάσιο APS-1 Obninsk</p>  
--	--	---

II. Η κατανάλωση ενέργειας στην Ελλάδα

Π: «ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ», Κ.Ν. Αξαρηλή, Αρχιτέκτονας Α.Π.Θ, MsocSci B' ham, Δρ Α.Π.Θ,
http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/PROSEXEIS_EKDHLWSEIS/ENERGEIAKO_PISTOPOIHTIKO_KTIRIWN/Tab1/axarlh.pdf

Η κατανάλωση τελικής ενέργειας στην Ελλάδα ήταν σχεδόν σταθερή την περίοδο 1990-1994 και η ποσότητα κατανάλωσης ήταν γύρω στα 15 Mtoe, αφαιρώντας τις μη ενεργειακές χρήσεις. Μεταξύ των ετών 1995-1996 η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 6,5% περίπου, ενώ από τότε ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης είναι γύρω στο 2,5%. Συνολικά, η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 50% περίπου, την περίοδο 1990-2006, κυρίως ως συνέπεια της οικονομικής ανάπτυξης.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με μεγαλύτερο ρυθμό από το 1990. Η κύρια αύξηση προέρχεται από τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας με 177 TWh ετήσια κατανάλωση. Πρόκειται για ποσοστιαία αύξηση της τάξης του 94% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όταν η κατανάλωση του οικιακού τομέα ήταν 91 TWh. Ενώ η βιομηχανία ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής το 1990 με κατανάλωση 121 TWh, το 2006 έπεσε στην 3^η θέση με κατανάλωση 15 TWh και ποσοστό αύξησης 24% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ο τριτογενής τομέας έχει πλέον μεγαλύτερη κατανάλωση από τον βιομηχανικό τομέα. Σημείωσε δε κατανάλωση της τάξης των 175 TWh το 2006, σε σύγκριση με 56 TWh το 1990 παρουσιάζοντας μέσο ρυθμό αύξησης 77% το χρόνο και 215% συνολική αύξηση.

III. ΑΝΕΜΟΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ή ΠΥΡΓΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

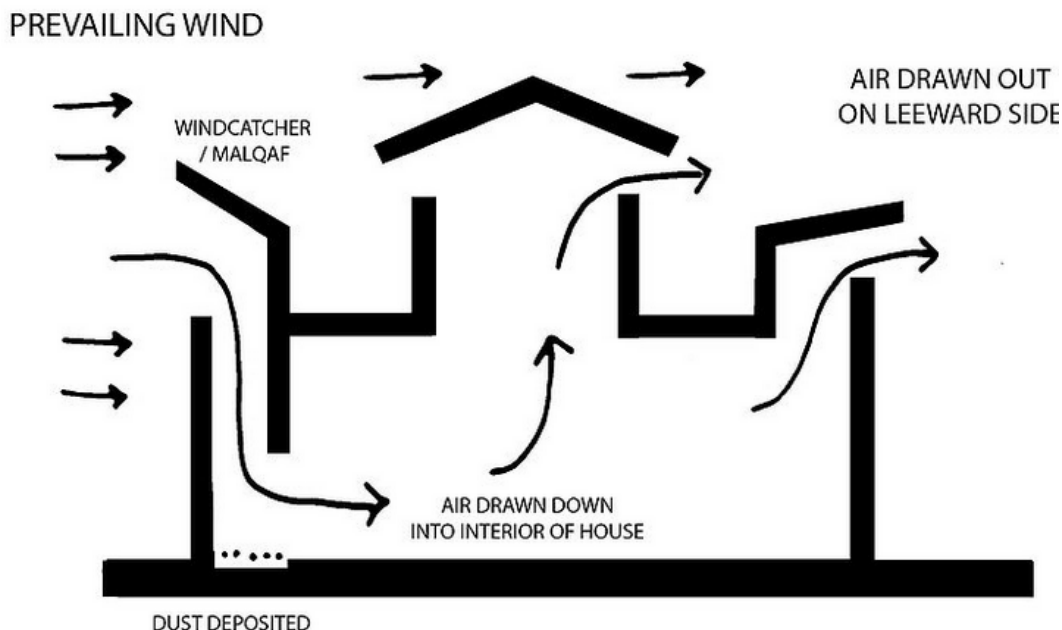
Π: «Αποτυπώματα», <http://apotypomata.blogspot.com/2010/07/blog-post.html>

Ένας ανεμοσυλλέκτης (windcatcher ή Malqaf στα αραβικά), είναι μια παραδοσιακή περσική αρχιτεκτονική σύλληψη, η οποία χρησιμοποιείται για αιώνες και έχει να κάνει με τη δημιουργία φυσικού εξαερισμού των κτιρίων. Δεν είναι γνωστό ποιος εφηύρε αρχικά τον ανεμοσυλλέκτη αλλά μπορούμε ακόμα να τον δούμε σε πολλές χώρες σήμερα.

Ο ανεμοσυλλέκτης υπάρχει σε διάφορες μορφές: ο ομοιοκατευθυνόμενος, ο αμφίδρομος και ο πολυκατευθυνόμενος. Παραδείγματα ανεμοσυλλέκτη μπορούν να βρεθούν σε όλη τη Μέση Ανατολή, το Πακιστάν και το Αφγανιστάν- επηρεασμένοι από την περσική αρχιτεκτονική.

Η λειτουργία

Μια από τις πιο κοινές χρήσεις του malqaf, έχει ως αρχιτεκτονικό χαρακτηριστικό γνώρισμα το δροσισμό του εσωτερικού της κατοικίας και χρησιμοποιείται συχνά σε συνδυασμό με τα προαύλια και τους θόλους, ως γενική στρατηγική εξαερισμού/ διαχείρισης της θερμότητας. Πρόκειται ουσιαστικά για έναν ψηλό σκεπασμένο πύργο με μια πλευρά ανοιχτή στην κορυφή. Αυτή η ανοιχτή πλευρά είναι προσανατολισμένη προς τον επικρατέστερο άνεμο της περιοχής με σκοπό να τον «συλλαμβάνει» φέροντάς τον προς τα κάτω στην καρδιά του κτιρίου. Αυτός είναι ο αμεσότερος τρόπος κατανομής του αέρα μέσα στο κτίριο, αλλά το πιο σημαντικό είναι ότι δεν τον δροσίζει απαραίτητως, παρά στηρίζεται σε ένα ποσοστό της εναλλαγής της ροής του για να παρέχει την αίσθηση της ψύξης.



Εικόνα 36: Λειτουργία ανεμοσυλλέκτη

IV. «ΦΟΡΟΣ ΠΑΡΑΘΥΡΟΥ»

Π: Wikipedia, “window tax”, http://en.wikipedia.org/wiki/Window_tax, από μετάφραση

Ο «φόρος παραθύρου» ήταν μια σημαντική κοινωνική, πολιτιστική και αρχιτεκτονική δύναμη στην Αγγλία, τη Γαλλία και τη Σκωτία κατά τη διάρκεια του 18^{ου} και 19^{ου} αιώνα. Κάποια σπίτια της εποχής παρουσιάζονται να έχουν ανοίγματα καλυμμένα με τούβλα (έτοιμα να ανοιχθούν αργότερα), σαν αποτέλεσμα του φόρου αυτού.

Ο φόρος εμφανίστηκε στην Αγγλία με απώτερο σκοπό την αντιμετώπιση της έλλειψης χρημάτων, το 1696 υπο την κυριαρχία του William III, και σκόπευε στο να επιβληθεί φόρος σχετικός με την περιουσία του φορολογούμενου, αλλά χωρίς να δημιουργηθούν αντιδράσεις που σχετίζονταν τότε με φόρους εισοδήματος. Εκείνη την εποχή, στην Βρετανία πολλοί αρνήθηκαν να πληρώσουν αυτόν τον φόρο στις αρχές, γιατί πίστευαν ότι η αποκάλυψη των προσωπικών εισοδημάτων αντιπροσώπευε μια απαράδεκτη κυβερνητική εισβολή σε προσωπικά δεδομένα και μια δυννητική απειλή για την προσωπική ελευθερία. Για την ακρίβεια, ο πρώτος μόνιμος Βρετανικός φόρος εισοδήματος δεν είχε εμφανιστεί μέχρι το 1842, και το ζήτημα παρέμενε έντονα αμφιλεγόμενο μέχρι και τον 20^ο αιώνα.

Όταν εμφανίστηκε ο φόρος, περιείχε δύο μέρη, έναν φόρο για το διαμέρισμα, για 2 σελίνια ανά σπίτι (£11.12 σήμερα,) και έναν μεταβλητό που αφορούσε τον αριθμό των παραθύρων, για πάνω από 10 παράθυρα ανά σπίτι. Περιουσίες με 10-20 παράθυρα πλήρωναν το συνολικό ποσό των τεσσάρων σελινίων (£22.25 σήμερα) κι εκείνες με πάνω από 20 παράθυρα πλήρωναν οκτώ σελίνια (£44.5 σήμερα). Το όριο των 10 παραθύρων άλλαξε σε 7 το 1766 και σε 8 το 1825. Ο φόρος που αντιστοιχούσε στο διαμέρισμα άλλαξε σε μεταβλητό ανάλογα με την αξία της περιουσίας το 1778. Εκείνοι που απαλλάσσονταν από άλλους φόρους όπως η εκκλησία και οι φτωχοί για λόγους φτώχειας, εξαιρούνταν και από τον εν λόγω φόρο. Ο φόρος αυτός ήταν σχετικά ανώδυνος και εύκολος να υπολογιστεί. Όσο μεγαλύτερο ήταν το σπίτι, τόσο περισσότερα παράθυρα πιθανώς να είχε οπότε τόσο μεγαλύτερο ποσό θα πλήρωνε ο φορολογούμενος. Παρ' όλα αυτά, δεν ήταν πολύ δημοφιλής γιατί κάποιοι τον θεωρούσαν φόρο σε φως και αέρα.

Στη Σκωτία εμφανίστηκε μετά το 1748 ενώ ένας ανάλογος φόρος υπήρχε στη Γαλλία από το 1798 έως το 1926, ο «φόρος πόρτας και παραθύρου». Υπήρξε μια έντονη αναταραχή στην Αγγλία υπέρ της κατάργησης του φόρου αυτού κατά τη διάρκεια του χειμώνα του 1850-1851, και κατά συνέπεια καταργήθηκε την 24^η Ιουλίου του 1851 αλλά αντικαταστάθηκε από άλλον φόρο στα κατοικήσιμα σπίτια.

V. ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

II: «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos_syskeves_syndesis.htm

Για λαμπτήρες φθορισμού

Στην περίπτωση των λαμπτήρων φθορισμού η σύνδεση γίνεται μέσω μίας στραγγαλιστικής διάταξης η οποία συνδέεται μεταξύ της παροχής ρεύματος και ενός ή περισσότερων λαμπτήρων φθορισμού και χρησιμεύει κυρίως για τον περιορισμό του ρεύματος μέσα στον λαμπτήρα (-ες) στην απαραίτητη ποσότητα. Μια στραγγαλιστική διάταξη μπορεί επίσης να περιλαμβάνει τα μέσα μετατροπής της παρεχόμενης τάσης, διορθώνοντας τον συντελεστή ισχύος και, είτε μόνη της είτε σε συνδυασμό με μια συσκευή έναυσης, να παρέχει τις απαραίτητες συνθήκες για την έναυση του λαμπτήρα (-ων).

Οι στραγγαλιστικές διατάξεις χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Ηλεκτρομαγνητικές στραγγαλιστικές διατάξεις:

Είναι απλά πηνία περιορισμού του ρεύματος σχετικά χαμηλού κόστους. Εμφανίζουν όμως σημαντικές απώλειες και χαμηλό συντελεστή ισχύος με αποτέλεσμα να απαιτείται η εγκατάσταση πυκνωτή αντιστάθμισης για τη διόρθωσή του. Τα συμβατικά στραγγαλιστικά πηνία αναπτύσσονται κατά τη λειτουργία τους υψηλές θερμοκρασίες, με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων.

- Ηλεκτρονικές στραγγαλιστικές διατάξεις:

Είναι ηλεκτρονικές διατάξεις οι οποίες λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες. Η υψίσυχνη λειτουργία τους έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη του στροβοσκοπικού φαινομένου, ενώ οι συνδεδεμένοι σε αυτούς λαμπτήρες αποδίδουν σταθερό φώς (χωρίς να τρεμοπαίζει). Η χρήση τους εξασφαλίζει αύξηση της διάρκειας ζωής των λαμπτήρων, ενώ παράλληλα εξασφαλίζεται και η οικονομικότερη λειτουργία τους αφού η φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων αυξάνεται όταν λειτουργούν σε υψηλές συχνότητες.

Οι απώλειες των στραγγαλιστικών διατάξεων εξαρτώνται από τον λαμπτήρα και τον τύπο τους. Διάφορες κατηγορίες στραγγαλιστικών έχουν καθοριστεί από την CELMA αναλόγως με τη ισχύ ρεύματος του κυκλώματος στραγγαλιστικού-λαμπτήρα, με διαφορετικά επίπεδα για κάθε ισχύ λαμπτήρα και τύπο στραγγαλιστικού. Η CELMA είναι η Ομοσπονδία Εθνικών Ενώσεων Κατασκευαστών για Φωτιστικά και Ηλεκτροτεχνικά Εξαρτήματα Φωτιστικών στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Η Ομάδα Εργασίας της CELMA, η οποία είναι αρμόδια για τα εξαρτήματα, έχει αναπτύξει έναν Οδηγό που βοηθά στην εφαρμογή της Οδηγίας 2000/55/EK για τις απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για στραγγαλιστικά για το φωτισμό φθορισμού. Ο οδηγός στοχεύει στην παροχή ενός απλού και σαφούς εργαλείου για την εφαρμογή της Οδηγίας, το οποίο απευθύνεται στους κατασκευαστές στραγγαλιστικών και φωτιστικών.

Για τους άλλους λαμπτήρες εκκένωσης

Οι άλλοι τύποι λαμπτήρων εκκένωσης χρειάζονται επίσης μια στραγγαλιστική διάταξη για να λειτουργήσουν. Και σε αυτή την περίπτωση τα ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα έναντι των συμβατικών: χαμηλότερη κατανάλωση, εξάλειψη του τρεμοπαίγματος, αντιμετώπιση των αυξομειώσεων τάσης, μικρότερο μέγεθος. Τα ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά είναι διαθέσιμα για τους λαμπτήρες Αλογονιδίων Μετάλλων (ορισμένα μοντέλα), τους λαμπτήρες Νατρίου Χαμηλής Πίεσης και τους λαμπτήρες Νατρίου Υψηλής Πίεσης (ορισμένα μοντέλα).

VI. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

Π: «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ»,

http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/texnitos_fotismos_systymata_elegxou.htm

Συστήματα ελέγχου

Τα συστήματα ελέγχου φωτισμού είναι συσκευές που ρυθμίζουν τη λειτουργία του συστήματος φωτισμού σε συνάρτηση με ένα εξωτερικό σήμα (χειροκίνητη επαφή, ανίχνευση παρουσίας, χρονοδιακόπτης, στάθμη φωτισμού).

Ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ελέγχου είναι:

Τοπικοί διακόπτες έναυσης

Οι τοπικοί διακόπτες έναυσης ελέγχουν τη λειτουργία των φωτιστικών κατά ομάδες και ρυθμίζουν το φωτισμό σε συγκεκριμένες ζώνες του χώρου, π.χ. ζώνες στις οποίες εκτελείται κάποια εργασία.

Με τους τοπικούς διακόπτες εξασφαλίζεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη άνεση του χρήστη, σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα στα οποία το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων του χώρου ελέγχεται με ένα διακόπτη. Μελέτες σε γραφεία 'ελεύθερης διάταξης' έχουν δείξει μεγάλες διαφορές στις προτιμήσεις των εργαζομένων ως προς το φωτισμό (άλλοι

προτιμούν αναμμένα φώτα σε συνεχή βάση και άλλοι όχι). Οι τοπικοί διακόπτες παρέχουν μεγαλύτερη ευελιξία στον έλεγχο του φωτισμού στους χώρους εργασίας, σε σχέση με τις σειρές διακοπών που είναι συγκεντρωμένες πλησίον της κύριας εισόδου του χώρου.

Ο τοπικός έλεγχος κατά ομάδες φωτιστικών είναι σημαντικός στις περιπτώσεις κατά τις οποίες μόνο κάποια τμήματα του χώρου απαιτούν τεχνητό φωτισμό, είτε γιατί στα άλλα τμήματα δεν υπάρχουν εργαζόμενοι (π.χ. μετά τη λήξη του εργασιακού ωραρίου) είτε γιατί στα άλλα τμήματα υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός. Γενικά, οι ζώνες που ο φωτισμός τους ελέγχεται από τοπικούς διακόπτες θα πρέπει να έχουν παρόμοια στάθμη φυσικού φωτισμού σε όλη τους την επιφάνεια. Επίσης, θα πρέπει η ομαδοποίηση των φωτιστικών να σχετίζεται με τον τρόπο χρήσης του χώρου. Ως γενική αρχή, οι τοπικοί διακόπτες δεν θα πρέπει να απέχουν περισσότερο από 8.00 μ. από το πιο απομακρυσμένο φωτιστικό ή 3 x (ύψος χώρου) μ.

Χρονοπρογραμματισμός

Με αυτό το σύστημα ελέγχου, τα φωτιστικά σώματα σβήνουν από ένα κεντρικό πίνακα, την ίδια ώρα κάθε ημέρα (συνήθως την ώρα των διαλειμμάτων εργασίας και στη λήξη του εργασιακού ωραρίου). Είναι σημαντικό να προβλέπεται στο σύστημα και τοπικός έλεγχος έτσι ώστε να είναι δυνατή η έναυση των φωτιστικών όταν τα χρειάζονται οι χρήστες. Χρονικά σήματα μπορούν να δίνονται από διάφορα συστήματα από απλά ηλεκτρομηχανολογικά έως πολύπλοκους ηλεκτρονικούς διακόπτες. Μπορούν επίσης να δίνονται από το κεντρικό σύστημα ελέγχου του κτιρίου.

Τα σήματα αυτά πρέπει να μεταφερθούν μέχρι τα φωτιστικά. Αυτό γίνεται είτε μέσω του ίδιου του ηλεκτρικού δικτύου, ή μέσω bus χαμηλής τάσης, συνδεδεμένου με κάθε φωτιστικό ή ομάδα φωτιστικών.

Έλεγχος παρουσίας

Επιτυγχάνεται με αισθητήρες παρουσίας οι οποίοι σβήνουν τα φώτα όταν δεν ανιχνεύσουν κίνηση στο χώρο για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Όταν ανιχνεύσουν κίνηση συνήθως επαναφέρουν τα φώτα σε λειτουργία. Σε μερικές περιπτώσεις (μόνο off-συστήματα) τα φώτα παραμένουν σβηστά.

Οι αισθητήρες παρουσίας μπορεί να είναι:

- είτε αυτόνομοι είτε συνδεδεμένοι σε σύστημα ελέγχου και μπορούν να τοποθετηθούν σε τοίχο ή σε οροφή. Αυτοί ήταν οι πρώτοι τύποι ανιχνευτών παρουσίας που χρησιμοποιήθηκαν και παραμένουν ιδιαίτερα δημοφιλείς. Η εγκατάστασή τους απαιτεί διάνοιξη της οροφής ή του τοίχου, δεδομένου ότι πρέπει να καλωδιωθούν με το σύστημα ηλεκτρική παροχής. Αυτό συνεπάγεται σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης όταν η εγκατάσταση γίνεται εκ των υστέρων (στις περιπτώσεις ανακαινίσεων)

- είτε να υπάρχουν όλα τα εξαρτήματα στο ίδιον κεντρικό πίνακα και να μπορούν εύκολα να καλωδιωθούν σε υπάρχοντα κουτιά στον χώρο. Αυτή είναι πιο πρόσφατη τεχνολογία, η οποία χρησιμοποιείται κυρίως σε μικρούς χώρους γραφείων, σε περιπτώσεις ανακαίνισης, με αντικατάσταση των κοινών διακοπών τοίχου. Έχουν περιορισμένη ευελιξία δεδομένου ότι η θέση του πίνακα είναι σταθερή, συνήθως σε ύψος 110 εκ. από τη στάθμη του δαπέδου. Ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι οι διαχωριστικοί τοίχοι και τα έπιπλα μπορεί να περιορίσουν την εμβέλειά του. Ωστόσο, σε κατάλληλους χώρους (μικρά γραφεία και αίθουσες συνεδριάσεων που έχουν επίτοιχους διακόπτες) οι πίνακες είναι πολύ οικονομικοί δεδομένης της χαμηλής τιμής τους και το κόστος εγκατάστασης είναι σχεδόν αμελητέο.

Η εξοικονόμηση ενέργειας, με την εγκατάσταση ενός αισθητήρα παρουσίας, ποικίλει αναλόγως του μεγέθους του χώρου και του τρόπου χρήσης του χώρου, αλλά συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 35% και 45%. Είναι σημαντικό να έχει προβλεφθεί κάποια χρονική υστέρηση στο σύστημα, καθώς ο χρήστης μπορεί να παραμείνει ακίνητος για μικρά χρονικά διαστήματα ενώ συνεχίζει να βρίσκεται μέσα στο χώρο και δεν επιθυμεί να σβήνουν τα φώτα πριν την έξοδό του από το χώρο. Απαιτείται προσοχή στην επιλογή των ανιχνευτών καθώς ο βαθμός ευαισθησίας τους ποικίλει.

Κριτήριο για την επιλογή ενός συστήματος ελέγχου παρουσίας είναι η χρήση του χώρου. Οι ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα ελέγχου παρουσίας είναι οι χώροι στους οποίους η χρήση είναι διακοπτόμενη ή απρόβλεπτη, π.χ. χώροι φωτοτυπικών, αποθήκες, υπηρεσιακοί διάδρομοι κλπ.

Στους αισθητήρες παρουσίας δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται λαμπτήρες εκκένωσης μεγάλης έντασης (εκτός ειδικών περιπτώσεων), καθώς λαμπτήρες αυτοί απαιτούν κάποιο χρόνο έως την πλήρη έναυσή τους και επομένως αρκετά λεπτά για να επανέλθουν σε πλήρη λειτουργία.

Σύζευξη με τον φυσικό φωτισμό

Το σύστημα λειτουργεί με φωτοκύτταρο το οποίο τοποθετείται είτε εξωτερικά είτε σε θέση που να βλέπει έξω από το παράθυρο, ώστε να δέχεται μόνο φυσικό φώς.

Μπορεί να τοποθετηθεί και μέσα στο χώρο ώστε να μετρά τον συνολικό φωτισμό (φυσικό και τεχνητό).

Σ' αυτή την περίπτωση ένας φωτοηλεκτρικός αισθητήρας μπορεί να ελέγχει ομάδα φωτιστικών ή να είναι τοποθετημένος σε μεμονωμένο φωτιστικό και να ελέγχει μόνο αυτό.

Τα πιο κοινά συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι:

- Συστήματα έναυσης / σβέσης: ένα τέτοιο σύστημα το οποίο προκαλεί ξαφνικές και έντονες αλλαγές της στάθμης φωτισμού μπορεί να προκαλεί δυσαρέσκεια στους χρήστες. Αυτός ο τύπος ενδείκνυται για χώρους που δέχονται άπλετο φυσικό φώς και η συχνότητα έναυσης / σβέσης είναι περιορισμένη. Επίσης, είναι σημαντικό να προβλέπεται χρονική υστέρηση στο σύστημα ελέγχου ώστε να αποφεύγεται επαναλαμβανόμενη συχνή έναυση / σβέση, που μπορεί να προκαλείται π.χ. από κινούμενη νέφωση.
- Βηματικά συστήματα: είναι ίδια με τα προηγούμενα αλλά με μία ή δύο ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ των θέσεων έναυσης και σβέσης.
- Συστήματα ρύθμισης φωτεινής ροής: Αυτά εξασφαλίζουν ότι η συνολική ποσότητα φυσικού και τεχνητού φωτισμού φτάνει πάντοτε τη στάθμη στην οποία έχει ρυθμιστεί το σύστημα. Εάν η απαιτούμενη στάθμη εξασφαλίζεται μόνο με φυσικό φώς τότε η ροή του τεχνητού συστήματος μηδενίζεται. Σε αντίθεση με το σύστημα έναυσης / σβέσης, το σύστημα ελέγχου φωτεινής ροής δεν ενοχλεί τους χρήστες και η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγαλύτερη. Η ανάπτυξη των ηλεκτρονικών στραγγαλιστικών διατάξεων επέτρεψε τη χρήση των συστημάτων αυτών και στο φωτισμό φθορισμού, ιδιαίτερα σε εμπορικούς χώρους.

Γενικά, εάν ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις φωτισμού για μεγάλο διάστημα της ημέρας, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Έρευνες έχουν δείξει ότι η πιθανότητα έναυσης του τεχνητού συστήματος, από τους εργαζόμενους όταν εισέρχονται στο χώρο εργασίας, έχει άμεση σχέση με την παροχή φυσικού φωτισμού και επίσης όταν οι χρήστες ανάψουν το τεχνητό σύστημα κατά την είσοδό τους στο χώρο, σπανίως το σβήνουν κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Το κριτήριο για την επιλογή συστήματος σύζευξης φυσικού/τεχνητού φωτισμού είναι η διαθεσιμότητα του φυσικού φωτισμού στο χώρο. Ενδεικνυόμενες εφαρμογές για συστήματα σύζευξης είναι οι χώροι με άπλετο φυσικό φώς.

Η εφαρμογή κατάλληλων συστημάτων ελέγχου του φωτισμού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται. Σε κτίρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας, στατιστικά, μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Η απόσβεση του κόστους εφαρμογής μπορεί συχνά να επιτευχθεί σε 2-3 έτη.

Τόσο η αυτόματη, όσο και η χειροκίνητη έναυση και σβέση των λαμπτήρων έχει επιπτώσεις στο χρόνο ζωής των λαμπτήρων. Εντούτοις, αυτή η επίδραση είναι ελάχιστη, ενώ το ενεργειακό όφελος από το σβήσιμο των λαμπτήρων καλύπτει το κόστος μείωσης του χρόνου ζωής τους. Υπό την προϋπόθεση ότι οι λαμπτήρες πρόκειται να παραμένουν σβηστοί για χρονικό διάστημα περισσότερο των δύο ή τριών λεπτών, είναι πάντα οικονομικά αποδοτικότερο να σβήνουν.

Στα συστήματα ελέγχου φωτισμού μπορούν να συνδυαστούν διάφορες στρατηγικές. Για παράδειγμα, επιτυχείς εγκαταστάσεις για διαδρόμους γραφείων ή ξενοδοχείων μπορεί να συνδυάσουν α) κεντρικό χρονικό προγραμματισμό έναυσης/σβέσης των φωτιστικών, β) σβήσιμο των φωτιστικών σωμάτων κατά την διάρκεια του μεσημεριανού γεύματος έτσι ώστε να μειωθεί η κατανάλωση, γ) σύζευξη με τον φυσικό φωτισμό στα φωτιστικά σώματα κοντά στα παράθυρα και δ) τοποθέτηση τοπικών διακοπών, έτσι ώστε μόνο οι χώροι που χρησιμοποιούνται εκείνη τη χρονική διάρκεια να είναι φωτισμένοι. Οι ανιχνευτές παρουσίας που εγκαθίστανται σε κάθε φωτιστικό μπορούν επίσης να περιλάβουν αισθητήρες φυσικού φωτισμού. Αυτός ο τύπος ολοκληρωμένου συστήματος ελέγχου μπορεί να λύσει το πρόβλημα που δημιουργείται σε χώρους ιδιόμορφου σχήματος ή όπου η σύνδεση με άλλο σύστημα ελέγχου είναι δύσκολη.

Οι μόνιμοι χρήστες ενός χώρου πρέπει να είναι ενήμεροι για την ύπαρξη του συστήματος ελέγχου φωτισμού, τον τρόπο λειτουργίας του και πώς μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στις ανακαινίσεις εγκαταστάσεων, όπου μπορεί να παρουσιαστεί αντίδραση στην εγκατάσταση των συστημάτων ελέγχου φωτισμού εάν οι χρήστες του κτιρίου δεν ενημερωθούν πλήρως για το νέο σύστημα.

VII. ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Π: «ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ», <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-6a>, <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu2-3-6b>

A) ΒΙΟΑΕΡΙΟ

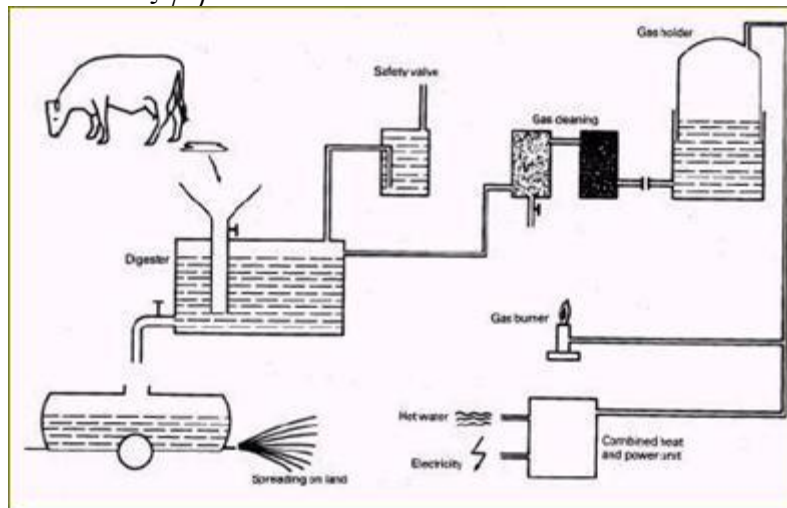
Το βιοαέριο, που αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, παράγεται από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων (λύματα από χοιροστάσια, βουστάσια ή απόβλητα από μονάδες βιολογικού καθαρισμού), βιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων, καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα (βιοαέριο εκλύεται από τους χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων - ΧΥΤΑ). Αποτελείται τυπικά από 65% μεθάνιο και 35% διοξείδιο του άνθρακα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (η συνδυασμό τους, δηλαδή συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας), καθώς επίσης και ως καύσιμο για μηχανές εσωτερικής καύσης. Ένα κυβικό μέτρο βιοαερίου υποκαθιστά 0,66 λίτρα ντίζελ ή 0,75 λίτρα πετρελαίου ή 0,85 κιλά κάρβουνου. Η οικονομικότητα μιας μονάδας βιοαερίου βασίζεται στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη έχει μηδενική ή αρνητική αξία, ενώ τα προϊόντα της έχουν αδιαμφισβήτητη εμπορική αξία.

Τις δύο τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη, το συνεχώς διογκωμένο πρόβλημα της διάθεσης των αποβλήτων και των απορριμμάτων, η αναζήτηση εναλλακτικών ενεργειακών πόρων, καθώς επίσης και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση του κόσμου, ανέδειξαν την παραγωγή βιοαερίου ως μια οικονομικά αποδεκτή και φιλική προς το περιβάλλον διαδικασία.

Στις μέρες μας η εφαρμογή της επεκτείνεται από πολύ μικρές κτηνοτροφικές μονάδες μέχρι πολύ μεγάλα συγκροτήματα βιολογικής επεξεργασίας. Στην Ευρώπη λειτουργούν περισσότερες από 700 μονάδες βιοαερίου, οι οποίες επεξεργάζονται ζωικά απόβλητα ή εφαρμόζουν συνδυασμένη χώνευση διαφόρων αποβλήτων γεωργικής προέλευσης. Η έντονη ανάπτυξη μονάδων βιοαερίου οφείλεται στη μεγάλη συγκέντρωση ζωικού κεφαλαίου ανά μονάδα επιφανείας. Η ανάπτυξη της κτηνοτροφίας οδήγησε στην παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων ζωικών αποβλήτων και τη δημιουργία δυσεπίλυτων προβλημάτων ως προς την επεξεργασία και τη διάθεση τους στο περιβάλλον. Η ανάπτυξη των τεχνολογιών βιοαερίου προσφέρει σειρά από πλεονεκτήματα και περιβαλλοντικά οφέλη όπως:

- εξοικονόμηση χρημάτων για τους αγρότες
- βελτιωμένη απόδοση της λίπανσης
- μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου
- οικονομική και περιβαλλοντικά αποδεκτή ανακύκλωση αποβλήτων
- μειωμένες οχλήσεις λόγω οσμών και παρουσίας εντόμων
- δυνατότητες μείωσης παθογόνων οργανισμών

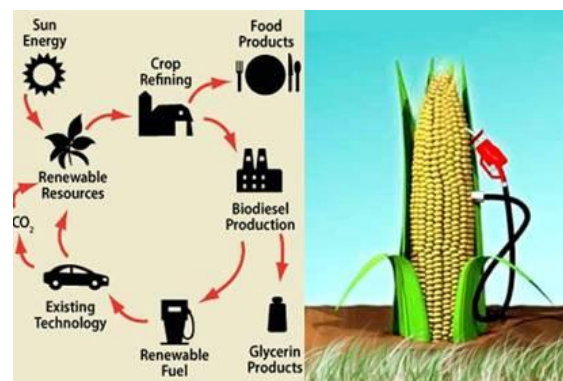
Μια εγκατάσταση παραγωγής βιοαερίου δεν παρέχει μόνο τη δυνατότητα αξιοποίησης του ενεργειακού δυναμικού του βιοαερίου, αλλά συμμετέχει παράλληλα και στη συνολική επεξεργασία των αποβλήτων της γεωργοκτηνοτροφικής δραστηριότητας που τα παράγει, μειώνοντας το ρυπαντικό τους φορτίο.



Εικόνα 37: Διαδικασία παραγωγής βιοαερίου

B) ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Η βιομάζα εκτός από την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοκαύσιμα), τα οποία χρησιμοποιούνται στις μεταφορές. Τα πιο συνηθισμένα στο εμπόριο είναι το **βιοντίζελ**, ο μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, κ.α) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε μόνο του ή σε μίγμα με πετρέλαιο κίνησης σε πετρελαιοκινητήρες και η **βιοαιθανόλη**. Η **τελευταία** παράγεται από σακχαρούχα,



Εικόνα 38: Βιοκαύσιμα

κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά (σιτάρι, καλαμπόκι, σόργο, τεύτλα, κ.ά.) και χρησιμοποιείται, είτε αυτούσια σε βενζινοκινητήρες που έχουν υποστεί μετατροπή, είτε σε μίγμα με βενζίνη σε κανονικούς βενζινοκινητήρες, είτε τέλος μετατρέπεται σε ΕΤΒΕ (πρόσθετο βενζίνης).

Η ελαιοκράμβη είναι ένας από τους κύριους ελαιούχους καρπούς που παράγονται στην Ευρώπη, και είναι η πιο διαδεδομένη πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντιζελ. Το λάδι περνάει από μια χημική διεργασία (εστεροποίηση) και μετατρέπεται σε μεθυλεστέρα. Το βιοντιζελ από ελαιοκράμβη ονομάζεται επίσης και μεθυλεστέρας από κραμβέλαιο. Το βιοντιζελ μπορεί επίσης να παραχθεί από ανακυκλωμένα ή χρησιμοποιημένα μαγειρικά λάδια και έτσι παρέχεται μια χρήσιμη διέξοδος για την διάθεση αυτών των λαδιών, τα οποία διαφορετικά, θα έπρεπε να διατεθούν με εναλλακτικό, περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο. Το βιοντιζελ είναι εναλλακτικό καύσιμο του πετρελαίου κίνησης, ενώ η βιοαιθανόλη είναι πρόσθετο για τη βενζίνη ή υποκατάστατο. Μπορεί να αντικαταστήσει τελείως το συμβατικό πετρέλαιο κίνησης ή να αναμειχθεί με αυτό σε διαφορετικές αναλογίες για χρήση σε πετρελαιομηχανές. Οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του βιοντιζελ μοιάζουν πολύ με του ορυκτού πετρελαίου και οι συμβατικοί κινητήρες δεν χρειάζονται μετατροπές για να χρησιμοποιούν μίγματα με χαμηλά ποσοστά ανάμειξης συμβατικών καυσίμων με βιοντιζελ.

Η βιοαιθανόλη παρασκευάζεται με τη ζύμωση των σακχάρων, του αμύλου ή της κυτταρίνης χρησιμοποιώντας μαγιά. Η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα ή μπορεί να χρησιμοποιηθεί 100% βιοαιθανόλη σε τροποποιημένους κινητήρες με ηλεκτρική ανάφλεξη, παρ' όλο που για την αντιμετώπιση του προβλήματος της εκκίνησης σε χαμηλές θερμοκρασίες απαιτείται η χρήση ενός μικρού ποσοστού πτητικού καυσίμου (συνήθως βενζίνης).



Εικόνα 39: Διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμων

VIII. ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

II: Ε.Μ.Υ

http://www.hnms.gr/hnms/greek/meteorology/full_story_html?dr_url=/docrep/docs/misc/ClimateOfGreece

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των παραλλήλων 340 και 420 του Βορείου ημισφαιρίου και βρέχεται από την Ανατολική Μεσόγειο. Το κλίμα της έχει σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Μεσογειακού κλίματος, δηλαδή ήπιους και βροχερούς χειμώνες, σχετικά θερμά και ξηρά καλοκαίρια και μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζεται μια μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα

στα πλαίσια του Μεσογειακού κλίματος. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς και θάλασσας. Έτσι από το ξηρό κλίμα της αττικής και γενικά της Ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της Βόρειας και Δυτικής Ελλάδας. Τέτοιες κλιματικές διαφορές συναντώνται ακόμα και σε τόπους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, πράγμα που παρουσιάζεται σε λίγες μόνο χώρες στον κόσμο.

Από κλιματολογικής πλευράς το έτος μπορεί να χωριστεί κυρίως σε δύο εποχές: την ψυχρή και βροχερή χειμερινή περίοδο που διαρκεί από τα μέσα του Οκτωβρίου και μέχρι το τέλος Μαρτίου και τη θερμή και άνομβρη εποχή που διαρκεί από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο. Κατά την πρώτη περίοδο οι ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος και ο Φεβρουάριος, όπου κατά μέσο όρο η μέση ελάχιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 5-10°C στις παραθαλάσσιες περιοχές, από 0-5 °C στις ηπειρωτικές και με χαμηλότερες τιμές κάτω από το 0 στις ορεινές.

Οι βροχές στη χώρα μας ακόμη και τη χειμερινή περίοδο δεν διαρκούν για πολλές μέρες και ο ουρανός της Ελλάδας δεν μένει συννεφιασμένος για αρκετές συνεχόμενες μέρες, όπως συμβαίνει σε άλλες περιοχές της γης. Οι χειμερινές κακοκαιρίες διακόπτονται συχνά κατά τον Ιανουάριο και το πρώτο δεκαπενθήμερο του Φεβρουαρίου από ηλιόλουστες ημέρες, τις γνωστές από την αρχαιότητα «Αλκυονίδες μέρες». Η χειμερινή εποχή είναι γλυκύτερη στα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου από ότι στη βόρεια και Ανατολική Ελλάδα.

Κατά τη θερμή και άνομβρη εποχή ο καιρός είναι σταθερός, ο ουρανός σχεδόν αίθριος, ο ήλιος λαμπερός και δεν βρέχει εκτός από σπάνια διαλείμματα με ραγδαίες βροχές ή καταιγίδες μικρής όμως διάρκειας. Η θερμότερη περίοδος είναι το τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου και το πρώτο του Αυγούστου οπότε η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 29°C μέχρι 35°C. Κατά τη θερμή εποχή οι υψηλές θερμοκρασίες μετριάζονται από τη δροσερή θαλάσσια αύρα στις παράκτιες περιοχές της χώρας και από τους βόρειους ανέμους (ετησίες) που φυσούν κυρίως στο Αιγαίο. Η άνοιξη έχει μικρή διάρκεια, διότι ο μεν χειμώνας είναι όψιμος, το δε καλοκαίρι αρχίζει πρόωμα. Το φθινόπωρο είναι μακρύ και θερμό και πολλές φορές παρατείνεται στη Νότια Ελλάδα μέχρι και τα μισά του Δεκεμβρίου.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Π: «ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ», Υ.Π.Ε.Κ.Α ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Τ.Ε.Ε, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ (Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων) η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμομημέρες θέρμανσης. Στην Εικόνα 40 προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες (από τη θερμότερη στην ψυχρότερη) και ακολουθεί σχηματική απεικόνισή τους στην Εικόνα 41.

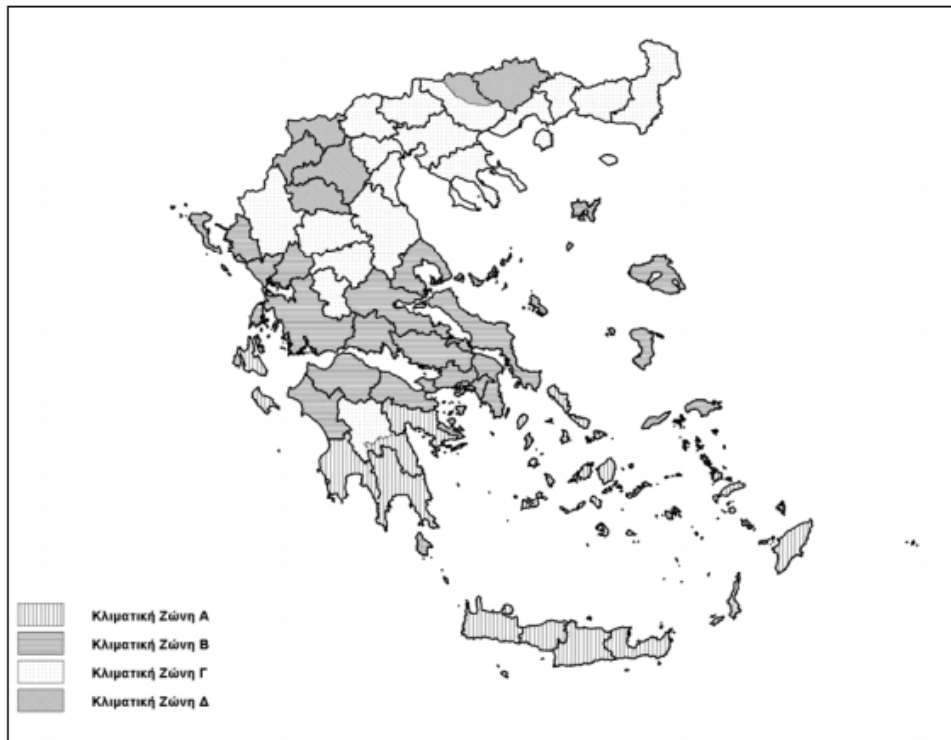
ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή)
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλης, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας

Εικόνα 40: Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη

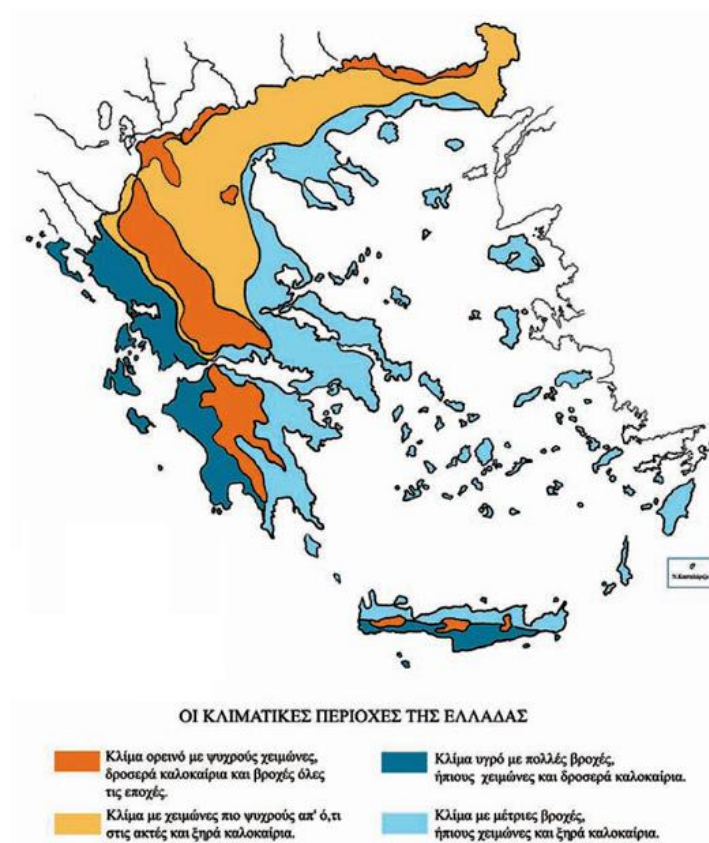
Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για τη Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στη ζώνη Δ.

Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

ΠΡΟΣΟΧΗ!! Δεν πρέπει να συγχέονται οι ενεργειακές κλιματικές ζώνες με τις μετεωρολογικές κλιματικές ζώνες στις οποίες χωρίζεται η Ελληνική επικράτεια. Οι ενεργειακές βαθμονομούν τις περιοχές με βάση τις ενεργειακές τους απαιτήσεις και οι μετεωρολογικές με βάση τα κλιματολογικά στοιχεία της κάθε περιοχής.



Εικόνα 41: Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας



Εικόνα 42: Οι κλιματικές περιοχές της Ελλάδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στα προηγούμενα δύο κεφάλαια έγινε μια γνωριμία με το κτίριο και τη σημασία που έχει για το χρήστη μια βιώσιμη και άνετη κατασκευή. Αναφέρθηκαν τα ποσοστά ενέργειας που χρειάζεται για την ορθή λειτουργία του και οι πηγές από όπου αντλείται όλη αυτή η ενέργεια. Ακολούθως, παρουσιάστηκε η έννοια του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και η χρησιμότητα μιας τέτοιας φιλοσοφίας τόσο στον άνθρωπο όσο και στο φυσικό περιβάλλον του. Βάσει των μελετών που γίνονται σχετικά με έναν τέτοιο σχεδιασμό και τα αποτελέσματά του, αποδεικνύεται η χρησιμότητα και η αποτελεσματικότητά του έναντι παλαιότερων συμβατικών τεχνολογιών. Έτσι, έρχεται κανείς σε επαφή με νέα χαρακτηριστικά που παρουσιάζει ένα κτίριο πέρα από την προσφορά άνεσης στον χρήστη. Γίνεται απαραίτητο λοιπόν να εκμεταλλεύεται κανείς τη δυνατότητα των κτιρίων να είναι φυσικοί ηλιακοί συλλέκτες καθώς και την ικανότητά τους να παγιδεύουν και να αποθηκεύουν τόσο θερμότητα όσο και φυσική ψύξη. Με γνώμονα αυτές τις φυσικές ιδιότητες μιας κατασκευής σε συνδυασμό με πειράματα, έρευνες και εμπειρική γνώση, μελετητές και επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων όπως φυσικοί, μετεωρολόγοι, γεωλόγοι κ.α. κατέληξαν στις παρακάτω αρχές που διέπουν τον Βιοκλιματικό σχεδιασμό, οι οποίες αποτελούν τους κανόνες που οφείλει να ακολουθήσει ο εκάστοτε μελετητής για να εντάξει την κατασκευή του στα πλαίσια της Πράσινης αρχιτεκτονικής και κατ' επέκταση να αξιοποιήσει όλα αυτά τα θετικά αποτελέσματα που την καθιστούν απαραίτητη πια.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει ξεκάθαρος ο διαχωρισμός των αρχών από τις τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, καθώς είναι δυο διακριτές έννοιες που όμως δρουν αλληλένδετα και ενισχύουν η μια την άλλη. Οι μεν αρχές αφορούν το ίδιο το σώμα του κτιρίου και αναφέρονται στις ιδιότητες που παρουσιάζει βάσει των χαρακτηριστικών του (προσανατολισμός, σχήμα, υλικά, μέγεθος κλπ.), οι δε τεχνικές αποτελούν λύσεις και επεμβάσεις που μπορεί ο μελετητής να κάνει στο σώμα του κτιρίου για να ενισχύσει τις ήδη υπάρχουσες εργονομικές ιδιότητές του. Γι' αυτό οι αρχές είναι εκείνες που πρέπει να ληφθούν υπ' όψη στη φάση του σχεδιασμού, για την επίτευξη των ζητούμενων αποτελεσμάτων και είναι δύσκολο να μετατραπούν στην πορεία, ενώ οι τεχνικές μπορούν να χρησιμοποιηθούν και μεταγενέστερα της φάσης αυτής.

Αυτός λοιπόν ο διαχωρισμός θα μας απασχολήσει παρακάτω δεδομένου του ότι το αντικείμενο της μελέτης αυτής είναι οι επεμβάσεις σε υπάρχουσες και όχι σε νεόδμητες κατασκευές, πράγμα που σημαίνει ότι για κάθε υπάρχουσα κατασκευή που μελετάται, δημιουργούνται εμπόδια που πρέπει να αντιμετωπιστούν καθώς επίσης οι λύσεις που υπάρχουν είναι πολλαπλές και θα πρέπει να εξετάζονται διεξοδικά με βάση το εκάστοτε αντικείμενο μελέτης, τις ανάγκες που παρουσιάζει και τους περιορισμούς για την επιλογή της βέλτιστης δυνατής λύσης.

Για να προχωρήσει κανείς στην κατανόηση και την αποδοχή των αρχών και των διαφόρων τεχνικών που θέτει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, θα πρέπει πρώτα να αντιληφθεί ότι κάθε κτίριο αποτελεί μια μονάδα που αλληλεπιδρά με το εξωτερικό του περιβάλλον και τη σωστή λειτουργία του την επηρεάζουν διάφοροι παράγοντες που εξαρτώνται ο ένας από τον άλλον και αφορούν το εσωτερικό του κτιρίου και τις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα μέσα σε αυτό (δραστηριότητες των χρηστών), το κέλυφός του αλλά και το εξωτερικό του περιβάλλον.

Με βάση τα κριτήρια του ενεργειακού σχεδιασμού, το κέλυφος καλείται να εκπληρώσει επιλεκτικά τρεις ρόλους:

- Να λειτουργήσει ως 'επιλεκτικός ηλιακός συλλέκτης', δηλαδή να συνεισφέρει στη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν αυτή είναι διαθέσιμη και απαραίτητη (τη χειμωνιάτικη μέρα) και να την κρατήσει μακριά την καλοκαιρινή μέρα. Τα σωστά

προσανατολισμένα ανοίγματα, εξοπλισμένα με τις κατάλληλες ηλιοπροστατευτικές διατάξεις, καθορίζουν και επηρεάζουν τη δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας.

- Να λειτουργήσει ως «φράγμα θερμικών απωλειών» ώστε η θερμότητα που δεσμεύτηκε από την ηλιακή ακτινοβολία να μη διαφύγει στο εξωτερικό περιβάλλον. Η θερμομόνωση του κελύφους και η νυχτερινή- κινητή θερμομόνωση των ανοιγμάτων συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών.
- Να λειτουργήσει ως «θερμική αποθήκη», ώστε η συλλεχθείσα θερμότητα να αποθηκευτεί για να αποδεσμευτεί και να αποδοθεί στους κατοικήσιμους χώρους όταν είναι χρήσιμη (τις βραδινές ώρες ή σε περιόδους με συννεφιά). Η θερμότητα που μπορεί να αποθηκεύσουν τα δομικά υλικά και τα δομικά στοιχεία αντίστοιχα, είναι ανάλογη με το μέγεθος της θερμοχωρητικότητάς τους.

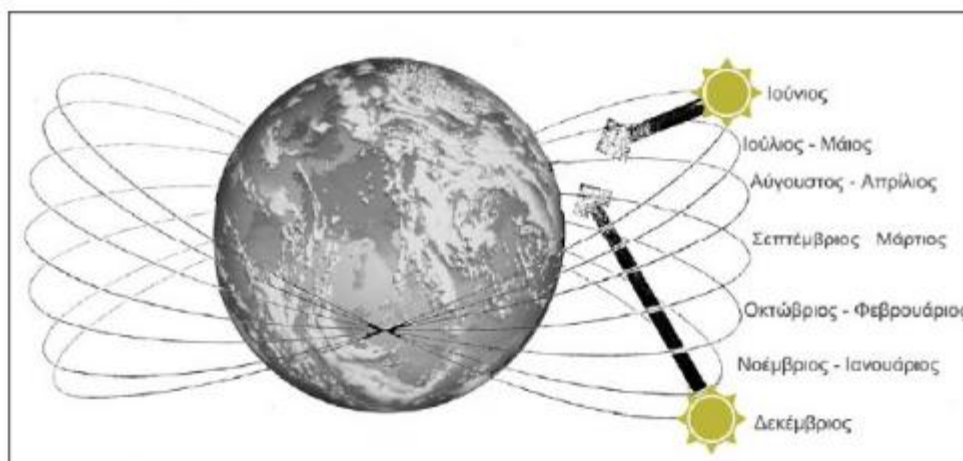
3.1 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΦΥΣΙΚΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Ένα κτίριο από μόνο του παρουσιάζει φυσικές ιδιότητες τέτοιες που το καθιστούν ικανό να εκμεταλλευτεί την ηλιακή ακτινοβολία¹ έτσι ώστε να μειώνονται οι απαιτήσεις του σε συμβατικές πηγές ενέργειας. Οι παράγοντες εκείνοι που επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή συμπεριφορά του είναι το σχήμα, ο προσανατολισμός και το περιβάλλον του. Αυτά, μπορούν να προκαλέσουν εισροή ηλιακών κερδών όταν υπάρχει η ανάγκη για συλλογή θερμικής ενέργειας ή απώλεια θερμότητας όταν ο δροσισμός είναι απαραίτητος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, δύο κτίρια με τον ίδιο όγκο και κατασκευασμένα από τα ίδια υλικά να παρουσιάσουν τελείως διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά αν διαφέρει το σχήμα, ο προσανατολισμός αλλά και ο περιβάλλον χώρος.

3.1.1 ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ-ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ

Βασικός παράγοντας επιρροής της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας κατασκευής είναι ο προσανατολισμός τόσο της ίδιας όσο και των συμπαγών και διάφανων στοιχείων της (συμπαγείς τοιχοποιίες-ανοίγματα) κι αυτό γιατί τα διάφορα υλικά κατασκευής παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στην απορρόφηση θερμότητας και ηλιακής ενέργειας. Είναι το πρώτο βήμα στο στάδιο του σχεδιασμού, αφού ο μελετητής καλείται να επιλέξει την κατάλληλη θέση στο οικόπεδο, λαμβάνοντας υπ' όψη τη νομοθεσία (αποστάσεις από γειτονικά κτίρια κλπ.), τις περιοχές πρόσβασης, τη θέα, τα γύρω αντικείμενα που πιθανώς να επηρεάζουν την κατασκευή (δένδρα, άλλα κτίρια κ.α.) κ.α. καθώς και την χωροθέτηση εκείνη που θα αποφέρει τα βέλτιστα επιθυμητά ενεργειακά αποτελέσματα.

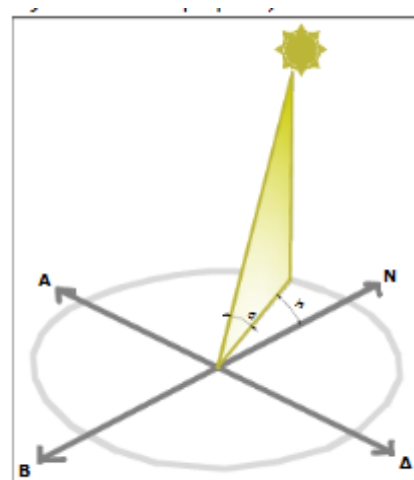
Η γνώση της ημερήσιας τροχιάς του ήλιου στις διάφορες εποχές του έτους βοηθά στην εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων για το σχεδιασμό των κτιρίων και την τοποθέτηση των χώρων σε σχέση με τις απαιτήσεις ηλιασμού και θέρμανσης. Ο προσδιορισμός του ηλιασμού ενός κτιρίου ή οικοπέδου γίνεται μετά την παραδοχή των φαινόμενων τροχιών του ηλίου (απεικονίζονται στους ηλιακούς χάρτες¹¹), δηλαδή θεωρείται ότι ο ήλιος κινείται ενώ η γη παραμένει σταθερή. Έτσι διευκολύνεται η γεωμετρική απεικόνιση των τροχιών του ηλίου οι οποίες απεικονίζονται στην Εικόνα 43. Οι φαινόμενες τροχιές ταυτίζονται ανά δύο μήνες εκτός από τον Δεκέμβριο και τον Ιούνιο. Ο μήνας Δεκέμβριος έχει τη χαμηλότερη τροχιά, ενώ ο Ιούνιος την υψηλότερη.



Εικόνα 43: Ηλιακές τροχιές

Για να μπορέσει να γίνει συσχετισμός των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των κτιρίων, κατά τον σχεδιασμό τους, με τις φαινόμενες τροχιές, πρέπει να είναι γνωστή η θέση του ηλίου στον ουρανό και στον ορίζοντα αντίστοιχα (Εικόνα 44). Η θέση αυτή προσδιορίζεται από μια γωνία, η οποία αναλύεται σε δυο επίπεδες γωνίες:

- Τη γωνία ύψους, που ορίζεται από τη θέση του ηλίου στον ουρανό ως προς το οριζόντιο επίπεδο και
- Τη γωνία αζιμούθιου, η οποία ορίζεται από την ορθή προβολή της θέσης του ηλίου στο οριζόντιο επίπεδο σε σχέση με την πραγματική κατεύθυνση του νότου.



Εικόνα 44: Υπολογισμός της θέσης του ήλιου

Οι δύο αυτές παράμετροι καθορίζουν την ηλιακή τροχιά και είναι παρόμοιες για περιοχές ίδιου γεωγραφικού πλάτους. Είναι χρήσιμες για τον υπολογισμό βιοκλιματικών διατάξεων, όπως τα παθητικά ηλιακά συστήματα ή για τον σχεδιασμό συστημάτων σκιασμού κ.α και για τον σκοπό αυτό διατίθεται πληθώρα λογισμικών στην αγορά.

Έτσι, πιο συγκεκριμένα, μετά από μελέτες συμπεραίνονται τα παρακάτω:

- **η βόρεια πλευρά**, παραμένει η πιο ψυχρή γιατί δεν δέχεται άμεση ηλιακή ακτινοβολία και επειδή οι χειμερινοί άνεμοι έχουν συνήθως βορεινή κατεύθυνση. Δέχονται ήλιο μόνο το καλοκαίρι, νωρίς το πρωί και αργά το απόγευμα.
- **Η νότια πλευρά**, είναι η φωτεινότερη και η πιο ζεστή και δέχεται τη μέγιστη μέση τιμή ηλιακής ακτινοβολίας-θερμότητας κατανεμημένη στις διάφορες εποχές του έτους με τον πιο ευνοϊκό τρόπο, στη διάρκεια όλης της ημέρας. Το χειμώνα, η κίνηση του ήλιου σε χαμηλότερη τροχιά έχει σαν αποτέλεσμα καθετότερη πρόσπτωση της ακτινοβολίας στη νότια πρόσοψη και επομένως μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα. Αντίθετα το καλοκαίρι δέχεται το ελάχιστο σε θερμότητα, παρά τη μεγάλη διάρκεια του ηλιασμού της.
- **Η ανατολική και δυτική πρόσοψη**, δέχονται ίση ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας και μάλιστα το μέγιστο του ηλιασμού τους είναι από τον Μάη μέχρι τον Ιούλιο με μικρό ποσοστό θερμότητας το χειμώνα, αλλά **η δυτική** παραμένει πιο ζεστή εξ' αιτίας του συνδυασμού ηλιακής ακτινοβολίας και υψηλών μεσημβρινών θερμοκρασιών του αέρα.

Πέρα από τα ηλιακά κέρδη, ο προσανατολισμός ενός κτιρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Ένα κτίριο πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να αξιοποιείται όσο το δυνατόν περισσότερο το φως κατά τη διάρκεια της μέρας. Επίσης, ο σωστός προσανατολισμός του κτιρίου είναι εκείνος που εξασφαλίζει, την είσοδο της απαραίτητης ποσότητας και ποιότητας φωτός στους εσωτερικούς χώρους και γι' αυτό σχετίζεται άμεσα με την εσωτερική διαμόρφωση των χώρων, κάτι που θα αναλυθεί στο κεφάλαιο 3.1.4.

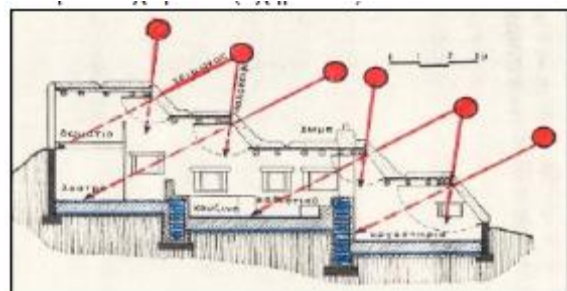
Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω, ο βέλτιστος προσανατολισμός ενός κτιρίου για την εύκρατη ζώνη θεωρείται ο νότιος. Παρ' όλα αυτά, εξαρτάται κι από άλλους παράγοντες όπως την τοπογραφία μιας περιοχής, τους πολεοδομικούς περιορισμούς, τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς και από την προσπάθεια ελαχιστοποίησης των θορύβων. Μελέτες αναδεικνύουν ως βέλτιστο προσανατολισμό εκείνον που βρίσκεται 17.5° ανατολικότερα του νότου, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40° (η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 38°). Έτσι, το χειμώνα παρέχεται προστασία από βόρειους ανέμους και το καλοκαίρι μειώνονται οι συνθήκες υπερθέρμανσης.

3.1.2 ΣΧΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ως σχήμα, εννοείται η αλληλουχία και η σύνθεση των όγκων ενός κτιρίου η αλληλουχία εσοχών- εξοχών, και η αλληλουχία συμπαγών και διάφανων στοιχείων του. Το σωστότερο λοιπόν, από ενεργειακής σκοπιάς, σχήμα είναι εκείνο που εμφανίζει το χειμώνα τις μικρότερες θερμικές απώλειες και το μεγαλύτερο ηλιακό κέρδος, ενώ το καλοκαίρι τη μικρότερη δυνατή θερμική επιβάρυνση από την ηλιακή ακτινοβολία.

Ο λόγος της συνολικής επιφάνειας προς τον όγκο ενός κτιρίου είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα ηλιακά κέρδη και τις θερμικές απώλειές του. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια τόσο μεγαλύτερα και τα κέρδη ή οι απώλειες. Από την άλλη, ελάχιστος λόγος επιφάνειας προς όγκο, οδηγεί σε ελάχιστα κέρδη και ελάχιστες απώλειες. Για παράδειγμα, ένα κτίριο σε σχήμα κύβου, αν και παρουσιάζει συνεπτυγμένο σχήμα δεν αποτελεί τη βέλτιστη λύση, διότι δεν συμβάλει στην προστασία των δυτικών τοίχων από την υπερθέρμανση.

Το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος ενός τόπου παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλογή του βέλτιστου σχήματος. Για ένα συγκεκριμένο όγκο, το συμπαγές σχήμα εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες το χειμώνα. Το κτίριο όμως τετράγωνης κάτοψης δεν είναι η καλύτερη λύση για όλες τις περιοχές. Για παράδειγμα, για τα ψυχρά κλίματα βέλτιστη λύση αποτελούν τα κτίρια κυβικής μορφής, ενώ για τα εύκρατα κλίματα, τα επιμηκυμένα κτίρια στον άξονα Α-Δ¹⁹ και με μεγαλύτερη ελευθερία για την εκλογή της μορφής. Ωστόσο, αν αυτή η επιλογή δεν είναι εφικτή, και το κτίριο χρειάζεται να είναι επιμηκυμένο στον άξονα Β-Ν, τότε είναι χρήσιμο να επιλέγονται λύσεις με όγκους σπαστούς ή κλιμακωτή οργάνωση του κτιρίου, έτσι ώστε και οι πίσω όγκοι να δέχονται ηλιασμό τον χειμώνα.



Εικόνα 45: Κλιμακωτή οργάνωση κτιρίου

¹⁹ Η ιδανική αναλογία βάθους προς πλάτος της κάτοψης είναι 1/1.5

3.1.3 ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

Όπως προαναφέρθηκε ο καταλληλότερος προσανατολισμός είναι ο **νότιος** για ένα κτίριο και κατ' επέκταση για τα ανοίγματά του, για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα, τα **βορινά** υαλοστάσια προσφέρουν καλό φωτισμό στον εσωτερικό χώρο διότι δέχονται διάχυτο και όχι άμεσο φως, ωστόσο, παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες κατά το χειμώνα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δεν παρουσιάζουν καλή συμπεριφορά, για το λόγο αυτό δεν συνιστώνται. Δεν λαμβάνουν μεγάλα θερμικά κέρδη το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι, οι δυτικοί προσανατολισμοί περισσότερο, μπορούν να προκαλέσουν υπερθέρμανση λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται μετά το μεσημέρι. Συνεπώς, τα **δυτικά** και **ανατολικά** ανοίγματα πρέπει να περιορίζονται και να συνοδεύονται από κατάλληλη σκίαση, όταν δεν μπορούν να αποφευχθούν εξαιτίας αναγκών σε φως και θέα. Συνοψίζοντας, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40 ° περίπου, προτείνονται μεγάλα ανοίγματα στο νότο με μονό ή διπλό τζάμι, ανοίγματα μετρίων διαστάσεων στους ανατολικούς και δυτικούς τοίχους, ενώ στην βορινή πλευρά συνιστώνται μικρά ανοίγματα με διπλό τζάμι.

Σύμφωνα με τα παραπάνω λοιπόν, προτείνονται μεγάλα μεγέθη ανοιγμάτων προς το νότο, μέτριου μεγέθους προς την ανατολή και τη δύση και μικρότερα προς το βορά. Τα τελευταία όμως, παρά το προτεινόμενο μικρό τους μέγεθος, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στον σχεδιασμό γιατί πέραν της διασφάλισης φυσικού φωτισμού, εξασφαλίζουν και τη δυνατότητα διαμερούς αερισμού το καλοκαίρι και συνεπώς φυσικού δροσισμού του κτιρίου. Η κλίση του υαλοστασίου επιδρά επίσης στα ηλιακά κέρδη. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι που ο ήλιος είναι ψηλά στον ουρανό, υπάρχουν μικρότερα κέρδη σε ένα κατακόρυφο υαλοστάσιο, σε σχέση με ένα υπό γωνία. Ένα υαλοστάσιο, κεκλιμένο κατά 30° ως προς την οριζόντιο, μπορεί να δώσει χαμηλά κέρδη το χειμώνα και να δημιουργήσει υπερθέρμανση το καλοκαίρι.

Επίσης, το μέγεθος των ανοιγμάτων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος και έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες τις περιοχής. Συγκεκριμένα, έχει υπολογιστεί ότι για εύκρατα κλίματα, με συγκεκριμένη μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα, το εμβαδόν του απαιτούμενου ανοίγματος ανά μονάδα επιφάνειας χώρου σε m², είναι :

Μέση Εξωτερική Θερμοκρασία °C	Εμβαδόν ανοίγματος / Μονάδα επιφάνειας χώρου (κάτοψης) m ²
+1,7	0,16-0,25
+4,5	0,13-0,21
+7,2	0,11-1,17

Εικόνα 46: Το εμβαδόν του απαιτούμενου ανοίγματος ανά μονάδα επιφάνειας χώρου σε m²

Επιπροσθέτως η θέση του ανοίγματος παίζει σπουδαίο ρόλο. Ένας εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι το βάθος ενός χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου από το δάπεδο.

3.1.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων συμβάλλουν πολλοί διαφορετικοί παράγοντες τόσο κατασκευαστικοί όσο και λειτουργικοί. Σχετικά με την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, ακόμα και η τοποθέτηση των διάφορων εσωτερικών χώρων συμβάλει σημαντικά. Ο τρόπος διαρρύθμισης του εσωτερικού πρέπει να γίνεται με βάση το βαθμό και τη συχνότητα δραστηριότητας. Έτσι, χώροι με απαίτηση χαμηλότερης θερμοκρασίας, πρέπει να τοποθετούνται στη βορινή πλευρά, ώστε να παίζουν το ρόλο του φράγματος των θερμικών απωλειών, μεσολαβώντας ανάμεσα στους θερμούς χώρους και το εξωτερικό περιβάλλον.

Για τα εύκρατα κλίματα, στη βορινή πλευρά, η οποία είναι η ψυχρότερη και η πιο σκοτεινή, πρέπει να τοποθετούνται χώροι μικρότερης χρήσης, όπως αποθήκες, κλιμακοστάσια και γκαράζ, καθώς επίσης, τον ίδιο ρόλο φράγματος μπορούν να διαδραματίζουν τα υπόγεια και οι σοφίτες. Βέβαια, για να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά αυτοί οι χώροι, καλό είναι να υπάρχει μόνωση μεταξύ αυτών των τμημάτων από τα υπόλοιπα που θερμαίνονται καλύτερα. Η τεχνική της τοποθέτησης αυτών των χώρων στο βορά ήταν γνωστή από παλιά. Στην αγροτική κατοικία ήταν και είναι ο στάβλος, η αποθήκη σιτηρών και άχυρων, ενώ στην αστική είναι το γκαράζ, το κελάρι και οι χώροι υγιεινής.

Αντίθετα, οι χώροι που προορίζονται να χρησιμοποιούνται όλη την ημέρα και έχουν απαιτήσεις για υψηλή θερμοκρασία, όπως σαλόνια, τραπεζαρίες, κουζίνες κλπ., τοποθετούνται στη νότια πλευρά. Λόγω της έκθεσης αυτής της πλευράς σε μεγάλες ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, εκεί μπορούν να προσαρτηθούν θερμοκήπια και βεράντες που συμβάλλουν στη δέσμευση θερμικής ενέργειας.

Τέλος, σε κτήρια άλλων χρήσεων, όπως νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία κλπ επιδιώκεται, κατά τον σχεδιασμό, οι χώροι πολύωρης και κύριας χρήσης να τοποθετούνται προς το νότο ή την ανατολή, υπό την προϋπόθεση ότι έχει ληφθεί υπ' όψιν ο κατάλληλος σκιασμός τους το καλοκαίρι, ενδεχομένως και το χειμώνα για λόγους αποφυγής της θάμβωσης από το έντονο φως του ήλιου. Σε κτίρια ειδικής χρήσης, όπως εργοστάσια, βιβλιοθήκες κλπ, η εσωτερική οργάνωση των χώρων ρυθμίζεται, κυρίως σε σχέση με την ποιότητα και την ποσότητα του απαιτούμενου φυσικού φωτισμού.

3.1.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Συνεπώς, σύμφωνα με τις αρχές που θέτει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός,
- Ο νότιος προσανατολισμός, τόσο του κτιρίου όσο και των ανοιγμάτων, είναι ο ιδεώδης.
 - Το σχήμα που επιτυγχάνει τη βέλτιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι το επιμηκυσμένο κατά άξονα Α-Δ με αποδεκτή απόκλιση 20°-30°.
 - Μονώροφα κτίρια με μικρό βάθος, τοποθετημένα με την κύρια όψη στο νότο ή πολυώροφα με νότια πρόσοψη ή κλιμακωτές διατάξεις κτιρίων είναι κατάλληλες ενεργειακά αρχιτεκτονικές συνθέσεις.

3.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΠΑΓΙΔΑ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Εφόσον λοιπόν ένα κτίριο είναι ικανό να συλλέγει μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, για την αποτελεσματικότερη λειτουργία του, κρίνεται αναγκαίο να μπορεί και να αποθηκεύει τη θερμότητα που προέρχεται από αυτήν. Για να μπορεί να συμβαίνει κάτι τέτοιο, συνιστάται αφενός η προστασία του από τους ψυχρούς ανέμους και αφετέρου να γίνεται σωστή θερμομόνωση του κελύφους του.

3.2.1 ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΝΕΜΟΥ-ΚΤΙΡΙΟΥ (ΑΝΕΜΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ)

Ένα κτίριο που είναι πανταχόθεν ελεύθερο, είναι μοιραία εκτεθειμένο και σε ψυχρούς ανέμους που δρουν γύρω του. Ως γνωστόν, οι αέριες μάζες με διαφορετική θερμοκρασία τείνουν να κινούνται από τα θερμά στα ψυχρά. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου. Με σκοπό την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη προστασία από αυτό το φαινόμενο, μία λύση είναι να γίνεται προσπάθεια ελαχιστοποίησης της διαφοράς θερμοκρασίας και η αποφυγή άμεσης επαφής του κτιρίου με τους ψυχρούς ανέμους.

Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κατάλληλους χειρισμούς και επεμβάσεις στο εξωτερικό περιβάλλον του, όπως φύτευση αειθαλών δένδρων ή χαμηλής βλάστησης, με την κατασκευή ανεμοφρακτών για την εκτροπή των ανέμων ή με την πρόβλεψη κατάλληλων προεξοχών στο ίδιο το κτίριο. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο στόχος μιας βιοκλιματικής προσέγγισης δεν είναι η εξ' ολοκλήρου απομόνωση ενός οικοπέδου από τους ανέμους και η οριστική εξάλειψή τους παρά η ελεγχόμενη αξιοποίησή τους. Κι αυτό γιατί η κίνηση των ανέμων συμβάλει στον φυσικό αερισμό και την εξυγίανση του εσωτερικού αλλά μπορεί και να χρησιμοποιηθεί η ενέργεια αυτή καθ' αυτή (αιολική ενέργεια). Επιπλέον, η προστασία μιας κατασκευής από τους γύρω ανέμους δεν αναφέρεται μόνο στις θερμικές απώλειες αλλά κρίνεται απαραίτητη και για την ευστάθεια του κτιρίου (σε υψηλές κατασκευές) αντικείμενο που δεν απασχολεί βέβαια την συγκεκριμένη μελέτη.

Γενικότερα, οι άνεμοι αλληλεπιδρούν με τον πολεοδομικό ιστό και τη διαμόρφωσή του αλλά και με τα κτίρια ως μονάδες. Είναι σαφές ότι δεν είναι πάγιο φαινόμενο ή κάτι που είναι ίδιο παντού και πνέουν περιοδικά σε κάθε περιοχή. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιιοι που συναντώνται συχνότερα και την χαρακτηρίζουν. Συνεπώς, βάσει των πιο χαρακτηριστικών και πιο συχνά εμφανιζόμενων ανέμων γίνεται ο σχεδιασμός των πολεοδομικών ιστών ή και των κτιρίων στην κάθε περιοχή.

Η ηλιακή ακτινοβολία επιδρά στην επιφάνεια της γης, στη θάλασσα και στην ατμόσφαιρα κι αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ισχυρών ψυχρών ή θερμών ανέμων. Η συχνότητα εμφάνισής τους, η ένταση, η στάθμη υγρασίας και η θερμοκρασία τους είναι οι παράγοντες που επηρεάζουν σημαντικά ή ακόμα είναι ικανοί να διαμορφώσουν, πολλές φορές, το μικροκλίμα ενός τόπου. Η αξιοποίηση λοιπόν, των ψυχρών ρευμάτων του μικροκλίματος μπορεί να μειώσει σοβαρά τα θερμικά φορτία των κτιρίων.

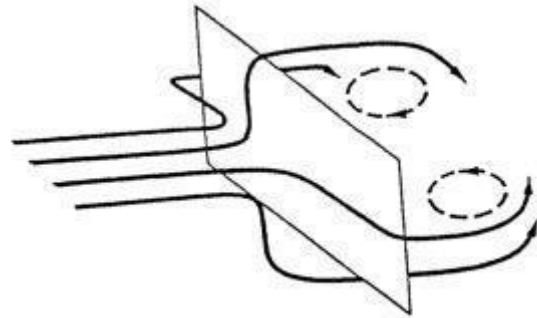
Τα κτίρια λειτουργούν σαν εμπόδια στον άνεμο και σαν ανεμοπροστασία, για τους εξωτερικούς χώρους που περιβάλλουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι ταχύτητές του στις πόλεις να είναι γενικά μικρότερες από ότι στην ύπαιθρο. Οι χαμηλές ταχύτητες επιδρούν σε δύο σημεία στους αστικούς ιστούς. Αφ' ενός το θερμικό πλεόνασμα δεν διαχέεται ομοιόμορφα κι έτσι παρατηρούνται αυξημένες θερμοκρασίες κι αφ' εταίρου, έχουν επιπτώσεις στη διασπορά των ρύπων και κατ' επέκταση στην ποιότητα του αέρα και τον αερισμό των υπαίθριων χώρων αλλά και των κτιρίων.

Ο τρόπος κίνησης του αέρα μέσα στην πόλη σχετίζεται άμεσα με τη γεωμετρία του αστικού ιστού. Για παράδειγμα, όταν οι δρόμοι είναι παράλληλοι προς την κατεύθυνση του αέρα, τότε η κίνησή του είναι πιο ελεύθερη. Επομένως, όσο φαρδύτεροι είναι οι δρόμοι τόσο λιγότερη αντίσταση στην κίνηση του αέρα υπάρχει. Στην περίπτωση που η κατεύθυνση του ανέμου σχηματίζει οξεία γωνία με το δρόμο, η κίνηση μοιράζεται σε δύο μέρη, το ένα από αυτά ακολουθεί την κατεύθυνση του δρόμου. Συνήθως, οι άνεμοι δεν πνέουν στους ακάλυπτους χώρους των οικοδομικών τετραγώνων, έτσι, τα ψηλά κτίρια και η δημιουργία στενών «φαραγγίων» από τους δρόμους μεταξύ αυτών προκαλούν περίπλοκες κινήσεις του αέρα με δίνες και στροβίλους δημιουργώντας έτσι σειρά προβλημάτων για τους γύρω χώρους, τα κτίρια αλλά και τους διαβάτες. Ειδικότερα, παρακάτω παρατίθενται τα μοντέλα σύμφωνα με τα οποία κινείται ο άνεμος σε σχέση με τις διάφορες κτιριακές δομές.

A) Μοντέλα ροής ανέμου στο κτίριο (κέλυφος).

Για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη μελέτη των επιρροών του ανέμου στα κτίρια, οι φυσικοί έχουν διαχωρίσει δύο γενικές κατηγορίες μοντέλων. Η μία αφορά το εσωτερικό ενός κτιρίου –σε άμεσο συσχετισμό βέβαια με την κυκλοφορία του αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον-, και είναι αυτή που καθορίζει τον αερισμό του αλλά θα μας απασχολήσει παρακάτω, και η άλλη αφορά το εξωτερικό περιβάλλον του και αντίστοιχα διαχωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες, η μία σε σχέση με επίπεδη επιφάνεια (ανεμοφράκτες) και η άλλη σε σχέση με ολόκληρο το κτίριο.

Σύμφωνα με το μοντέλο ροής ανέμου που προσπίπτει κάθετα σε μεμονωμένη ορθογώνια επίπεδη επιφάνεια, οι ρευματικές γραμμές^{xvii} που προσπίπτουν στο γεωμετρικό κέντρο της, ουσιαστικά διακόπτονται, στη βάση της παραδοχής ότι όλη η κινητική ενέργεια των αντίστοιχων αερίων μαζών μετατρέπεται σε δυναμική πίεση στην κεντρική περιοχή. Αντίθετα, οι ρευματικές γραμμές γύρω από την κεντρική περιοχή αποκλίνουν (αποχωρίζονται) προς τις ακμές και όσο περισσότερο απομακρύνονται, τόσο λιγότερο επηρεάζονται από την παρουσία του εμποδίου, με αποτέλεσμα να αποδίδονται μικρότερα ποσά κινητικής



ενέργειας (λειτουργία ανεμοφρακτών).

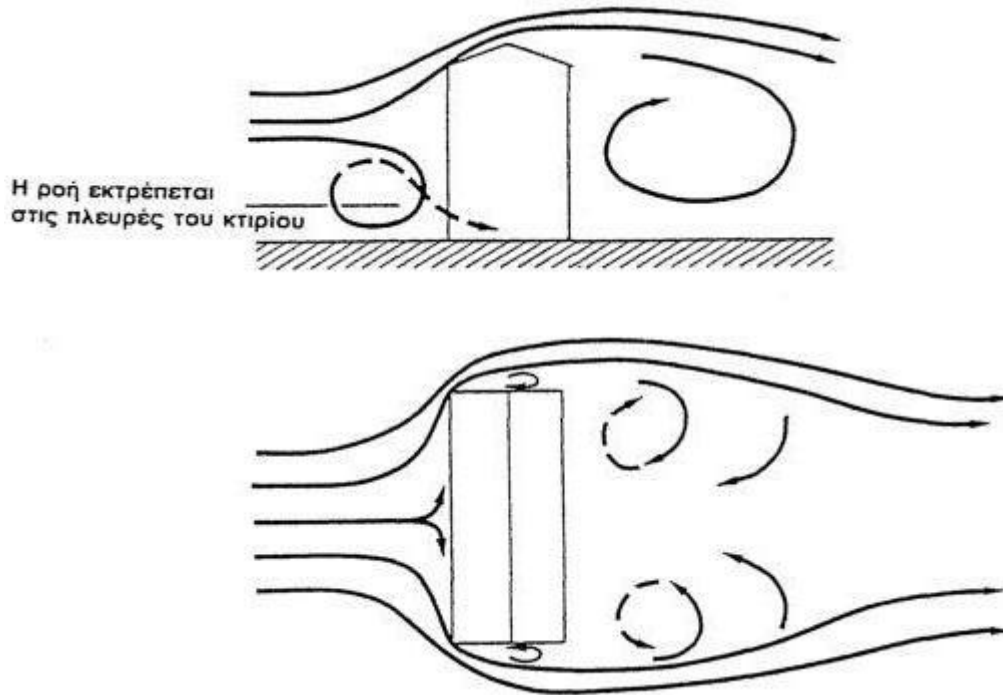
Εικόνα 47: Μοντέλο ροής ανέμου που προσπίπτει κάθετα σε μεμονωμένη ορθογώνια επίπεδη επιφάνεια

Οι ρευματικές γραμμές κινούνται προς τις ακμές της επιφάνειας και η ροή συνεχίζεται πέρα απ' αυτή, αφήνοντας στην απήνεμη πλευρά μια, κατά το μέγιστο ή το ελάχιστο, ομογενή περιοχή υποπίεσης²⁰ (suction), όπου σχηματίζονται στρόβιλοι κι έτσι προκαλούνται θετικές πιέσεις στην προσήνεμη πλευρά και ομοιόμορφα αρνητικές στην απήνεμη.

Αξιοσημείωτη διαφορά των δύο μοντέλων (κτιρίου και μεμονωμένης επιφάνειας) εμφανίζεται στις ροϊκές γραμμές που, κατευθυνόμενες στην κατώτερη ακμή της προσήνεμης πλευράς του κτιρίου, συναντούν το έδαφος. Η ροή στην περιοχή αυτή εγκλωβίζεται και δημιουργούνται στρόβιλοι, με αποτέλεσμα να προκαλείται η αίσθηση ότι κοντά στο έδαφος ο άνεμος πνέει αντίθετα από τη γενική διεύθυνση (προερχόμενος δηλαδή από το κτίριο). Οι αέριες μάζες που παρεκκλίνουν στην προσήνεμη πλευρά επιταχύνονται και σαρώνουν τις πλευρικές επιφάνειες του κτιρίου, μειώνοντας έτσι τη στατική πίεση σε αυτές. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται περιοχές υποπίεσης, τόσο στις παράλληλες προς τη διεύθυνση του ανέμου πλευρές όσο και στην απήνεμη πλευρά του. Ο ομόρρους²¹ (wake) που ορίζεται από τις ροϊκές γραμμές που αποχωρίζονται στις ακμές της απήνεμης πλευράς, χαρακτηρίζονται από έντονο στροβιλισμό με μικρότερες τιμές στα όριά του (shear layer). Το μήκος του ομόρρου στην κατιούσα διεύθυνση εκτείνεται μέχρι και 15 φορές το ύψος του κτιρίου.

²⁰ Οι πιέσεις που θα αναφερθούν στο εν λόγω κεφάλαιο θα απασχολήσουν την προκειμένη μελέτη μόνο στα πλαίσια επεξήγησης της κίνησης του ανέμου και των κατευθύνσεων που παίρνει λόγω διαφοράς πιέσεων. Αριθμητικές τιμές και μαθηματικές αποδείξεις δεν θα συμπεριληφθούν.

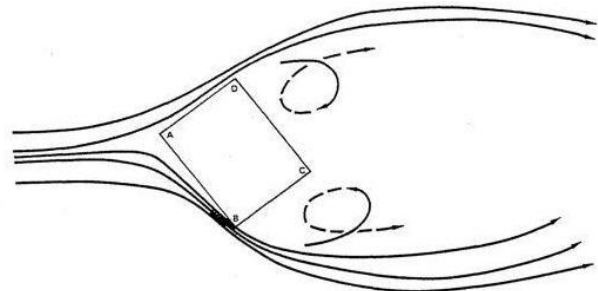
²¹ Ομόρρους= απόνερα, στην περίπτωση μας είναι οι ροϊκές γραμμές που δημιουργούνται από εκείνες που κινούνται προς τις ακμές.



Εικόνα 48: Μοντέλο ροής ανέμου σε στέγη

Όσο για το τι συμβαίνει στη στέγη, οι πιέσεις εξαρτώνται από τον τύπο ροής που διαμορφώνεται και συναρτήσεως του σχήματος και της κλίσης της, προσδιορίζει το σημείο αποχωρισμού της ροής από την επιφάνεια. Ο αποχωρισμός γίνεται συντομότερα σε μικρότερες κλίσεις ώστε, όπως υπολογίστηκε, για κλίσεις μεγαλύτερες από περίπου 30° ασκούνται θετικές πιέσεις, ενώ σε μικρότερες κλίσεις είναι δυνατόν να εμφανιστούν περιοχές υποπίεσης.

Σημαντικά διαφορετικό είναι το μοντέλο ροής όταν ο άνεμος προσπίπτει σε κτίριο υπό γωνία. Στις περιπτώσεις αυτές η ροή αποχωρίζεται στην πρώτη ακμή του κτιρίου, ενώ η κατανομή των πιέσεων στις δυο υπό γωνία προσήνεμες πλευρές του εξαρτάται από τη σχετική κλίση τους ως προς τη διεύθυνση του ανέμου.

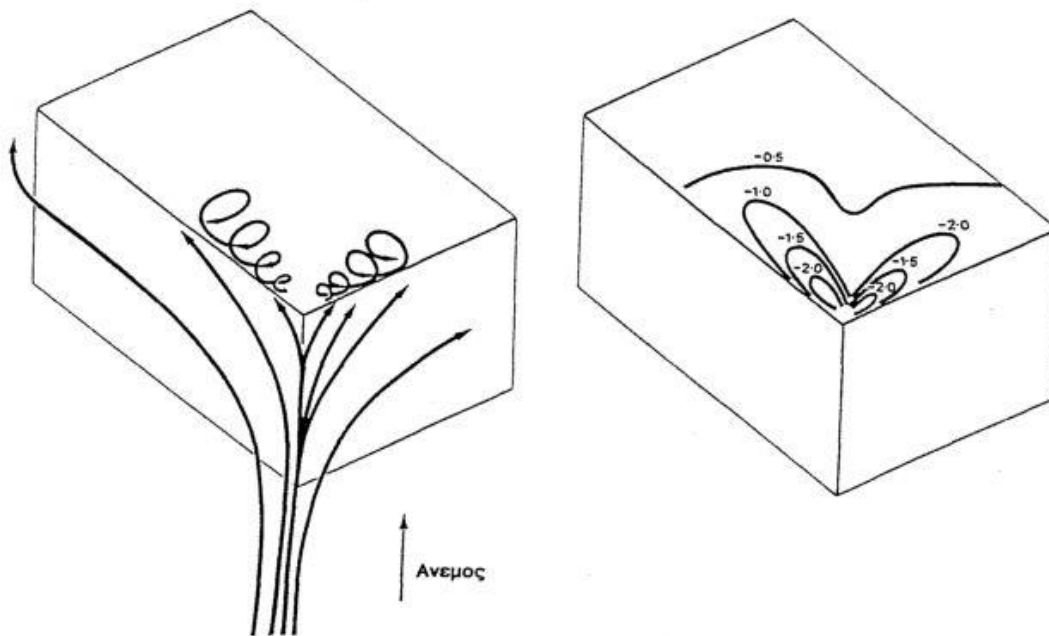


Εικόνα 49: Μοντέλο ροής υπό γωνία

Συγκεκριμένα, η ταχύτητα του αέριου ρεύματος στην πλευρά με τη μεγαλύτερη κλίση αρχικά επιβραδύνεται, δημιουργώντας περιοχή υπερπίεσης και στη συνέχεια επιταχύνεται με συνέπεια την πιθανή εμφάνιση υποπίεσης κοντά στην απώτερη ακμή της. Στην πλευρά με τη μικρότερη κλίση, η ροή επιταχύνεται συνεχώς με συνέπεια την εμφάνιση υποπίεσης. Ομογενής υποπίεση ασκείται επίσης στις απήνεμες πλευρές που βρίσκονται στον ομόρρου.

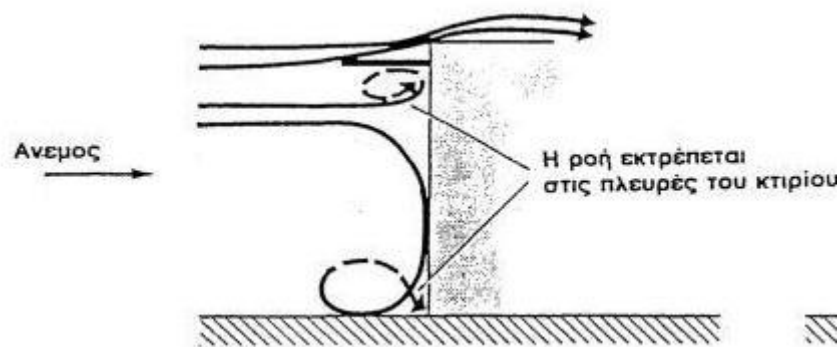
Στις περιπτώσεις πλάγιας πρόσπτωσης του ανέμου σε ορθογώνιο κτίριο, η κατευθυνόμενη προς τα πάνω συνιστώσα της ροής είναι μικρότερη της αντίστοιχης στην κεντρική πρόσπτωση, με αποτέλεσμα η στέγη του κτιρίου να υπόκειται συνολικά σε μικρότερες υποπίεσεις. Όμως, κρίσιμο θεωρείται το σημείο εκείνο της στέγης κοντά στην προσήνεμη ακμή της, όπου σπειροειδείς κινήσεις των αερίων μαζών που ανέρχονται δημιουργούν περιοχές πολύ έντονης υποπίεσης. Συστηματικότερη μελέτη του φαινομένου από τον

Leutheusser²² (φυσικός, μέλος του Αμερικάνικου Συλλόγου Φυσικής- American Physical Society) απέδειξε ότι η ύπαρξη περιμετρικού στηθαίου εξομαλύνει το πεδίο υποπίεσεων στη στέγη και μειώνει τις τιμές του.



Εικόνα 50: Πιέσεις που δημιουργούνται στο κτίριο με πρόσπτωση υπό γωνία

Ανάλογα φαινόμενα σημαντικής διαφοροποίησης του μοντέλου ροής του ανέμου σε κτίρια προκύπτουν και από άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία του κελύφους. Στην Εικόνα 51 παριστάνεται το τυπικό μοντέλο ροής ανέμου και οι αντίστοιχες κατανομές πιέσεων σε πρόσοψη με πρόβολο. Δευτερογενής συνέπεια του μοντέλου αυτού είναι ότι οι αέριες μάζες που αρχικά συσσωρεύονται μεταξύ του προβόλου και της κατακόρυφης επιφάνειας του κτιρίου διαφεύγουν πλευρικά με αυξημένη ταχύτητα και επηρεάζουν την κατανομή πιέσεων και στις πλευρικές επιφάνειες με τη δημιουργία αντίστοιχων ζωνών μεγαλύτερης υποπίεσης.



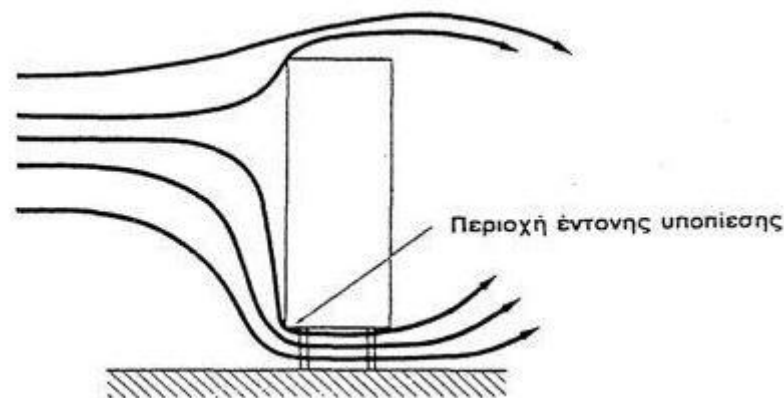
Εικόνα 51: Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίριο με πρόβολο

Οποιαδήποτε άλλα αρχιτεκτονικά στοιχεία της κατασκευής, που προεξέχουν του κύριου όγκου του κτιρίου και παρεμβαίνουν στη ροή του ανέμου (καμινάδες, αεραγωγοί, υπόστεγα, στηθαία, μικρές κατασκευές στην οροφή κ.α.) προκαλούν αντίστοιχες διαταραχές στην κατανομή των πιέσεων στο κέλυφος. Κοινό χαρακτηριστικό όλων αυτών των περιπτώσεων

²² Στην εργασία του ο Leutheusser αναφέρεται στην επίδραση των στηθαίων σε επίπεδες οροφές, των οριζοντίων προβολών στο επίπεδο της οροφής και των κατακόρυφων προεξεχόντων δοκών στις πλευρικές επιφάνειες του κελύφους.

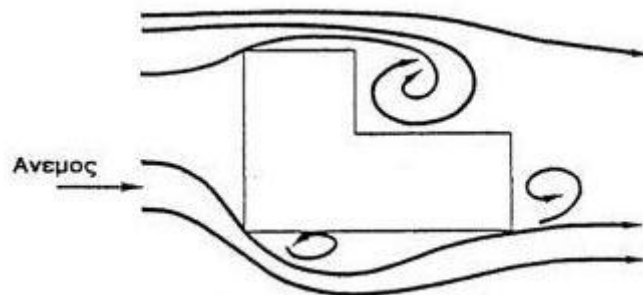
είναι η ύπαρξη περιοχών υπερπίεσης στις προσήνεμες και υποπίεσης στις πλευρικές και απήνεμες επιφάνειες των προεξέχοντων στοιχείων, με έμμεση κατά περίπτωση επίδραση στις προκείμενες επιφάνειες της κύριας κτιριακής κατασκευής. Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκε ότι ο ομόρρους του ανέμου στην παρουσία παρόμοιων στοιχείων συνοδεύεται από πολύ έντονο στροβιλισμό και δημιουργία περιοχών μεγάλης υποπίεσης.

Τα κάθε μορφής ανοίγματα στο κέλυφος του κτιρίου επηρεάζουν επίσης σημαντικά την κατανομή των πιέσεων σ' αυτό. Διαμπερή μεγάλα ανοίγματα που συνδέουν περιοχές υπερπίεσης με περιοχές υποπίεσης λειτουργούν σαν αεραγωγοί, μέσω των οποίων συχνά αναπτύσσονται πολύ μεγάλες ταχύτητες. Αποτέλεσμα αυτού είναι η εξασθένηση των επικοινωνούντων περιοχών υπερπίεσης και υποπίεσης, αλλά παράλληλα και η δημιουργία έντονων υποπίεσεων στις επιφάνειες που συνθέτουν αυτούς τους «αεραγωγούς». Τυπικά παραδείγματα παρόμοιων περιπτώσεων είναι οι πιλοτές (Εικόνα 52) και οι ισόγειοι πεζόδρομοι πολυκατοικιών.



Εικόνα 52: Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίριο με πιλοτή

Συνθετότεροι²³ κτιριακοί σχηματισμοί που περιλαμβάνουν προεξέχοντες όγκους (Εικόνα 53), πτέρυγες, αίθρια ή εσοχές δημιουργούν τους δικούς τους συνδυασμούς μοντέλων αλληλεπίδρασης ανέμου- κτιρίου, που αν και δεν έχουν μελετηθεί (και δεν είναι δυνατό να μελετηθούν) πλήρως, ωστόσο υπακούουν σε ορισμένες γενικές κατευθύνσεις.



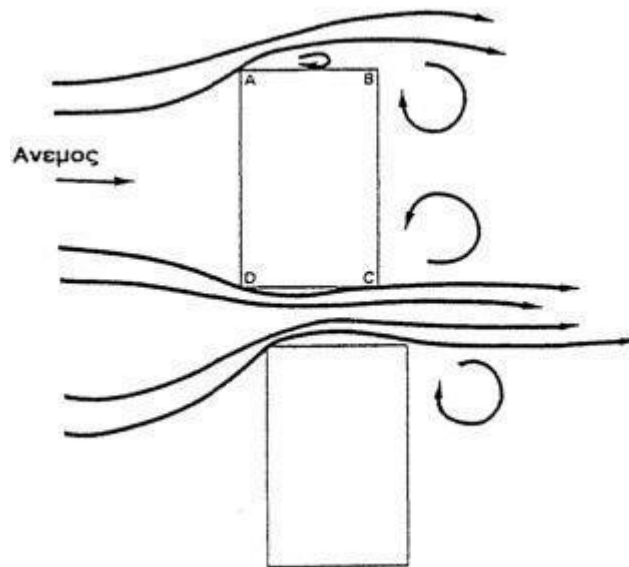
Εικόνα 53: Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίρια με σύνθετους όγκους

Παράλληλα με τα χαρακτηριστικά του κτιρίου και του ανέμου που προσδιορίζουν την μεταξύ τους αλληλεπίδραση, σημαντική παράμετρος στην κίνηση του αέρα αποτελούν και τα πιθανά εμπόδια (φυσικά ή τεχνητά) που βρίσκονται κοντά στο υπό μελέτη κτίριο. Ειδικότερα,

²³ Η κατηγορία κτιρίων με περίπλοκο σχήμα αφορά μεγάλο αριθμό κτιρίων πολυκατοικιών στον Ελλαδικό χώρο. Στροβιλισμοί του αέρα στο χώρο μεταξύ των επάλληλων προβόλων στην προσήνεμη πλευρά του κτιρίου προκαλούν αυξημένες τιμές συντελεστή πίεσης, ενώ στις γωνίες των προβόλων με την κατακόρυφη επιφάνεια, όπου συσσωρεύεται αέρας, συναντώνται ακόμα μεγαλύτερες τιμές. Τα φαινόμενα αυτά είναι εντονότερα στους ψηλότερους ορόφους. Αντιθέτως, η επίδραση των προβόλων στην απήνεμη πλευρά δεν φαίνεται να είναι σημαντική.

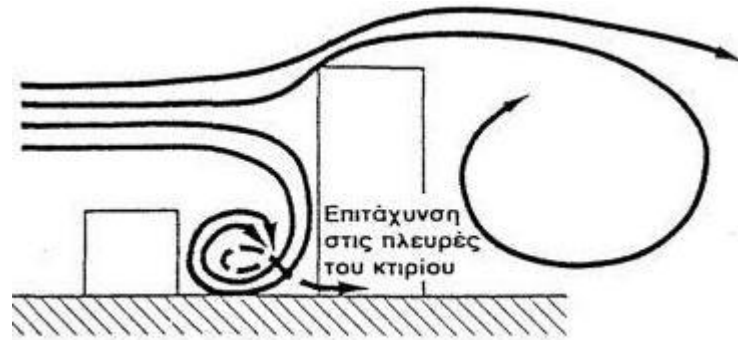
γειτονικά κτίρια είναι πιθανό λόγω του σχήματος, των διαστάσεων και της σχετικής θέσης τους να προστατεύουν το υπό μελέτη κτίριο ή αντίθετα, να δημιουργούν προϋποθέσεις καναλισμού ή στροβιλισμού του ανέμου. Για τη δεύτερη περίπτωση έχουν εντοπιστεί τρεις, κυρίως, διαφορετικές περιπτώσεις.

- Περίπτωση πρώτη: Αφορά τα κτίρια που βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο (Εικόνα 54). Ο καναλισμός του ανέμου που προκύπτει στο μεταξύ τους διάστημα δημιουργεί περιοχές μεγάλης υποπίεσης. Μεγαλύτερες τιμές του συντελεστή πίεσης εντοπίστηκαν στην προσήνεμη είσοδο του κενού διαστήματος εφόσον αυτό είναι στενότερο από το μισό ύψος των γειτονικών κτιρίων.



Εικόνα 54: Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίρια πολύ κοντά μεταξύ τους

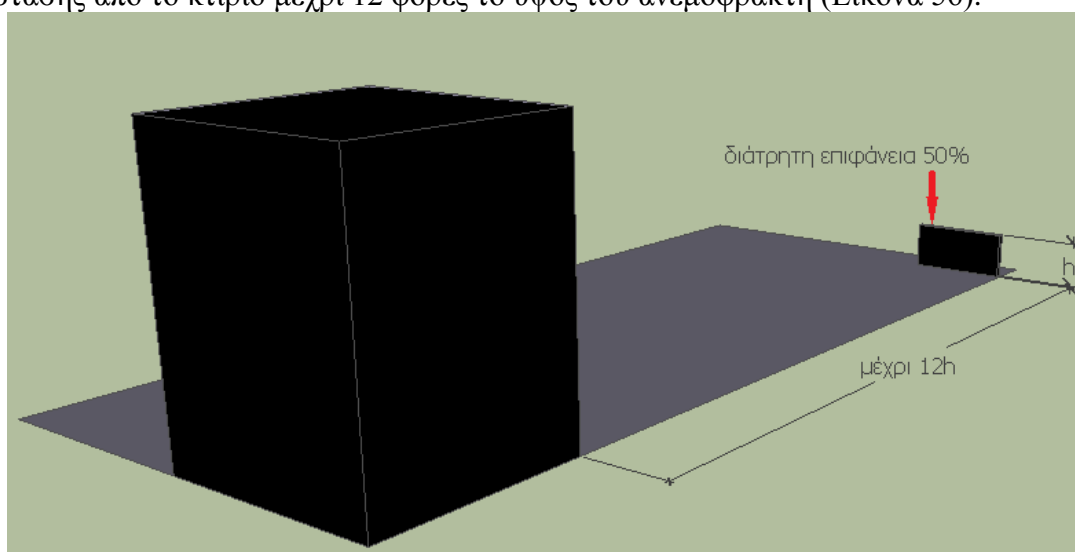
- Περίπτωση δεύτερη: Αφορά κτίρια που βρίσκονται στον ομόρρου του ανέμου από γειτονικό (συνήθως ψηλότερο) κτίριο. Γενικά, στην περίπτωση του ομόρρου ενός εμποδίου επικρατεί έντονος στροβιλισμός και παρόλο που οι μέσες τιμές ταχύτητας δεν είναι μεγάλες, είναι δυνατό να εμφανιστούν, τοπικά, ισχυρές δυναμικές πιέσεις. Τα φαινόμενα αυτά είναι εντονότερα στην περίπτωση που το υπό μελέτη κτίριο βρίσκεται στη διεύθυνση διάδοσης των στροβίλων που αποχωρίζονται στις κορυφές και ακμές το προσήνεμο κτιρίου. Παρά ταύτα είναι πραγματικά δύσκολο να περιγραφεί η μορφή του πεδίου των πιέσεων που ασκούνται στα κελύφη των γειτονικών κτιρίων σε παρόμοιες περιπτώσεις και μόνο λεπτομερείς, κατά περίπτωση, μετρήσεις μπορούν να διαμορφώσουν κάποιες γενικές απόψεις.
- Περίπτωση Τρίτη: Αναφέρεται στην ύπαρξη ψηλών κτιρίων με μεγάλο μέτωπο στον άνεμο. Λόγω του ότι η μέση ταχύτητα του ανέμου αυξάνει με το ύψος, η παρουσία ενός τέτοιου κτιρίου αναγκάζει σε καθοδική κίνηση αέριες μάζες μεγάλης κινητικής ενέργειας που επηρεάζουν σημαντικά το πεδίο των πιέσεων στην περιοχή κοντά στο έδαφος. Τα φαινόμενα αυτά είναι ιδιαίτερα έντονα σε διάφορους συνδυασμούς ψηλών κτιρίων με χαμηλότερα στην προσήνεμη πλευρά τους.



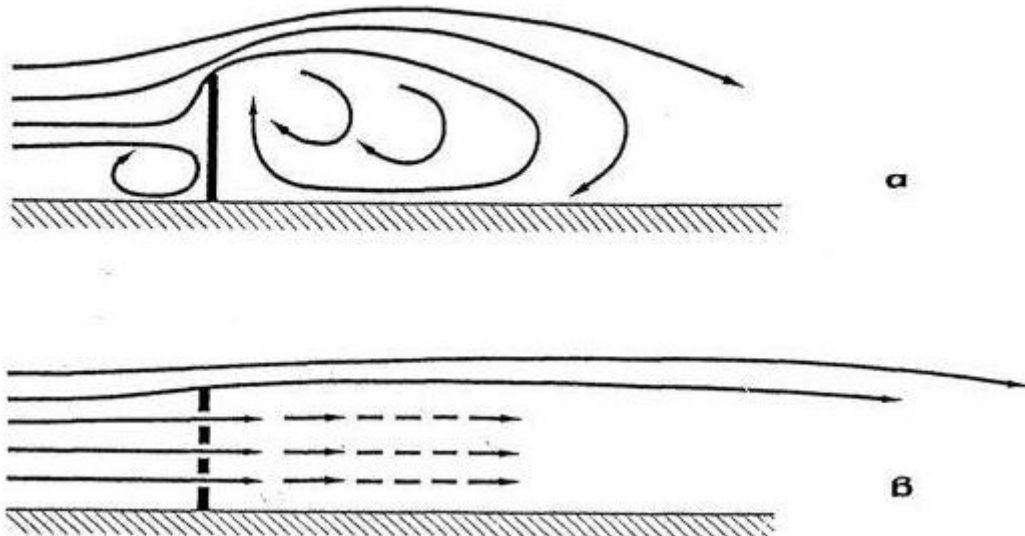
Εικόνα 55: Μοντέλο ροής σε κτίρια με ψηλό μέτωπο στον άνεμο

Περιπλοκότεροι συνδυασμοί κτιρίων και αλληλεπίδρασης του ανέμου ελάχιστα έχουν μελετηθεί συστηματικά. Αντίθετα, υπάρχουν ορισμένες μετρήσεις σε αεροσύραγγες που αφορούν ομάδες κτιρίων σε κανονικές γεωμετρικές διατάξεις. Από παρόμοιες μελέτες σε σειρές κτιρίων σε επαφή (row houses) υπολογίστηκε ότι αλλαγές της διεύθυνσης του ανέμου μπορεί να μεταβάλλουν την ποσότητα αερισμού των ακραίων (εκτεθειμένων από τρεις διευθύνσεις) κτιρίων μέχρι και 40 φορές, ενώ αντίθετα, σε ενδιάμεσα κτίρια, ο αντίστοιχος παράγοντας υπολογίστηκε μικρότερος από 2.

Σε αντίθεση με τις παραπάνω περιπτώσεις, οι οποίες συνεπάγονται αυξημένη επίδραση του ανέμου στο υπό μελέτη κτίριο, είναι δυνατόν και πολλές φορές επιθυμητό, να υπάρχουν ή να διαμορφωθούν εκ των υστέρων, γύρω του διάφορα εμπόδια που να περιορίζουν τις υπερβολικές τιμές δυναμικής πίεσης στο κελυφός του. Γειτονικά κτίρια ή φυσικά εμπόδια (λοφίσκοι, δένδρα, θάμνοι κλπ.) είναι πιθανό να λειτουργούν προς αυτήν την κατεύθυνση, ενώ η κατασκευή ανεμοφρακτών για το σκοπό αυτό θα πρέπει να εξασφαλίζει τη μη δημιουργία ισχυρών στροβίλων στην απήνεμη πλευρά τους. Για το σκοπό αυτό ενδείκνυται οι ανεμοφράκτες να είναι μερικώς αεροπερατοί έτσι, ζώνες φυτών, τοίχοι και φράχτες προσφέρονται για κατάλληλη ανεμοπροστασία, υπό την προϋπόθεση ότι η επιφάνειά τους είναι κατά 30-50% διάτρητη. Μικρότερη αεροπερατότητα ελαττώνει την ταχύτητα του αέριου ρεύματος αλλά η ουσιαστική προστασία περιορίζεται σε μικρότερο μήκος. Έχει υπολογιστεί ότι σε ανεμοφράκτη με διάτρητη επιφάνεια κατά 50%, η ταχύτητα του ανέμου περιορίζεται σε τιμές κατώτερες του 25% εκείνων σε ελεύθερο ρεύμα, στο μέγιστο της απόστασης από το κτίριο μέχρι 12 φορές το ύψος του ανεμοφράκτη (Εικόνα 56).

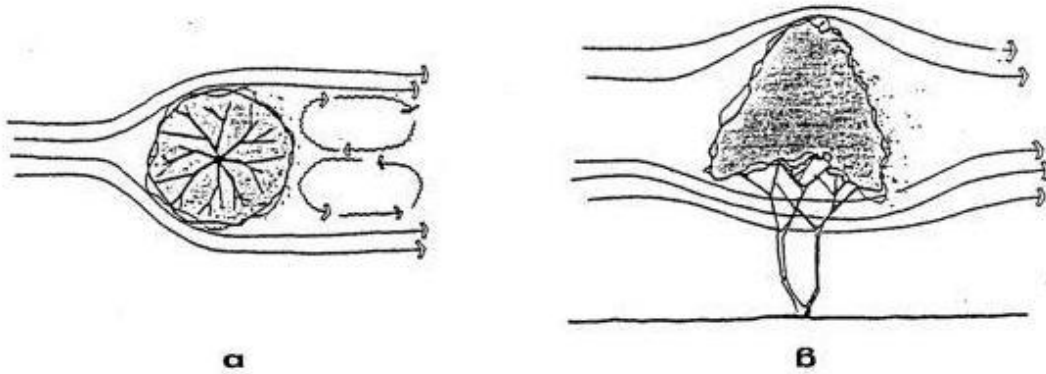


Εικόνα 56: Προτεινόμενες διαστάσεις ανεμοφράκτη

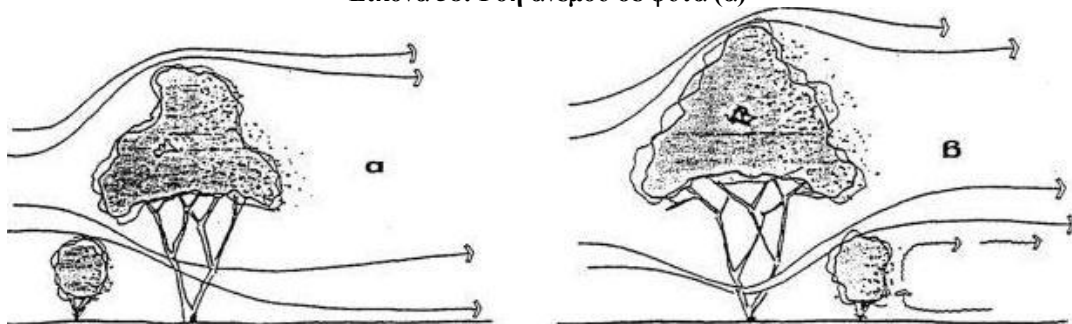


Εικόνα 57: Ροή ανέμου σε ανεμοφράκτες

Τα φυτά²⁴ (δένδρα, θάμνοι κλπ.), σαν εμπόδια στη διεύθυνση του ανέμου, συμπεριφέρονται σύμφωνα με τις γενικές αρχές που περιγράφηκαν παραπάνω. Πιο συγκεκριμένα, στην απήνεμη πλευρά του φυλλώματος δημιουργείται περιοχή χαμηλών πιέσεων και στροβιλισμού, έκτασης και έντασης ανάλογης της πυκνότητας του φυλλώματος, ενώ παράλληλα συμβαίνει εκτροπή και επιτάχυνση του ρεύματος του αέρα περιμετρικά. Οι συνδυασμοί διαφόρων φυτών μπορούν να δημιουργήσουν διάφορες συνθέσεις αυτού του μοντέλου.



Εικόνα 58: Ροή ανέμου σε φυτά (α)



Εικόνα 59: Ροή ανέμου σε φυτά (β)

²⁴ Από μελέτες της επίδρασης σειράς δένδρων (πεύκα) μέσου ύψους 8μ, όταν αυτή ενεργεί σαν εμπόδιο σε κάθετα προσπίπτοντα άνεμο, διαπιστώθηκε μείωση μέχρι και 42% στην ποσότητα αερισμού προκειμένης διώροφης κατοικίας (και αντίστοιχη εξοικονόμηση ενέργειας 14%).

B) Αεροπερατότητα κτιρίου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί και στο Κεφάλαιο 1, η εμφάνιση των κτιριακών κατασκευών στη διάρκεια των αιώνων ήταν αποτέλεσμα της ανάγκης του ανθρώπου να προστατευτεί από τις διάφορες αντίξοες κλιματολογικές συνθήκες, τη βροχή, τον άνεμο και άλλα. Στο τμήμα αυτό θα μας απασχολήσει η αλληλεπίδραση ανέμου-κτιρίου σε επίπεδο προστασίας από την απώλεια θερμικών φορτίων. Όσον αφορά την αλληλεπίδραση ανέμου-κτιρίου σε επίπεδο δροσισμού θα εξεταστεί σε ξεχωριστό κεφάλαιο παρακάτω (Κεφάλαιο 3.3.3).

Ο άνεμος, επιδρά στο κέλυφος του κτιρίου με δύο τρόπους, επηρεάζοντας τα θερμικά φορτία του. Έτσι, σε περίπτωση ψυχρών ανέμων, εμφανίζονται αυξημένες απώλειες, ενώ σε περίπτωση θερμών παρουσιάζεται αύξηση των θερμικών φορτίων. Τα δύο φαινόμενα επιρροής είναι με *συναγωγή* (λόγω της επαφής της εξωτερικής επιφάνειας με τους ανέμους), η οποία αναφέρθηκε προηγουμένως και η άλλη είναι με *μεταφορά μέσω των κατασκευαστικών αρμών* που δημιουργούνται στις ενώσεις διαφορετικών τμημάτων του κτιρίου (κουφώματα, στέγες κλπ.). Οι σημαντικότεροι αρμοί σε μια κατασκευή είναι εκείνοι που δημιουργούνται μεταξύ τοιχοποιίας και κασωμάτων ή μεταξύ τοιχοποιίας και ξύλινης ή μεταλλικής στέγης. Αυτό συμβαίνει λόγω του γεγονότος ότι τα διαφορετικά υλικά, δεν εφάπτονται απολύτως αφήνοντας μικρές αποστάσεις μεταξύ τους που όμως είναι αρκετές για να διαπερνώνται από τον αέρα.

Στις προσήγμεμες πλευρές μεγάλων πιέσεων ο άνεμος διεισδύει, μέσα από τους αρμούς, στο εσωτερικό του κτιρίου. Αντίθετα, στις πλευρές που δημιουργείται υποπίεση (τις παράλληλες με την κατεύθυνση του ανέμου) ο εσωτερικός αέρας διαφεύγει προς τον εξωτερικό χώρο. Παρ' όλο που το δεύτερο φαινόμενο δεν είναι τόσο εύκολα αντιληπτό όσο το πρώτο, ωστόσο επιδρά εξίσου σημαντικά στη διατάραξη της εσωτερικής θερμικής άνεσης. Έτσι, σε περιοχές με συχνούς ισχυρούς ανέμους είναι απαραίτητη η ιδιαίτερη προσοχή στον σχεδιασμό και την τοποθέτηση των κουφωμάτων, συναρτήσει της θέσης τους ως προς τον άνεμο.

Η εξ' ολοκλήρου αποφυγή του παραπάνω φαινομένου είναι αδύνατον να συμβεί όσο η πρόσφυση διαφορετικών υλικών δεν είναι απόλυτη. Για τη βελτίωση ωστόσο του προβλήματος, ενδείκνυται η χρήση μονωτικών υλικών στα σημεία που δημιουργούνται οι αρμοί σε συνδυασμό με την κατάλληλη εξωτερική μόνωση των επιφανειών.

Στην πραγματικότητα, η αεροπερατότητα του κελύφους είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Πιο συγκεκριμένα, είναι συνάρτηση:

- Του αριθμού, των διαστάσεων και των γεωμετρικών χαρακτηριστικών των προβλεφθέντων για αερισμό και φωτισμό ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες, οπές εξαερισμού).
- Του τρόπου κατασκευής των ανοιγμάτων αυτών, δηλαδή, τα υλικά κατασκευής, τη στερέωση των κινητών τμημάτων στο πλαίσιο, τη στερέωση του πλαισίου στο υπόλοιπο στοιχείο, το μηχανισμό και τη φορά ανοίγματος-κλεισίματος (συρόμενες, περιστρεφόμενες κλπ), τη χρήση μονωτικών ταινιών (weatherstrips) κλπ.
- Της ύπαρξης και του τρόπου κατασκευής ανοιγμάτων προοριζόμενων για διέλευση αγωγών παροχής όπως ηλεκτρικά καλώδια, αγωγοί ύδρευσης, αποχέτευσης, κεντρικής θέρμανσης κλπ.
- Των κατασκευαστικών ατελειών στα προβλεφθέντα ανοίγματα που δημιουργούν ανεπιθύμητες ρωγμές.
- Των μη προβλεφθέντων ανοιγμάτων που προκύπτουν από κατασκευαστικές ατέλειες (ρωγμές), αλλά και λόγω της πορώδους υφής των δομικών υλικών. Αποτέλεσμα αυτού

είναι ότι κάθε δομικό στοιχείο, ακόμα κι αν δεν έχει κάποιο άνοιγμα, είναι σε κάποιο βαθμό αεροπερατό²⁵.

- Της αποτελεσματικότητας των μεθόδων και τεχνικών ελέγχου αεροπερατότητας που πιθανώς έχουν εφαρμοστεί, καθώς και της επίδρασης των μέσων θερμοπροστασίας, υγραπροστασίας και ανεμοπροστασίας.
- Των φθορών (εμφάνιση νέων ρωγμών και διεύρυνση των ήδη υπαρχόντων) που συνεπάγεται η γήρανση των υλικών, η επίδραση των καιρικών φαινομένων αλλά και η χρήση των ενοίκων.
- Των συνθηκών των χρηστών, που αντανακλούν σε χρόνο που τα ανοίγματα παραμένουν ανοιχτά για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες ψύξης, ανανέωσης αέρα κλπ.

Πέρα από την ακούσια εισροή αέρα σε μια κτιριακή κατασκευή, οι παράγοντες που διαμορφώνουν την αεροπερατότητα ενός κτιρίου και παράλληλα αναδεικνύουν την σημαντικότητα στον έλεγχο απωλειών²⁶ ενέργειας λόγω αερισμού, είναι ο άστοχος σχεδιασμός του συστήματος αερισμού, ο ελεύθερος αερισμός καθώς και η άστοχη μεσολάβηση των χρηστών. Έτσι, και η εκούσια εισροή αέρα συμμετέχει στη διαμόρφωση των συνθηκών αερισμού στον εσωτερικό χώρο και στην απώλεια θερμικών φορτίων και κατ' επέκταση και των συνθηκών άνεσης σ' αυτόν. Για τον λόγο αυτό, κρίνεται απαραίτητο, η αεροπερατότητα να είναι ελεγχόμενη στο μέτρο του δυνατού, με τρόπο τέτοιο που ο ελεύθερος αερισμός να μπορεί να περιορίζεται.

Bi) Λόγοι περιορισμού ελεύθερου αερισμού.

Ο ελεύθερος αερισμός υφίσταται σε κάθε κτίριο και είναι επιθυμητός στο βαθμό που συνεισφέρει ή εξασφαλίζει τον απαραίτητο αερισμό του εσωτερικού χώρου. Παράλληλα όμως, όπως έχει προαναφερθεί, συνεπάγεται την κατανάλωση ενέργειας και είναι συχνά βλαβερός για την κατασκευή και τη συμπεριφορά του κτιρίου, αλλά και για τη διαμόρφωση του εσωτερικού περιβάλλοντος. Αυτό συμβαίνει γιατί διαταράσσει την επιθυμητή λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, προκαλεί ενοχλητικά μικρορεύματα και αποτελεί αιτία συμπύκνωσης υδρατμών. Τέλος, περιορίζει τον έλεγχο τόσο του θορύβου όσο και της φωτιάς και του καπνού σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Ο ελεύθερος αερισμός, εξ' ορισμού δεν μπορεί να ελεγχθεί, ούτε να ρυθμιστεί η κατανομή του στις επιμέρους περιοχές του κτιρίου. Οποιαδήποτε προσπάθεια, συνήθως με εφαρμογή τεχνητής διαφοράς πίεσης στο κέλυφος, συνεπάγεται πρόσθετη κατανάλωση ενέργειας και συχνά προκαλεί αυξημένες συμπυκνώσεις υδρατμών στα δομικά στοιχεία. Περιπτώσεις που

²⁵ Έχει υπολογιστεί ότι σε κάθε δομικό στοιχείο, τα εκτός των προβλεφθέντων για αερισμό ανοίγματα ισοδυναμούν με το 0.01- 0.1% , τουλάχιστον, της συνολικής του επιφάνειας.

Π:«ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Διδακτορική Διατριβή, Παπαμανώλης Ν. ΑΠΘ τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ., Θεσσαλονίκη 1992, <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/4/mode/1up>

²⁶ Υπολογισμοί σε τυπικό κτίριο απέδειξαν ότι περιορισμός της ποσότητας αερισμού από 3 σε 1 ac/h θα μπορούσε να περιορίσει την κατανάλωση ενέργειας κατά 17%. Ανάλογοι υπολογισμοί σε κτίριο στο Λονδίνο διαπίστωσαν περιορισμό κατανάλωσης κατά 22% μετά από επεμβάσεις περιορισμού της αεροπερατότητας των ανοιγμάτων.

Π:«ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Διδακτορική Διατριβή, Παπαμανώλης Ν. ΑΠΘ τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ., Θεσσαλονίκη 1992, <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/4/mode/1up>

γίνεται φανερή η μη δυνατότητα ελέγχου του συστήματος αερισμού περιγράφονται παρακάτω:

- Στην περίπτωση του φυσικού αερισμού, ο ρυθμός εναλλαγής του αέρα στο εσωτερικό εξαρτάται από τις μετεωρολογικές συνθήκες, τις διαστάσεις και την κατανομή των ανοιγμάτων. Έτσι, σε πολυώροφο κτίριο με ομοιόμορφα κατανομημένα ανοίγματα, εάν αγνοηθούν οι λοιποί παράγοντες που επηρεάζουν την ποσότητα του αερισμού, ο αερισμός των κατώτερων ορόφων είναι μεγαλύτερος από αυτόν στους ανώτερους εξ' αιτίας του θερμοσιφωνισμού. Σαν αποτέλεσμα, είναι πιθανό ο αερισμός στα κατώτερα διαμερίσματα να είναι υπερβολικός, ενώ στα ανώτερα ανεπαρκής.
- Στην περίπτωση χρήσης μηχανικού συστήματος αερισμού, υποτίθεται ότι ο ρυθμός εναλλαγής του αέρα, θα πρέπει να ελέγχεται με ρύθμιση των ανεμιστήρων εισόδου και εξόδου του αέρα. Όμως, ο φυσικός αερισμός εξακολουθεί να επιδρά στο κτίριο προσθέτοντας μια συνιστώσα εξαρτώμενη από τις μετεωρολογικές συνθήκες, που είναι οπωσδήποτε ανεπιθύμητη. Αυτό οδηγεί στο φαινόμενο, σε κτίρια με μηχανικό σύστημα αερισμού, ο περιορισμός της αεροπερατότητας του κελύφους να γίνεται επιτακτικός και πολύ περισσότερο όταν υπάρχει επιπλέον εγκατεστημένο σύστημα ανάκτησης θερμότητας (heat recovery system).

Συμπερασματικά αναφέρεται ότι στα συστήματα φυσικού αερισμού υποτίθεται ότι το κέλυφος του κτιρίου είναι επαρκώς αεροπερατό. Η αποτελεσματικότητα της επιλογής αυτής εξαρτάται από τις μετεωρολογικές συνθήκες και όχι από τις πραγματικές απαιτήσεις ποιότητας του αέρα στο εσωτερικό. Αυτό σημαίνει ότι εάν πρέπει να εξασφαλιστεί μια ελάχιστη ποσότητα αερισμού, είναι βέβαιο ότι τη μεγαλύτερη περίοδο του χρόνου ο αερισμός θα είναι υπερβολικός, δεδομένου ότι δεν μπορεί να ελεγχθεί απόλυτα ο ελεύθερος αερισμός. Η λύση του προβλήματος παραδοσιακά προϋποθέτει την επέμβαση των χρηστών με το άνοιγμα και κλείσιμο των ανοιγμάτων την κατάλληλη στιγμή. Αντίθετα, συστήματα αυτόματου ελέγχου του φυσικού αερισμού υπό την επίδραση των μετεωρολογικών μεταβολών, που έχουν αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, δεν έχουν ακόμα ευρύτερη εφαρμογή. Σε κάθε περίπτωση όμως, η αποτελεσματικότητα τέτοιων λύσεων είναι φανερό, ότι είναι αντιστρόφως ανάλογη της ποσότητας ελεύθερου αερισμού του κτιρίου. Επιπλέον, η αεροπερατότητα των δομικών στοιχείων επηρεάζεται σημαντικά από τις καιρικές επιδράσεις (συστολή- διαστολή) αλλά και από την αναπόφευκτη φθορά των υλικών με την πάροδο του χρόνου (σε αρκετές περιπτώσεις, έχουν υπολογιστεί μεταβολές στην αεροπερατότητα της τάξης 20-40%, λόγω φθορών.). οι επιδράσεις αυτές, οι οποίες διαταράσσουν τις ιδιότητες αερισμού των κτιρίων, είναι εντονότερες στη μεταβολή των χαρακτηριστικών των ανοιγμάτων που συνεισφέρουν στον ελεύθερο αερισμό. Έτσι, ο *ελεύθερος* αερισμός αποτελεί την περισσότερο «ενοχλητική» συνιστώσα του αερισμού και για το λόγο αυτό, συγκεντρώνει τα μέτρα περιορισμού της αεροπερατότητας.

Bii) Τεχνικές ελέγχου αεροπερατότητας

Τα κίνητρα και οι τεχνικές για την κατασκευή αεροστεγών κτιρίων διαφέρουν από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες, τις παραδόσεις και τα πρότυπα που κατά περίπτωση ισχύουν. Προϋπόθεση για την κατασκευή κτιρίων με την κατάλληλη αεροπερατότητα είναι η καλή γνώση του πώς μπορεί να πραγματοποιηθεί. Ο σχεδιασμός αποτελεί το πρώτο και σημαντικότερο στάδιο στη διαδικασία κατασκευής ή επισκευής κτιρίων με τη σωστή αεροπερατότητα. Επόμενα στάδια αφορούν την επιλογή των καταλληλότερων υλικών, την επιλογή εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού και την εγκατάσταση του εργοταξίου.

Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές ελέγχου αεροπερατότητας είναι οι εξής:

- Εσωτερική επίστρωση μονωτικών υλικών σε μορφή πλακών ή φύλλων (μοριοσανίδες, πλαστικές πλάκες –plasterboard, διάφοροι τύποι πλαστικών φύλλων).
- Χρήση υγρομονωτικών υλικών (πλαστικά φύλλα, χαρτί εμποτισμένο σε μονωτικό διάλυμα, μεταλλικά φύλλα).
- Χρήση υγρομονωτικών υλικών εσωτερικά στα δομικά στοιχεία (τεχνική σάντουιτς).
- Εξωτερική εφαρμογή μονωτικών υλικών (διάφορα αεροστεγή υλικά σε μορφή φύλλων)
- Ομογενής αεροστεγής κατασκευή (ειδικοί τύποι μπετόν, τούβλων κλπ.).

Είναι συχνό το φαινόμενο να προκαλείται σύγχυση μεταξύ των μεθόδων και τεχνικών ελέγχου αεροπερατότητας και ανεμοπροστασίας (windtightness). Για το λόγο αυτό, είναι απαραίτητο να γίνει σαφής διαχωρισμός των δύο περιπτώσεων. Στην πρώτη περίπτωση ενδιαφέρει η παρεμπόδιση διέλευσης του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ στη δεύτερη το ενδιαφέρον εστιάζεται στην παρεμπόδιση διέλευσης του αέρα με τρόπο τέτοιο που να διαστρεβλώσει τις ιδιότητες των μονωτικών (κυρίως θερμομονωτικών) υλικών του κελύφους. Οι δύο αυτοί στόχοι συνήθως επιδιώκονται και εξυπηρετούνται παράλληλα, χωρίς όμως να αποκλείεται και το αντίθετο. Δηλαδή, είναι πιθανό σε ένα κτίριο, είτε συνειδητά είτε όχι, να ικανοποιείται μόνο ο ένας από τους δύο παραπάνω στόχους και να παραμελείται ο άλλος. Έχει διαπιστωθεί ότι τα ελαφρά δομικά υλικά (ξύλο, προκατασκευασμένα στοιχεία κλπ) στην κατασκευή ενός κτιρίου προκαλούν αυξημένη αεροπερατότητα έναντι των συμπαγών και μεγάλης πυκνότητας υλικών (τούβλα, μπετόν κλπ). σε κάθε περίπτωση όμως κρισιμότερη παράμετρος παραμένει η σωστή σχεδίαση και κατασκευή των ευαίσθητων σημείων του κελύφους.

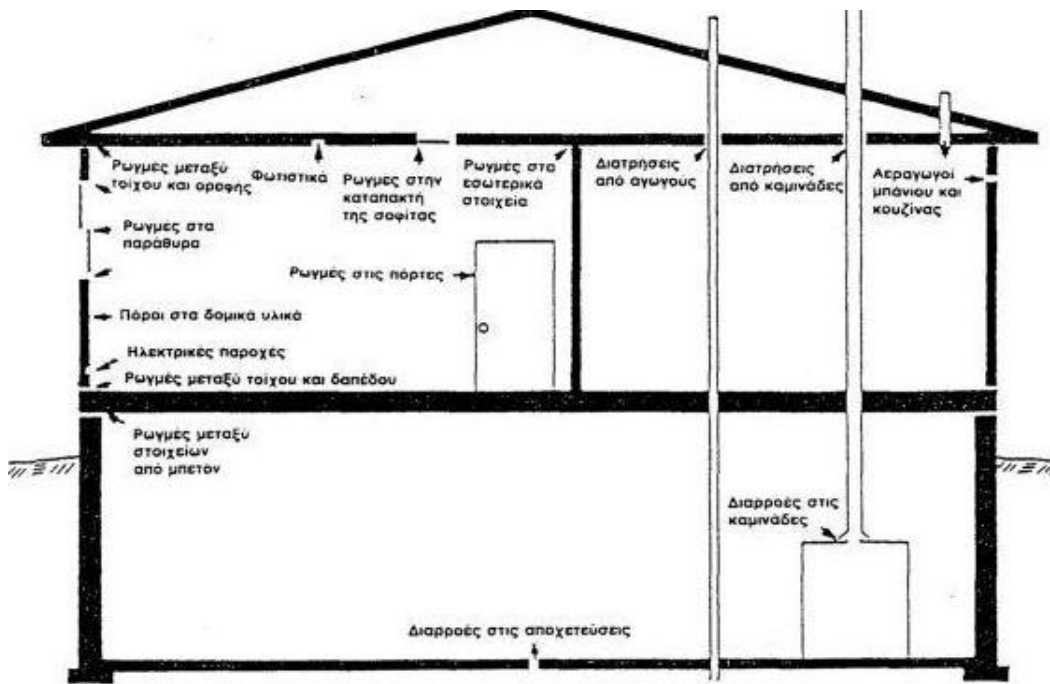
Τα σημεία και οι περιοχές μιας κατασκευής όπου συχνότερα εμφανίζονται προβλήματα αεροστεγανότητας είναι:

- Οι κεκλιμένες στέγες
- Τα ανοίγματα (πόρτες παράθυρα κλπ.)
- Στα σημεία επαφής κάθετων στοιχείων (πχ πάτωμα με τοίχο)
- Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις (φωτιστικά σημεία, διακόπτες, κουτί με ασφάλειες κλπ) και σωλήνες (ύδρευσης, αποχέτευσης κλπ) που διαπερνούν δομικά στοιχεία
- Οι αρμοί διαστολής

Έχει υπολογιστεί, ότι από το πλήθος των διαφορετικών τύπων μικρών ρωγμών στο κέλυφος ενός κτιρίου (ρωγμές, πόροι δομικών υλικών κλπ), οι επιμήκεις και στενές ρωγμές (0.75-1mm) έχουν πολύ μικρή συνεισφορά στη συνολική αεροπερατότητα. Αντίθετα, πλατύτερες ρωγμές (5-10mm) έχουν μεγαλύτερη συνεισφορά, ακόμα κι αν το μήκος τους είναι πολύ μικρό. Έτσι, ένα κτίσμα με πλατύτερες ρωγμές είναι περισσότερο αεροπερατό από ένα άλλο με ίση επιφάνεια ανοιγμάτων, κατανομημένη όμως σε στενές ρωγμές. Επειδή δε, είναι τεχνικά δυσκολότερο να εντοπιστούν και να μονωθούν οι στενότερες ρωγμές, είναι ανάλογα δύσκολο να περιοριστεί περαιτέρω η αεροπερατότητα ενός ήδη αεροστεγούς κελύφους.

Τα αίτια αναποτελεσματικού περιορισμού της αεροπερατότητας εντοπίζονται κυρίως :

- Στον άστοχο σχεδιασμό
- Στην εσφαλμένη επιλογή υλικών
- Στην άστοχη επιλογή τεχνικού προσωπικού
- Σε ελλείψεις ή σφάλματα στη μέθοδο κατασκευής και
- Στην εσφαλμένη εγκατάσταση αγωγών παροχής (ηλεκτρικού ρεύματος, νερού, αποχέτευσης κλπ).



Εικόνα 60: Σημεία εμφάνισης αεροπερατότητας σε κτίριο

Είναι χρήσιμο να αναφερθεί, ότι στα πλαίσια μιας σφαιρικής και ολοκληρωμένης αντιμετώπισης της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου, θα πρέπει τα μέτρα περιορισμού και ελέγχου της αεροπερατότητας να συνδυάζονται με αντίστοιχα θερμικής μόνωσης για την καλύτερη επίτευξη του τελικού στόχου.

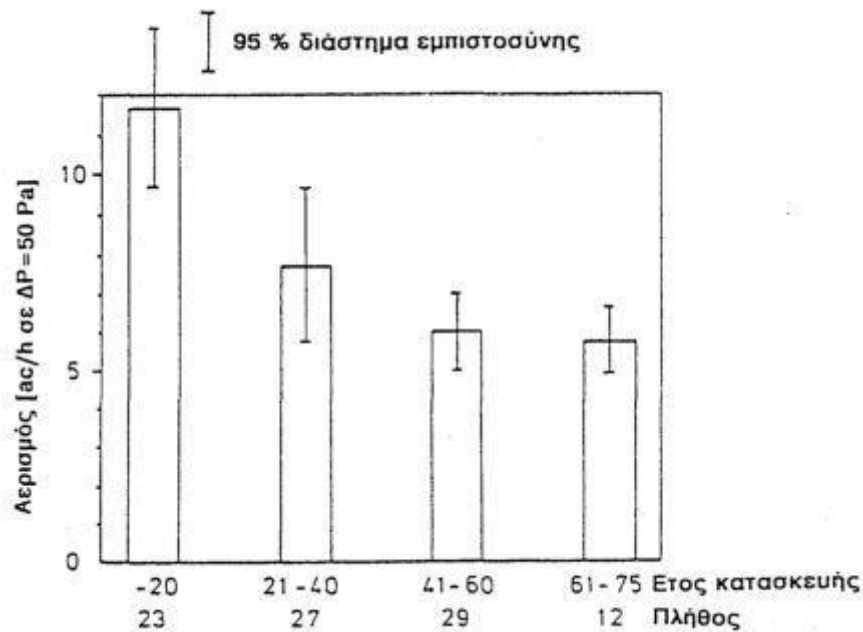
Παρ' όλη τη χρησιμότητα που παρουσιάζουν τα μέτρα περιορισμού της αεροπερατότητας, συχνά αποδεικνύονται πιο περίπλοκα, όπως για παράδειγμα το 1975 στη Σουηδία, όταν δημοσιεύτηκε ο νέος κανονισμός αεροπερατότητας των ανοιγμάτων στο Swedish Building Regulations (SBR). Ο συγκεκριμένος κανονισμός θεωρήθηκε υπερβολικά αυστηρός και εκτιμήθηκε ότι απαιτούσε δαπανηρές κατασκευαστικές προϋποθέσεις εφαρμογής. Ειδικότερα, υποστηρίχθηκε ότι ο περιορισμός κενού μεταξύ του κινητού και του σταθερού πλαισίου στο κάσσωμα, αλλά και η χρήση πρόσθετων μονωτικών υλικών (weatherstrips) δυσκόλευαν τον χειρισμό των εν λόγω κουφωμάτων (υποστηρίχθηκε έντονα από συλλόγους AMEA) κι έτσι οι αρμόδιοι υπέδειξαν στους ερευνητές και κατασκευαστές να λάβουν σοβαρά υπ' όψη τους και αυτήν την παράμετρο στο σχεδιασμό τους.

Από την άλλη, εκτεταμένη και αρκετά ενδιαφέρουσα μελέτη της αποτελεσματικότητας των μονωτικών ταινιών στον περιορισμό της αεροπερατότητας ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα κλπ) υλοποιήθηκε από τους Hoglund και Wanggren, στο Τμήμα Οικοδομικής Τεχνολογίας (Department of building technology) του Βασιλικού Ινστιτούτου Τεχνολογίας (Royal Institute of Technology) στη Σουηδία. Στη μελέτη αυτή εξετάστηκαν πολλοί τύποι μονωτικών ταινιών που ταξινομήθηκαν στις εξής κατηγορίες:

- A) σωληνοειδούς διατομής
- B) γωνιόμορφης διατομής
- Γ) πορώδους υφής.

Οι μετρήσεις έγιναν σε ειδικό θάλαμο με εφαρμογή πίεσης, σε ανοίγματα με ξύλινα κουφώματα, με διπλούς και τριπλούς υαλοπίνακες και οι μονωτικές ταινίες εφαρμόστηκαν στο κενό (2-4mm) μεταξύ του σταθερού και του κινητού πλαισίου. Τα αποτελέσματα της μελέτης απέδειξαν ότι οι σωληνοειδείς μονωτικές ταινίες είναι πιο αποτελεσματικές στον περιορισμό της αεροπερατότητας, ενώ μεγαλύτερη ευκολία και μικρότερη απαιτούμενη δύναμη χειρισμού των ανοιγμάτων προσφέρουν οι ταινίες γωνιόμορφης διατομής.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο περιορισμός της αεροπερατότητας του κελύφους προβάλλει σαν λύση εξοικονόμησης ενέργειας κυρίως σε βόρειες χώρες, όπου δυσμενέστερες κλιματολογικές συνθήκες επικρατούν για μεγάλες περιόδους του χρόνου²⁷, ενώ από μετρήσεις σε κτίρια της Σουηδίας και του Καναδά αποδείχθηκε ότι ο συνεχής περιορισμός της αεροπερατότητας αποδίδεται σε μικρότερη φθορά των δομικών υλικών, αλλά κυρίως στη συνειδητοποίηση της συμμετοχής του αερισμού στην ενεργειακή ισορροπία του κτιρίου και την παράλληλη βελτίωση των υλικών, μεθόδων και τεχνικών ελέγχου της αεροπερατότητας.



Εικόνα 61: Η αεροπερατότητα σε σχέση με το έτος κατασκευής

3.2.2 Θερμική αντίσταση κτιρίου- Θερμομόνωση- Θερμική προστασία.

Όπως έχει αναφερθεί και προηγούμενα, η αγωγιμότητα αποτελεί έναν από τους τρόπους μετάδοσης της θερμότητας. Εξ' αρχής, υπάρχει ροή θερμότητας μέσω του κελύφους ενός κτιρίου, εφόσον υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας στον αέρα που έρχεται σε επαφή με τα υλικά του (εξωτερική και εσωτερική θερμοκρασία). Η ταχύτητα αυτής της ροής εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας στις παρειές του κελύφους (εξωτερική- εσωτερική) και επιβραδύνεται με τη συμβολή της θερμικής αντίστασης των υλικών που το συνθέτουν. Αυτή η επιβράδυνση αποτελεί τη **θερμομονωτική ικανότητα ή θερμική αντίσταση του κτιρίου**. Τα συνήθη υλικά κατασκευής όμως, δεν διαθέτουν τις απαραίτητες θερμομονωτικές ιδιότητες γι' αυτό τοποθετούνται επί πλέον υλικά με μεγαλύτερο συντελεστή θερμομόνωσης.

Για την προστασία των κατασκευών από τις απώλειες θερμότητας από και προς το εξωτερικό περιβάλλον, με στόχο τη διατήρηση της άνεσης στον εσωτερικό χώρο αλλά και την εργονομικότερη συμπεριφορά τους, η μια λύση είναι η προστασία τους από τους ψυχρούς ανέμους και η άλλη, αλλά εξ' ίσου σημαντική, είναι η κατάλληλη θερμική προστασία ή

²⁷ Σε έρευνα του Department of Energy των ΗΠΑ έχει υπολογιστεί ότι ο περιορισμός του ελεύθερου αερισμού των κτιρίων κατά 25% μπορεί να επιφέρει κέρδος στην οικονομία της χώρας 10-15 δις δολάρια, ενώ υπολογίστηκε επίσης ότι είναι προτιμότερο να υποστηριχθούν προγράμματα περιορισμού της αεροπερατότητας παρά να διατεθεί αντίστοιχο ποσό για την ανέγερση εργοστασίων παραγωγής ενέργειας.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Διδακτορική Διατριβή, Παπαμανώλης Ν. ΑΠΘ τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ., Θεσσαλονίκη 1992, <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/4/mode/1up>

θερμομόνωση του κτιρίου. Οι δύο αυτές επιλογές πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη ταυτόχρονα ώστε να ενισχύεται η αποτελεσματικότητά τους.

Όσον αφορά τον περιορισμό των απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, η κατάλληλη θερμομόνωση των συμπαγών του στοιχείων (τοίχοι, δάπεδα, οροφές κλπ) είναι κάτι που επιβάλλεται και ως πρωταρχικό σκοπό της θέτει την όσο το δυνατόν εξάλειψη θερμογεφυρών^{IV}. Στην Ελλάδα, από την τυπολογία και τη μορφολογία τους, τα κτίρια, παρουσιάζουν πολλές θερμογέφυρες²⁸, παρ' όλα αυτά, η θερμομόνωση των κτιρίων άρχισε να εφαρμόζεται μετά το 1979 με την έγκριση του Κανονισμού Θερμομόνωσης των Κτιρίων (ΦΕΚ 362/4.7.79) με αποτέλεσμα, τα κτίρια (σχεδόν το 82% των κτηρίων στην Ελλάδα) που έχουν κατασκευαστεί πριν τη χρονολογία αυτή να μην έχουν μόνωση ή να είναι μονωμένα ανεπαρκώς. Τα ελληνικά κτίρια, παρουσιάζουν, ως προς τη θερμική προστασία του κελύφους τους, μια σειρά από χαρακτηριστικά προβλήματα τα οποία μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Κτίρια **καθόλου** θερμομονωμένα (κατασκευασμένα πριν το 1979)
- Κτίρια **πλημμελώς** θερμομονωμένα, με ελλιπή θερμομόνωση πχ. σε στοιχεία σκυροδέματος, με επιλογή ακατάλληλων υλικών για τη συγκεκριμένη εφαρμογή ή τοποθέτηση μικρότερου πάχους υλικού από αυτό που ορίζει ο κανονισμός.
- **Χρήση μη πιστοποιημένων υλικών**, με αμφίβολα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά.

Ανάλογα με την κλιματική ζώνη (μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας) στην οποία εντάσσεται το αντικείμενο μελέτης, εξαρτώνται τα υλικά θερμομόνωσης, το κατάλληλο πάχος τους, καθώς επίσης και τα αντίστοιχα κουφώματα. Τεχνικές πληροφορίες και περισσότερα στοιχεία σε σχέση με αυτά, περιέχονται στον κανονισμό ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 με τίτλο «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» και στον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων.

Για μεγαλύτερη ακρίβεια και συνέπεια ως προς τις κατασκευαστικές λύσεις των συστημάτων θερμομόνωσης, τα μέλη ενός κτιρίου τα οποία απαιτούν θερμομόνωση, ομαδοποιούνται σε κατηγορίες οι οποίες παρουσιάζουν ομοιότητες στην κατασκευή. Έτσι, διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες που αφορούν τη θερμομόνωση σε:

- A) Εξωτερικές τοιχοποιίες-δοκούς-υποστυλώματα
- B) Οροφές και στέγες
- Γ) Δάπεδα εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον (πυλωτές, υπόγεια κλπ.)
- Δ) Κουφώματα.

Είναι δύσκολο να διακριθεί μία από τις παραπάνω κατηγορίες ως η πιο σημαντική, γιατί όλες αποτελούν καίρια σημεία μιας κατασκευής, ωστόσο, μια καλή θερμομόνωση θα πρέπει να εξασφαλίζει τα παρακάτω:

- Την υγιεινή, άνετη και ευχάριστη διαβίωση, χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο (είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης) του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλοεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σ' αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το κέλυφος του κτιρίου

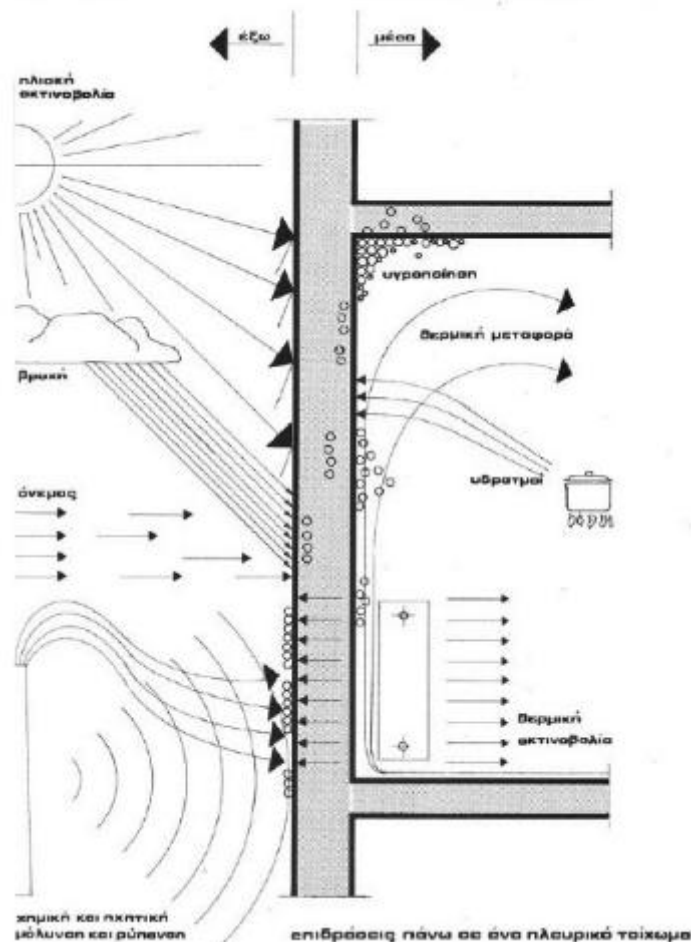
²⁸ Μεγάλα μπαλκόνια, ύπαρξη πυλωτής, πολλά ανοίγματα, συναρμογή οριζοντίων με κάθετα στοιχεία, τοιχοποιία σε επαφή με στοιχεία σκυροδέματος κλπ.

II: «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ», εργασία που δημοσιεύτηκε στα Πρακτικά του 1^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Δομικών Υλικών & Στοιχείων- Εκθεση ΤΕΕ, Επ.Εκδ. Α. Μοροπούλου, Κ. Λαμπρόπουλος, Αθήνα 21-23 Μαΐου 2008., <http://www.psem.gr/images/pdf/olokliromeni-ajiologisi-sistimatwn.pdf>

- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού
- Την ταυτόχρονη προστασία από θορύβους (τα περισσότερα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά).
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας ελαττώνεται αντίστοιχα και η ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.

Είναι γεγονός επομένως, ότι οι απώλειες που προκαλούνται λόγω ροής της θερμότητας, μπορούν να πλήξουν το ίδιο σημαντικά την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου καθώς και την υγεία και την άνεση των χρηστών του. Πριν, όμως καταφύγει κανείς σε οποιαδήποτε μέτρα θερμομόνωσης, θα πρέπει να λάβει υπ όψη του τους βασικότερους παράγοντες που προκαλούν αυτές τις απώλειες.

Η τοποθεσία και ο προσανατολισμός του κτιρίου σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο, περιλαμβάνεται στους παράγοντες αυτούς, έτσι, όσο περισσότερο εκτίθεται στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες εμφανίζει. Επίσης, όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο μεγαλύτερες είναι οι απώλειες ψύξης στον εσωτερικό χώρο. Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού κελύφους που εκτίθενται άμεσα στις καιρικές συνθήκες, σε συνάρτηση με τον όγκο του κτιρίου, είναι από τους παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη. Είναι προφανές ότι, ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης. Τέλος, τα εξωτερικά κουφώματα, ανάλογα με το μέγεθος, τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις, επηρεάζουν τη ροή θερμότητας και η κακή συναρμογή τους στην τοιχοποιία επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα.



Εικόνα 62: Διάφορες επιδράσεις πάνω σε εξωτερικό πλευρικό τοίχωμα

A) Θερμομόνωση σε εξωτερικές τοιχοποιίες, δοκούς και υποστυλώματα.

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τα δομικά στοιχεία εκείνα που αντιστοιχούν στο κέλυφος, εξωτερικές τοιχοποιίες, δοκοί και υποστυλώματα από σκυρόδεμα²⁹, που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον με αποτέλεσμα να προκαλείται ροή θερμότητας είτε από το εξωτερικό προς το εσωτερικό (καλοκαίρι), είτε το ανάποδο (χειμώνας). Οι βασικοί κατασκευαστικοί τρόποι θερμομόνωσης των παραπάνω στοιχείων είναι οι ακόλουθοι:

- Όσον αφορά την εξωτερική τοιχοποιία,
 - Θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια.
 - Θερμομόνωση στην εξωτερική επιφάνεια.
 - Θερμομόνωση στον πυρήνα.
 - Χρήση θερμομονωτικών τούβλων.
- Όσον αφορά τις δοκούς και τα υποστυλώματα,
 - Θερμομόνωση στην εσωτερική παρειά.
 - Θερμομόνωση στην εξωτερική παρειά.

Στην περίπτωση θερμομόνωσης τοίχου, σε όποια θέση και να τοποθετηθεί η θερμομόνωση θα πρέπει να παρέχει επαρκή θερμική αντίσταση ώστε να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις που ορίζει ο Κανονισμός, να παρέχεται ένα συνεχές θερμομονωτικό στρώμα στο οποίο δεν θα δημιουργούνται θερμογέφυρες και τέλος, θα πρέπει να αντιστέκεται στη διείσδυση νερού.

I. Εσωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών και υποστυλωμάτων.

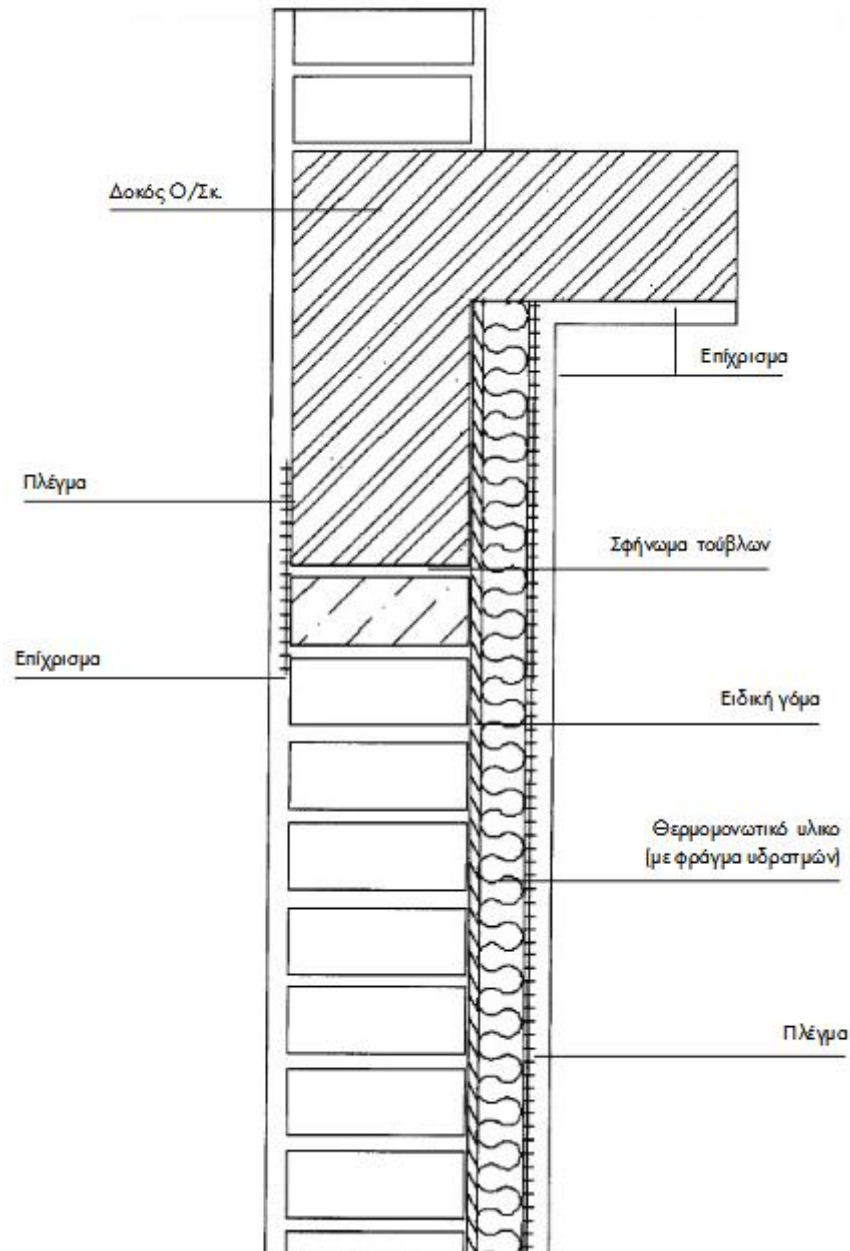
Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης χωρίς χρονική καθυστέρηση και δεν μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία μετά τη διακοπή του κλιματισμού. Παραδείγματα τέτοιων κτιρίων είναι οι παραθεριστικές-εξοχικές κατοικίες, τα σχολεία, τα κτίρια γραφείων ημερήσιας λειτουργίας κλπ. Επίσης, επιλέγεται σε περιπτώσεις κατασκευαστικών ή αρχιτεκτονικών περιορισμών όταν δεν υπάρχει δυνατότητα εξωτερικής θερμομόνωσης. Τέτοιες περιπτώσεις είναι, όταν το κτίριο είναι σε επαφή με γειτονικό του, ή όταν από αρχιτεκτονική επιλογή, έχουμε εμφανή υλικά (εμφανές σκυρόδεμα ή ύπαρξη εμφανούς οπτοπλινθοδομής κλπ.).

Είναι σαφές όμως, ότι η μέθοδος αυτή παρουσιάζει τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα που αφορούν στην αποδοτικότητα αλλά και την κατασκευαστική διαδικασία. Πιο συγκεκριμένα, είναι απλή και γρήγορη κατασκευή, είναι οικονομικότερη σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση, παρατηρείται άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης και τα μονωτικά υλικά δεν χρειάζονται προστασία από εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία κλπ.).

Αντίθετα, δημιουργούνται προβλήματα θερμογεφυρών κυρίως στα σημεία που υπάρχουν συναρμογές εξωτερικών και εσωτερικών τοίχων, επέρχεται γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης και δεν προστατεύονται τα δομικά στοιχεία από συστολές-διαστολές λόγω εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών. Επίσης, υπάρχει η πιθανότητα δημιουργίας επιφανειακής υγρασίας από συμπύκνωση υδρατμών, που όμως μπορεί να αποφευχθεί με την τοποθέτηση φράγματος υδρατμών (φύλλα αλουμινίου, ασφαλτόπανα, νάιλον κ.α) μπροστά από το μονωτικό υλικό και προς την κλιματιζόμενη πλευρά του χώρου.

²⁹ Το σκυρόδεμα έχει τέσσερις φορές μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας από το τούβλο.
Π: <http://www.rizakos.gr/gr/diakeno.asp>

Παρουσιάζεται μια δυσκολία στην τοποθέτηση ραφιών, πινάκων και άλλων αντικειμένων μεγάλου βάρους και στην τοποθέτηση ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων, που όμως δεν είναι αξεπέραστη. Τέλος, σε περίπτωση εφαρμογής εσωτερικής θερμομόνωσης σε υπάρχουσα κατασκευή, επηρεάζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου καθώς επίσης μειώνει και το ωφέλιμο εμβαδόν του.



Εικόνα 63: Κατασκευαστική λεπτομέρεια εσωτερικής θερμομόνωσης

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται τόσο στη συγκεκριμένη μέθοδο όσο και στις υπόλοιπες, είναι υλικά που έχουν προκύψει μετά από μελέτες, έρευνες αλλά και πειράματα που γίνονται συνεχώς για την ανάδειξη όλων των χρήσιμων τεχνικών χαρακτηριστικών τους, ανάλογα φυσικά με το σημείο τοποθέτησης και τις ανάγκες που παρουσιάζει η κάθε κατασκευή. Είναι απαραίτητο τα θερμομονωτικά υλικά (όπως και όλα τα οικοδομικά υλικά) να είναι πιστοποιημένα με ISO να έχουν περάσει τεχνικούς και ποιοτικούς ελέγχους καθώς και να πληρούν τις ισχύουσες νομοθεσίες, πριν την τοποθέτησή τους. Τα υλικά που συνήθως χρησιμοποιούνται είναι, πολυουρεθάνη, η οποία αποτελεί και το παλαιότερο θερμομονωτικό υλικό, ενώ πιο σύγχρονα υλικά αποτελούν οι θερμομονωτικές πλάκες εξηλασμένης

πολυστερίνης, το γραφιτούχο διογκωμένο πολυστυρένιο, η διογκωμένη πολυστερίνη EPS, ο πετροβάμβακας, και οι άνθυγρες γυψοσανίδες. Μεταλλικά πλέγματα και ορθοστάτες χρησιμοποιούνται για την στήριξη των θερμομονωτικών υλικών.

Στις νέες τεχνολογίες συγκαταλέγεται ένα σχετικά νέο υλικό που παρασκευάζεται στην Αμερική (από την COVERTECH Reflective Insulation S.A) το FOIL FOAM III³⁰. Είναι εύκολο στην εγκατάσταση σε επίπεδες και κυρτές επιφάνειες, εύκαμπτο και μη τοξικό. Επιτρέπει στη θερμότητα να αντανακλάται προς το εσωτερικό τον χειμώνα και προς το εξωτερικό το καλοκαίρι κατά 98% (ASTM, BBA). Έχει υψηλό συντελεστή θερμικής αντίστασης και συνοδεύεται από πιστοποιητικό εξοικονόμησης ενέργειας. Τέλος, δεν αποσυντίθεται και συγχρόνως είναι αδιαπέραστο από την υγρασία.



ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

FOIL FOAM I,20cm

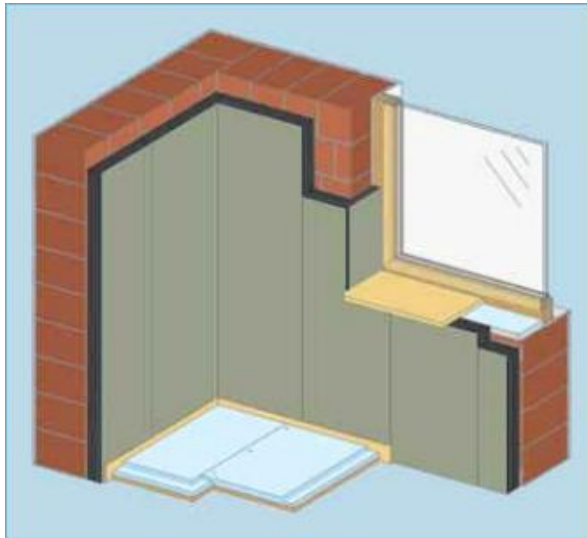
Τεχνικές Ιδιότητες	Μέθοδος Δοκιμής	Αποτελέσματα
Πάχος		1,30cm
Διαστάσεις (Μήκος X Πλάτος)		45,46m X 1,32m
Συνολική επιφάνεια ρολού		60m ²
Βάρος Ρολού		19Kg
Ανακλαστικότητα	ASTM E-408	98%
Εκπομπή		2%
Υδροπερατότητα	ASTM E - 96	Μηδενική
Θερμοκρασία λειτουργίας		-40°C έως 71,11°C
Θερμική Αντίσταση R value	ASTM C-1224	1,62m ² .K/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας U value	ASTM C-1224	0,61W/m ² .K
Ταξινόμηση Φωτιάς	ASTM E-84	Τάξη A/Τάξη I
Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία		Μεγάλη
Αντίσταση στα βακτήρια και στη μούχλα		Μεγάλη

Εικόνα 64: Τεχνικά χαρακτηριστικά FOIL FOAM

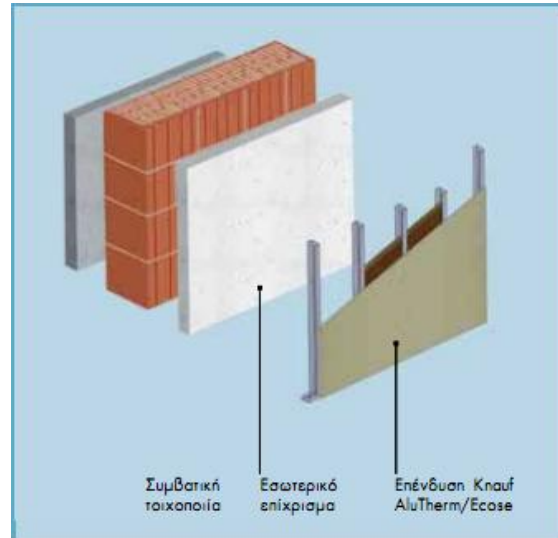
Στο παρακάτω συνημμένο βίντεο παρουσιάζονται κατασκευαστικές λύσεις και προτάσεις εσωτερικής θερμομόνωσης σε υπο ανακαίνιση κατοικία, από την εταιρία KNAUF.

<http://www.youtube.com/watch?v=gBmWDXtwNQg> (Βίντεο 1, CD)

³⁰ FIBREX HELLAS



Εικόνα 65: Εσωτερική θερμομόνωση



Εικόνα 66: Εσωτερική θερμομονωτική Επένδυση Knauf AluTherm/Ecose

II. Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών και υποστρωμάτων³¹ - Θερμοπρόσοψη.

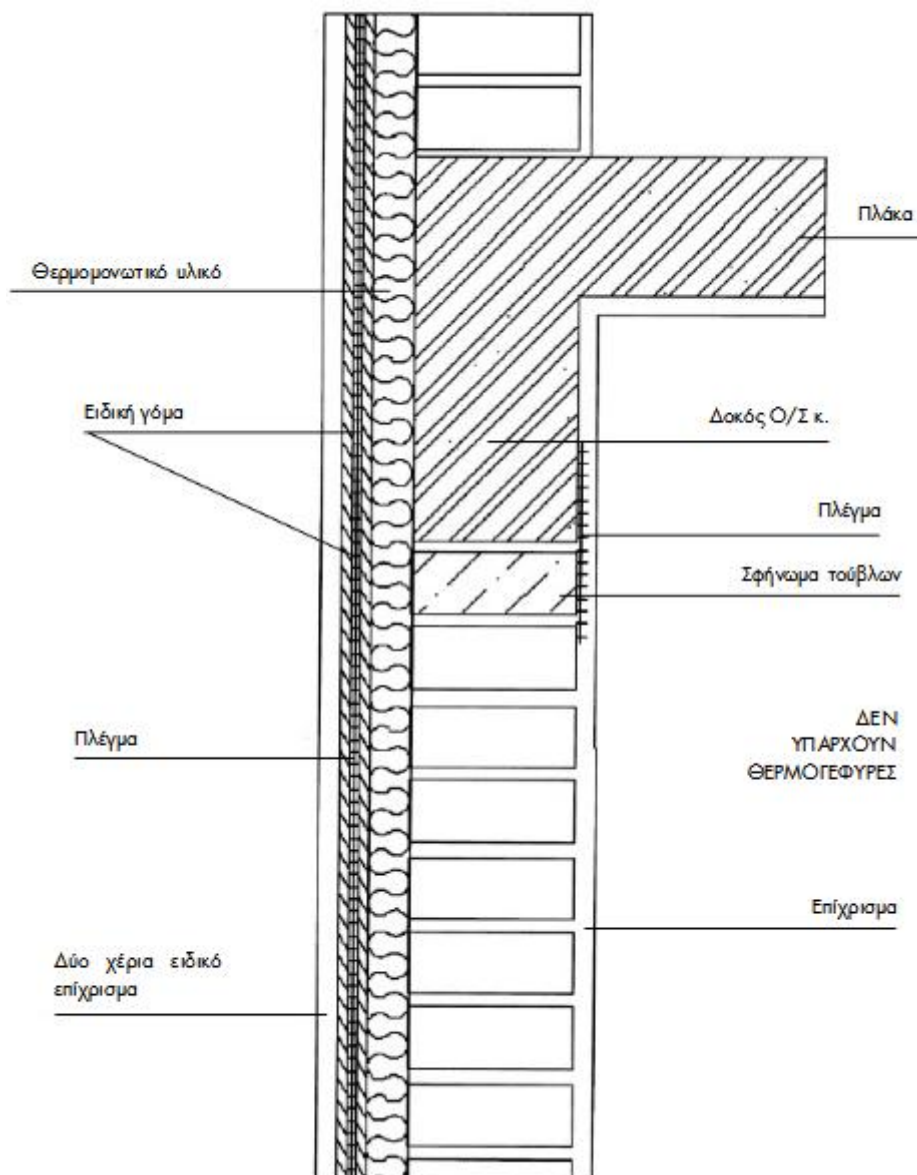
Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία δεν μας απασχολεί τόσο η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης/ψύξης, όσο η απόδοση θερμότητας από τα δομικά υλικά μετά από τη διακοπή του. Τέτοια κτίρια είναι οι κατοικίες μόνιμης διαμονής, τα νοσοκομεία κλπ. Μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε νέα όσο και σε υφιστάμενη κατασκευή, συγκεκριμένα επενδύοντας εξωτερικά το κτίριο με θερμομονωτικό υλικό, το οποίο μετά σοβατίζεται με ένα ειδικό ελαστικό, πολύ ισχυρό, στεγανό επίχρισμα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου από τους εξωτερικούς τοίχους αλλά και η εισροή θερμότητας το καλοκαίρι από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται από τη δεκαετία του 1960 στην Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, προσφέροντας ιδιαίτερη ευελιξία στην κατασκευή καθώς το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, μετά την αποπεράτωση των εργασιών κατασκευής της τοιχοποιίας και αποτελεί την πλέον αποτελεσματική λύση για την αναδρομική θερμομόνωση υφισταμένων κτιρίων. Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται και στην Ελλάδα με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

Ομοίως, και αυτή η μέθοδος παρουσιάζει τόσο θετικά όσο και αρνητικά στοιχεία. Στα θετικά της χαρακτηριστικά περιλαμβάνονται, η διατήρηση της θερμοκρασίας στο χώρο και μετά τη διακοπή της θέρμανσης/κλιματισμού, λόγω της θερμοχωρητικότητας των δομικών στοιχείων και κατά συνέπεια η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας λόγω μικρότερης, σε διάρκεια, χρήσης του συστήματος θέρμανσης/ψύξης εξαιτίας του γεγονότος ότι τα νότια κυρίως δομικά στοιχεία αποθηκεύουν θερμότητα από τον ήλιο (εφόσον εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμοχωρητικότητα με την κατασκευή τοιχοποιίας, δοκών και υποστρωμάτων κατάλληλου πάχους και υλικών). Επιπλέον, παρέχεται προστασία των εξωτερικών επιφανειών των τοίχων από συστολοδιαστολές εξαιτίας εξωτερικών θερμοκρασιακών μεταβολών και προστασία από τις καιρικές συνθήκες, ενώ παράλληλα μπορεί να επιτευχθεί η ελαχιστοποίηση έως και ο μηδενισμός των θερμογεφυρών. Σε περίπτωση εφαρμογής σε υφιστάμενη κατασκευή, αφενός δεν εμποδίζει την ομαλή λειτουργία του εσωτερικού κατά την τοποθέτηση και αφετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο εμβαδόν του. Στην περίπτωση νεόδμητης οικοδομής, εξοικονομούνται επιπλέον τετραγωνικά ωφέλιμου χώρου λόγω της

³¹ Συστήματα Εξωτερικής Θερμομόνωσης- ETICS

μονής στρώσης τούβλων έναντι της θερμομόνωσης στον πυρήνα της τοιχοποιίας- που θα παρουσιαστεί παρακάτω- η οποία απαιτεί δύο στρώσεις τούβλων με το θερμομονωτικό υλικό στο διάκενο μεταξύ τους. Τέλος διπλασιάζεται ο χρόνος ζωής του κτιρίου και μειώνεται το κόστος συντήρησής του αφού προστατεύεται από τις καιρικές συνθήκες.

Σε αντίθεση με τα παραπάνω, παρουσιάζει αυξημένο κόστος κατασκευής λόγω πολυπλοκότητας των διαδικασιών, ενώ απαιτείται προσοχή στην ορθή επιλογή υλικών και τεχνικού προσωπικού για την αποφυγή δημιουργίας ρωγμών στην όψη. Τέλος, παρουσιάζει δυσκολία στην τοποθέτηση σε υφιστάμενο κτίριο, εν αντιθέσει με την εσωτερική θερμομόνωση, γιατί αυξάνει την περίμετρο του κτιρίου (πιθανώς να προκληθούν προβλήματα με το συντελεστή δόμησης) καθώς επίσης είναι αδύνατον να εφαρμοστεί σε κτίρια με έντονες μορφολογικές όψεις ή σε κτήρια που είναι σε επαφή με τα γειτονικά τους.



Εικόνα 67: Κατασκευαστική λεπτομέρεια εξωτερικής θερμομόνωσης

Τα βασικά υλικά εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι οι θερμομονωτικές πλάκες (διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη και πετροβάμβακας), συνηθέστερα η διογκωμένη πολυστερίνη³² (EPS) πιστοποιημένη με CE^V (μειώνει το κόστος συγκριτικά με την εξηλασμένη, μειώνει το βάρος της κατασκευής συγκριτικά με τον πετροβάμβακα, βελτιώνει την υδατοδιαπνοή του κτιρίου και τη συμπεριφορά του σε συστολοδιαστολές), κονιάματα-κολλες για τη συγκόλληση των θερμομονωτικών πλακών, αγκύρια-βύσματα για τη στερέωση των πλακών (κυρίως σε παλιές τοιχοποιίες), βασικό επίχρισμα και πλέγμα ως οπλισμό, αστάρι πριν την τελική στρώση, τελικό διακοσμητικό επίχρισμα (ακρυλικό, σιλικονούχο κλπ) και βοηθητικά εξαρτήματα όπως γωνιόκρανα, σκοτίες, φουρούσια κλπ.

Στον παρακάτω πίνακα (Εικόνα 68) εμφανίζονται τα απαιτούμενα πάχη θερμομονωτικού υλικού ανά δομικό στοιχείο και ανά έτος κατασκευής. Σημειώνεται ότι όσον αφορά τα κτίρια μετά το 2018 θα ισχύει ο νέος κανονισμός Ευρωπαϊκής οδηγίας EPDB³³ ο οποίος θα είναι υποχρεωτικού χαρακτήρα και συνεπώς προβλέπεται η άμεση αναθεώρηση του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. Ενώ στον πίνακα (Εικόνα 69) εμφανίζεται ενδεικτικά ο χρόνος απόσβεσης μιας υφιστάμενης κατασκευής με την εφαρμογή συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με EPS 80 (5cm & 7cm). Όπως εύκολα μπορεί να παρατηρηθεί, με την αύξηση του πάχους του θερμομονωτικού υλικού αυξάνεται η εξοικονόμηση για ψύξη/θέρμανση και άρα η απόσβεση του συστήματος επιτυγχάνεται συντομότερα.

ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΠΑΧΟΣ EPS ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ (cm)	ΠΑΧΟΣ EPS ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΕΡΒΔ 31/2010/ΕΕ (cm)
Μέχρι το 1979	Δώματα-Οροφές σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα:	8	12
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	7	10
	Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (Πυλωτές)	8	12
	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειτούς μη θερμώρους	4	6
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμώρους ή με το έδαφος	3	5
1979 - 2010	Δώματα-Οροφές σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα:	8	12
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	5	7
	Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (Πυλωτές)	5	7
	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειτούς μη θερμώρους	5	7
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμώρους ή με το έδαφος	4	6
2011 - 2018	Δώματα-Οροφές σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα:	8	12
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	7	10
	Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (Πυλωτές)	8	12
	Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειτούς μη θερμώρους	4	6
	Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμώρους ή με το έδαφος	3	5

* Τα δεδομένα αυτά είναι ενδεικτικά και σύμφωνα με τις Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ 20701-1/2010 τα στοιχεία αυτά δεν ανερούν την ενεργειακή μελέτη για τον καθορισμό του U και κατόπιν το πάχος του θερμομονωτικού που απαιτείται.

Εικόνα 68: Απαιτούμενα πάχη θερμομονωτικού υλικού ανά δομικό στοιχείο και ανά έτος κατασκευής

³² Σύμφωνα με στοιχεία του Πανευρωπαϊκού Συμβουλίου Παραγωγών Δομικών Υλικών CEPMC (www.cepmc.org) και του Πανευρωπαϊκού Συνδέσμου Παραγωγών ETICS (www.ea-etics.eu), το 80-85% των εφαρμογών εξωτερικής θερμομόνωσης κατασκευάζονται με διογκωμένη πολυστερίνη EPS. Π: <http://www.unisol.gr/TechnicalSolutions/NewTechnicalSolutions/ThermalInsulation/ThermalInsulation.aspx>, UNISOL, ΜΟΝΩΤΙΚΑ-ΔΟΜΙΚΑ

³³ DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL ON THE ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS (RECAST) (ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ-ΑΝΑΔΙΑΤΥΠΩΣΗ), http://www.unisol.gr/Downloads/2010_31_EU_EPBDRecastAcceptedInEUParliament_pe00015.pdf

ΓΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΚΤΙΡΙΑ			
Πάχος EPS 80	%ΔU	% Μείωση εξόδων για ψύξη/θέρμανση ανά χρόνο	Απόσβεση της συνολικής κατασκευής (χρόνια)
5	-53,3	53,3	6
7	-62,2	62,2	5

Εικόνα 69: Ο χρόνος απόσβεσης μιας υφιστάμενης κατασκευής με την εφαρμογή συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με EPS 80

Στο παρακάτω συνημμένο βίντεο παρουσιάζεται η διαδικασία τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης από την εταιρία KNAUF.

<http://www.youtube.com/watch?v=naEA9owsZ9s> (Βίντεο 2, CD)

Η επιλογή αυτού του συστήματος προϋποθέτει μεγάλη προσοχή σε συγκεκριμένα ζητήματα λόγω κατασκευαστικών δυσκολιών. Για παράδειγμα, το συγκεκριμένο σύστημα έχει ως κύριο προσανατολισμό τη θερμική θωράκιση του κτιρίου. Συνεπώς, η προσπάθεια εξοικονόμησης χρημάτων μέσω της μείωσης του πάχους του θερμομονωτικού υλικού όχι απλά δεν δημιουργεί οικονομικό όφελος αντίθετα, υπονομεύει τον αρχικό σκοπό. Η επιλογή του θερμομονωτικού υλικού θα πρέπει να γίνεται με βάση τις ιδιαίτερες ανάγκες του έργου, για παράδειγμα, για κτίριο με αυξημένες ανάγκες πυροπροστασίας της τοιχοποιίας θα πρέπει να επιλεγεί αναγκαστικά ο πετροβάμβακας. Επιπλέον, πρέπει να σημειωθεί, ότι και οι εξοχές του κτιρίου (πρόβολοι, στηθαία, εξώστες, μαρκίζες κλπ) θα πρέπει να θερμομονώνονται με σκοπό την αποφυγή θερμογεφυρών. Και φυσικά απαιτείται η επιλογή εξειδικευμένου τεχνικού προσωπικού για καλύτερα αποτελέσματα.

III. Θερμομόνωση στον πυρήνα εξωτερικής τοιχοποιίας.

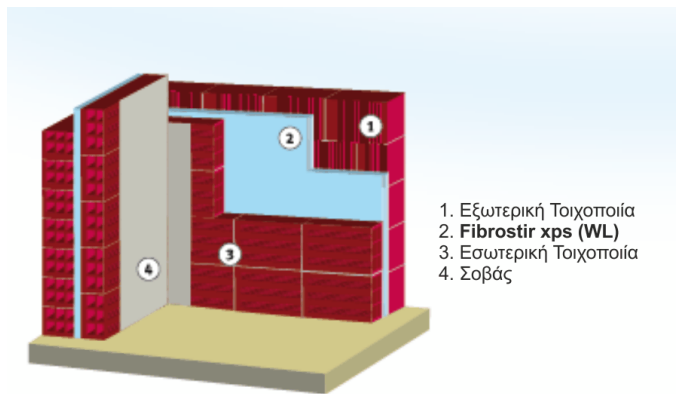
Είναι η λεγόμενη εξωτερική τοιχοποιία με διάκενο (σάντουιτς) και αποτελείται από δύο επιμέρους τοίχους που ενδιάμεσά τους παρεμβάλλεται το θερμομονωτικό υλικό. Η συνηθέστερη μορφή αυτού του συστήματος είναι οι δύο τοίχοι να αποτελούνται από τούβλο ενώ υπάρχουν και περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται κατασκευές τούβλο/μποκ ή μπλοκ/μπλοκ. Και σ' αυτήν την περίπτωση, όπως και στην εξωτερική θερμομόνωση, ο εσωτερικός τοίχος απορροφά θερμότητα όσο το κτίριο θερμαίνεται, την οποία συγκρατεί και εκπέμπει αργότερα όταν διακοπεί η θέρμανση.

Η κατασκευή από τούβλα όμως, είναι πορώδης με αποτέλεσμα, σε μακρές περιόδους βροχοπτώσεων, το νερό της βροχής να διεισδύει στην εσωτερική παρειά της εξωτερικής στρώσης τούβλων. Για το λόγο αυτό, απαιτείται σαφές διάκενο μεταξύ της στρώσης αυτής και του θερμομονωτικού υλικού και παράλληλη υγραμόνωση. Το διάκενο αυτό οφείλει να είναι της τάξεως των 2,5-5cm. Στην αντίθετη περίπτωση, σε διάκενο δηλαδή που δεν αερίζεται, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη πυροπροστασία εφόσον το θερμομονωτικό υλικό είναι απίθανο να αναφλεγεί και να εξαπλωθεί η φλόγα, αφού δεν θα υπάρχει αρκετός αέρας για την διατήρηση της καύσης. Στην εν λόγω κατασκευή, οι δύο τοίχοι από τούβλα πρέπει να συνδέονται μεταξύ τους με περιδέσμους ενίσχυσης (σενάζ)^{xix} ανά ένα μέτρο ύψους τουλάχιστον. Είναι προφανές ότι και αυτοί οφείλουν να είναι θερμομονωμένοι γιατί αποτελούν σημείο θερμογεφυρών. Μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε νέες κατασκευές όσο και σε ήδη υπάρχουσες αλλά με τη δεύτερη περίπτωση να παρουσιάζει κάποιες δυσκολίες. Σε υφιστάμενο κτίριο μπορεί να pragmatopoiηue;i με δύο τρόπους. Αφ' ενός όταν γίνουν

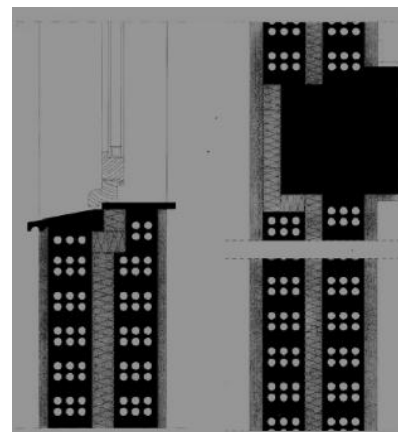
αλλαγές κουφωμάτων από συρόμενα σε ανοιγόμενα ή επάλληλα, οπότε γίνεται πλήρωση του κενού που απομένει με θερμομονωτικές πλάκες και αφετέρου σε τυφλούς τοίχους με διάκενο (που η εξωτερική θερμομόνωση δεν είναι εφικτή) όπου μπορούν να ανοιχτούν προσωρινές τρύπες ώστε να γεμίσει με συγκεκριμένη μεθοδολογία το διάκενο με θερμομονωτικό υλικό σε κόκκους (NEOPOR).

Όπως είναι αναμενόμενο, όπως και στις προηγούμενες περιπτώσεις, έτσι και αυτή η μέθοδος έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατασκευής. Είναι ευκολότερος ο τρόπος τοποθέτησης των θερμομονωτικών υλικών, δεν επηρεάζονται τα θερμομονωτικά υλικά από τις καιρικές συνθήκες (ηλιακή ακτινοβολία και βροχή), αποτελεί την πιο ισόρροπη μορφή θερμικής προστασία έναντι του ψύχους το χειμώνα και της ζέστης το καλοκαίρι και επιτρέπει την εκμετάλλευση της θερμοχωρητικότητας του τοίχου έστω και μερική.

Αντίθετα, δεν έχει καλή αντισεισμική συμπεριφορά καθώς είναι σύνηθες το φαινόμενο σε τοιχοποιίες που έχουν συνδεθεί πλημμελώς τα δύο κελύφη, το εξωτερικό να αποσυνδέεται και να πέφτει από μια ισχυρή σεισμική δόνηση. Τέλος, δεν είναι δυνατή η πλήρης εκμετάλλευση, παρά μερικώς, της θερμοχωρητικότητας της τοιχοποιίας, αν και είναι δυνατόν να αυξηθεί ανάλογα με το πάχος του εσωτερικού κελύφους.



Εικόνα 71: Θερμομόνωση στον πυρήνα τοιχοποιίας (α)



Εικόνα 70: Θερμομόνωση στον πυρήνα τοιχοποιίας (β)

Και εδώ τα συνήθη θερμομονωτικά υλικά είναι η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη, ο πετροβάμβακας καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το γραφιτούχο διογκωμένο πολυστηρένιο. Μεταξύ άλλων σύγχρονων θερμομονωτικών υλικών συγκαταλέγεται και το Poly Foil Double Bubble, το οποίο παράγεται με ειδική τεχνολογία από την COVERTECH Reflective Insulation S.A και αποτελεί σκληρό υλικό σχεδιασμένο για τη θερμομόνωση διπλών εξωτερικών τοίχων. Έχει υψηλό δείκτη θερμικής αντίστασης και μεγάλη αντίσταση κατά της υγρασίας. Ο χαμηλός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας σημαίνει ότι μικρότερο πάχος του σε σχέση με άλλα μονωτικά υλικά μπορεί να υπερκαλύψει τις απαιτήσεις των κανονισμών θερμομόνωσης.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

POLY FOIL DOUBLE BUBBLE

Τεχνικές Ιδιότητες	Μέθοδος Δοκιμής	Αποτελέσματα
Πάχος		1cm
Διαστάσεις (Μήκος X Πλάτος)		50m X 1,20m
Συνολική επιφάνεια ρολού		60m ²
Βάρος Ρολού		18,18Kg
Ανακλαστικότητα	ASTM E-408	96-97%
Εκπομπή		3-4%
Υδροπερατότητα	ASTM E-96	Μηδενική
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)		-45,5°C έως 82,2°C
Θερμική Αντίσταση R value	ASTM C-1224	1,51m ² .K/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας U value	ASTM C-1224	0,66W/m ² .K
Διάδοση Φλόγας	ASTM E 84-94	27
Ανάπτυξη Καπνού	ASTM E 84-94	62
Ταξινόμηση Φωτιάς (ενώ η επιφάνεια καίγεται)	ASTM E 84-94	Τάξη A / Τάξη I
Ταξινόμηση Φωτιάς (ενώ όλο το δωμάτιο καίγεται)	NFPA 286	ΠΕΡΑΣΕ (2003 IBC 803.2.1)
Αντοχή Εφελκυσμού	CAN/CGSB 51.33 M89	0,72 Kg/cm ²
Αντοχή Ρηγμάτωσης		0,42 Kg/cm ²
Αντοχή Συμπίεσης Φυσαλίδων		400 Kg/cm ²
Γραμμική Συστολή		Μηδενική
Ευκαμψία	CAN/CGSB 51.33 M89	Μεγάλη
Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία		Μεγάλη
Αντίσταση στους μύκητες και τη μούκλα		Μεγάλη

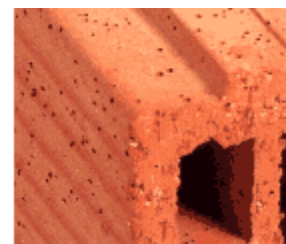
Εικόνα 72: Τεχνικά χαρακτηριστικά POLY FOIL BUBBLE

IV. Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα.

Μια σχετικά νέα μέθοδος θερμομόνωσης των κτιρίων είναι κατασκευή τοιχοποιίας από θερμομονωτικά τούβλα χωρίς την χρήση πρόσθετης θερμομονωτικής στρώσης. Η πρόοδος της τεχνολογίας στις κατασκευές έχει οδηγήσει στη δημιουργία νέων υλικών με βελτιωμένα χαρακτηριστικά και κατ' επέκταση στην κατασκευή κτιρίων με πολύ καλύτερες προδιαγραφές αντοχής και άνεσης που προστατεύουν το περιβάλλον αλλά και την οικονομία.

Ως προς την αντοχή σε θλίψη, τον έλεγχο των διαστάσεων, την υδατοαπορροφητικότητα και την πυκνότητα, οι πλίνθοι πρέπει να πληρούν τις προδιαγραφές EN772. Οι θερμομονωτικοί πλίνθοι είναι συνήθως κυβελωτοί οπτόπλινθοι που προκύπτουν από ανάμιξη αργίλου και κόκκων διογκωμένης πολυστερόλης. Έχουν πλάτος που

κυμαίνεται από 90-280mm, μήκος 140-150mm και ύψος 250-300mm και είναι 40% πιο ελαφριοί από τους συμβατικούς οπτόπλινθους με αποτέλεσμα να επιβαρύνουν λιγότερο τον φέροντα οργανισμό του κτιρίου. Υπάρχουν δε και εκείνοι που φέρουν θερμομονωτικό υλικό στο εσωτερικό τους ήδη από την κατασκευή τους. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας διαφοροποιείται μεν από εταιρεία σε εταιρεία, είναι δυνατόν δε να φτάσει και εκείνον της διπλής τοιχοποιίας, ενώ η θερμοχωρητικότητά της είναι αυξημένη έναντι της διπλής τοιχοποιίας λόγω μάζας. Ως προς την διαδικασία κατασκευής, είναι παρόμοια με εκείνη του χτισίματος με συμβατικά τούβλα με τη διαφορά ότι δεν χρειάζονται σενάζ και υποδιπλασιάζεται σχεδόν ο χρόνος κατασκευής και οι ποσότητες των υλικών (τσιμεντοκονίαμα, κόλλες κλπ).



Εικόνα 73: Θερμομονωτικοί οπτόπλινθοι

Αυτή η επιλογή προσφέρει συμπαγή και σταθερή τοιχοποιία (καλύτερη αντισεισμική συμπεριφορά), σίγουρη και σωστή θερμομόνωση αφού δεν εκτίθενται τα θερμομονωτικά υλικά και με τη σωστή τοποθέτηση του επιχρίσματος, λόγω του τριχοειδούς φαινομένου, είναι εφικτός ο μηδενισμός της εμφάνισης υγρασίας. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι λόγω του αυξημένου του πορώδους αυτών των υλικών θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή φύλαξη από βροχή των πλίνθων, πριν την τοποθέτηση, ώστε να μην αλλοιωθούν οι ιδιότητές τους. Σε περίπτωση όμως που βραχούν θα πρέπει να έχουν στεγνώσει καλά πριν τοποθετηθούν. Ταυτόχρονα, εξοικονομείται ωφέλιμος χώρος³⁴ γιατί η μονή τοιχοποιία είναι αρκετή για να ανταποκριθεί στις ανάγκες του κτιρίου έναντι μιας διπλής με θερμομόνωση στο διάκενο. Τέλος, προσφέρει ιδιαίτερα αυξημένη πυροπροστασία.

Παρά ταύτα, είναι φυσικό να παρουσιάζει και μειονεκτήματα όπως η δυσκολία στο να κρεμαστούν βαριά αντικείμενα όπως ράφια κλπ., είναι κατάλληλη για χρήση σε ελαφριές κατασκευές και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που απαιτείται υψηλή θερμοχωρητικότητα από τον κανονισμό.

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Είναι φυσικό να μην υπάρχει μονοσήμαντη και απόλυτη απάντηση στο ερώτημα του ποιο είναι το «καλύτερο» σύστημα θερμομόνωσης, καθώς καθένα από αυτά παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα όπως επίσης το καθένα μπορεί να ανταποκρίνεται σε διαφορετικές απαιτήσεις τις κατασκευής (βαρύτητα στην πυροπροστασία, στην απόδοση θερμότητας των δομικών στοιχείων κλπ) περισσότερο ή λιγότερο. Οι παράγοντες που θα οδηγήσουν στην τελική επιλογή είναι η κλιματική ζώνη στην οποία εντάσσεται το αντικείμενο μελέτης, οι απαιτήσεις σε θερμομόνωση, το κόστος κατασκευής και το οικολογικό ενδιαφέρον του ιδιοκτήτη και των μελετητών.

Ωστόσο, αυτό που είναι χρήσιμο να αναφερθεί είναι κάποια από τα βασικότερα χαρακτηριστικά και ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών για να μπορούν να είναι συγκρίσιμα. Τα εν λόγω τεχνικά χαρακτηριστικά ορίζονται από συγκεκριμένες προδιαγραφές και οδηγίες, στις οποίες πρέπει να συμμορφώνονται όλα τα υλικά και αφορούν τη χημική σύσταση, την αντοχή, την ακαυστότητα και άλλα στοιχεία των υλικών. Όλες αυτές οι ιδιότητες κωδικοποιούνται ώστε να μπορούν να αναγράφονται στη συσκευασία. Έτσι για παράδειγμα σε θερμομονωτικό υλικό αναγράφεται ο παρακάτω κωδικός, από τον οποίο προκύπτουν τα εξής:

«**MW-EN 13162-Ti-CS(10)i-TRi-PL(5)i-CPi-WS-WL(P)-MUi-SDi-AFri-Awi**»³⁵

- **MW**- Βιομηχανικώς παραγόμενα προϊόντα από ορυκτά, όπως πετροβάμβακα, υαλοβάμβακα κλπ.
- **EN 13162**- Ευρωπαϊκό Πρότυπο
- **Ti**- Ανοχή πάχους. Κλάσεις για ανοχή στο ονομαστικό πάχος (π.χ Κλάση T4: - 3mm +5mm)
- **CS(10)i** – Αντοχή σε συμπίεση για 10% παραμόρφωση πάχους (kPa). Οι μετρημένες τιμές θα πρέπει να είναι μεγαλύτερες ή ίσες από τη δηλωθείσα τιμή (compressive stress at 10% thickness deformation)

³⁴ Σε επιφάνεια 10mX10m είναι δυνατή η εξοικονόμηση 2m², Π: www.spitia.gr

³⁵ Η ενδεικτική κωδικοποίηση λήφθηκε από θερμομονωτικό υλικό της fibran geo, <http://www.fibran.gr/frontend/articles.php?cid=84>

- **TRi** – αντοχή σε εφελκυσμό κατακόρυφα των όψεων (kPa). Η αντοχή σε εφελκυσμό πρέπει να έχει μεγαλύτερη ή ίση από τη δηλωθείσα τιμή.
- **PL(5)i** – τάση υπό σημειακό φορτίο (N). μετράται η μέγιστη δύναμη (εφαρμοσμένη σε περιοχή 50cm²) για παραμόρφωση πάχους 5mm. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσα από τη δηλωθείσα τιμή.
- **CPI** – συμπίεστικότητα (mm). Είναι η διαφορά μεταξύ του πάχους dL (χωρίς φορτίο) και του πάχους dB (με φορτίο). Το αποτέλεσμα των μετρήσεων πρέπει να είναι μικρότερο ή ίσο από τη δηλωθείσα τιμή.
- **WS** – Βραχυπρόθεσμη απορρόφηση νερού (kg/m²). Μερική εμβάπτιση του υλικού σε νερό για 24 ώρες. Η συνολική απορρόφηση πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση από 1 kg/m².
- **WL(P)**- Μακροχρόνια απορρόφηση νερού (kg/m²). Μερική εμβάπτιση του υλικού σε νερό για 28μέρες. Η συνολική απορρόφηση πρέπει να είναι μικρότερη ή ίση με 3 kg/m².
- **MUi** – Αντίσταση ατμοδιαπερατότητας. Υπολογίζεται από το λόγο του «μ» (συντελεστής ατμοδιαπερατότητας του υλικού) με την αντίσταση αντίστοιχου πάχους αέρα. Ο μετρημένος συντελεστής μ πρέπει να είναι μικρότερος ή ίσος από το δηλωμένο.
- **SDi** – Δυναμική ακαμψία (MN/m³) σε συγκεκριμένο πάχος. Υπολογίζεται ως ο λόγος της δυναμικής αντοχής σε συμπίεση προς τη δυναμική αλλαγή του πάχους. Οι μετρήσεις θα πρέπει να είναι μικρότερες ή ίσες με τη δηλωθείσα τιμή.
- **AFri** – Αντίσταση ροής αέρα (kPas/m²). Πρέπει να είναι μεγαλύτερη ή ίση με 5 kPas/m².
- **AwI** – Σταθμισμένος συντελεστής ηχοαπορρόφησης. Η τιμή του συντελεστή αντιστοιχεί στα 500Hz, μετρημένα στην πρότυπη καμπύλη ήχου.

Στον Πίνακα 3 συνοψίζονται ενδεικτικά κάποια από τα δεδομένα, για τα πιο συνηθισμένα θερμομονωτικά υλικά, ώστε να μπορούν να συγκριθούν. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι η βιομηχανία έχει εξελιχθεί πολύ και τα υλικά διατίθενται σε διάφορα πάχη και διαστάσεις και με γκάμα διαφοροποιήσεων σε σημεία εφαρμογής, ώστε να επιλέγονται βάσει των απαιτήσεων της κάθε κατασκευής.

Τα ελαφρά θερμομονωτικά υλικά διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες ανάλογα με την χημική τους σύσταση και την υφή τους:

- **Ανόργανα ινώδη** (υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας, ορυκτοβάμβακας)
- **Οργανικά ινώδη** (ξυλόμαλλο, μοριοσανίδες, φυτικά ή ζωικά υλικά, τύρφη, φελλός)
- **Κυψελοειδή** (διογκωμένη πολυστερίνη, αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, διογκωμένη πολυουρεθάνη, διογκωμένη πολυστηρόλη κλπ.)
- **Κοκκώδη** (διογκωμένος περλίτης, ελαφρόπετρα, βερμικουλίτης κλπ.)

	ΠΟΛ/ΘΑΝΗ	ΠΕΤΡ/ΚΑΣ	ΔΙΟΓΚ/ΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕ- -ΡΙΝΗ	ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕ- ΡΙΝΗ	ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΟ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΟ ΠΟΛΥΣΤΗ- ΡΕΝΙΟ
ΠΑΧΟΣ	ΑΦΡΩΔΕΣ ΥΛΙΚΟ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΣΠΡΕΨ/ΠΑ- ΝΕΛ, ΠΑΧΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	30-80mm	30-100mm (EPS100)	25-100mm	25-100mm
ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ	32-65 Kg/ m ³	40 Kg/ m ³		30 Kg/ m ³	5 Kg/ m ³
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ «λ» στους 10° C	0,022W/mK	0.40 W/mK	0,035 W/mK	0,029 W/mK	0,032 W/mK
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠ/ΤΑΣ “U”	0,282 W/m ² K	0,560W/m ² K	0,608 W/m ² K	0,551 W/m ² K	
ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΑΚΑΥΣΤΟΤΗΤΑΣ	B1, B2, B3 (DIN4102)	A1 (DIN4102)	E(DIN4102)	E(DIN4102)	B1 (DIN4102)
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΑΤΜΟΔΙΑΠΕΡ/ΤΑΣ	100μ	1	<=30μ	>=100μ	
ΥΔΑΤΟΑΠ/ΤΗΤΑ		ΥΔΡΟΑΠΩ- ΘΗΤΙΚΟ		0,3	2
ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	-50 °C έως +100° C	700°C max		-50°C έως +70 °C	

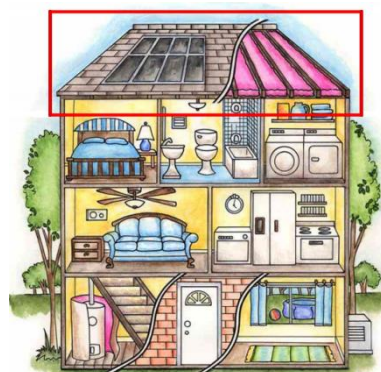
Πίνακας 3: Χαρακτηριστικά Θερμομονωτικών υλικών

Και σε αυτήν την περίπτωση, όπως και με τα συστήματα, δεν υπάρχει μία και μοναδική απάντηση για το καλύτερο θερμομονωτικό υλικό. Με βάση λοιπόν τις ανάγκες του κτιρίου και των περιορισμών που παρουσιάζονται, γίνεται επιλογή του υλικού εκείνου που ανταποκρίνεται περισσότερο και καλύπτει τις περισσότερες από τις απαιτήσεις που τίθενται.

B) Θερμομόνωση σε οροφές και στέγες

Οι απώλειες θερμότητας αλλά και η θερμοεισροή συμβαίνουν από τις επιφάνειες του κτιρίου που είναι εκτεθειμένες στο εξωτερικό περιβάλλον και τις διάφορες καιρικές συνθήκες (απομάκρυνση χιονιού και ομβρίων υδάτων, ηλιοπροστασία, ανεμοπροστασία, υγραμόνωση και θερμομόνωση). Τέτοια επιφάνεια αποτελεί και το ψηλότερο μέρος ενός κτιρίου, η οροφή-στέγαση. Αυτομάτως λοιπόν, απαιτείται η θερμομόνωση και αυτού του σημείου. Τα χαρακτηριστικά μιας στέγης εξαρτώνται από το κτίριο το οποίο στεγάζει, τα διαθέσιμα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν, την τοπική κατασκευαστική παράδοση και νομοθεσία καθώς και την ευρύτερη σχεδιαστική ιδέα.

Η στέγαση ενός κτιρίου μπορεί να γίνει είτε ως μέλος του φέροντος οργανισμού με πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος (οριζόντια ή κεκλιμένη), είτε με πρόσθετη, ανεξάρτητη από τον υπάρχοντα φέροντα



Εικόνα 74: Σχηματική απεικόνιση κατοικίας

οργανισμό, κατασκευή στέγης (ξύλινη, μεταλλική, γυάλινη κ.α., ομοίως οριζόντια ή κεκλιμένη) ή ακόμα και με μικτή κατασκευή, δηλαδή, πρόσθετη επιπλέον στέγη στην υπάρχουσα πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η κατασκευή στέγης πάνω από δώματα ή θόλους, αν και σπανιότερα, είναι δυνατόν να συμβεί για λόγους αρχιτεκτονικούς ή για πληρέστερη προστασία από τις ατμοσφαιρικές επιδράσεις.



Εικόνα 75: Καμαροσκέπαστη κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα



Εικόνα 76: Κεκλιμένη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα



Εικόνα 77: Ξύλινη στέγη



Εικόνα 78: Γυάλινη στέγη

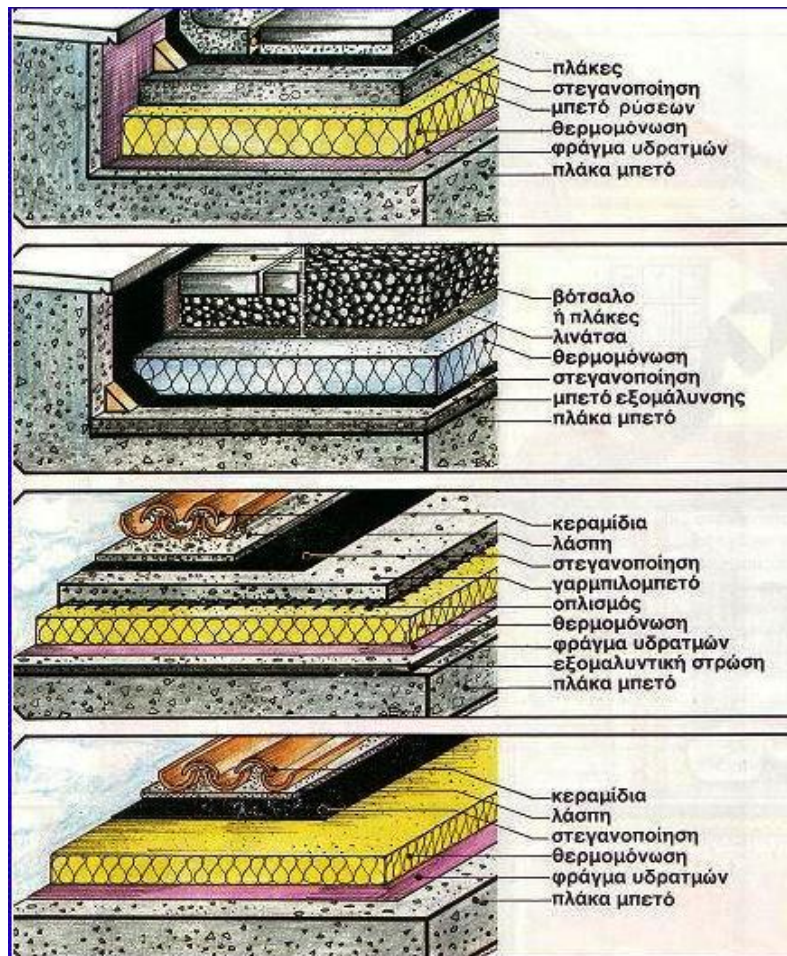
Όταν η στέγαση είναι οριζόντια ονομάζεται οροφή-δώμα (ταράτσα) και μπορεί να κατασκευαστεί από σκυρόδεμα, από μέταλλο ή και από ξύλο. Αυτό από σκυρόδεμα προσφέρει πολύ καλή υγραμόνωση, δυνατότητα εκμετάλλευσης της στέγης καθώς και τη δυνατότητα δημιουργίας φυτεμένου δώματος (το οποίο θα αναλυθεί παρακάτω). Από την άλλη, μια μεταλλική οροφή, αποτελεί ελαφριά κατασκευή που ελαχιστοποιεί το κόστος, έχει μεγάλη διάρκεια ζωής ενώ απαιτεί μικρό χρόνο κατασκευής και διαθέτει ευελιξία στην επιλογή της ως κατασκευαστική λύση.

Με κριτήριο το σημείο τοποθέτησης του θερμομονωτικού υλικού παρουσιάζονται δύο κατηγορίες δώματος:

Α) Το θερμό δώμα (warm roof), στο οποίο η θερμομόνωση είναι τοποθετημένη πάνω από τον φέροντα οργανισμό, χωρίς να απαιτείται αερισμός της κατασκευής. Σε αυτόν τον τύπο, η θερμοχωρητικότητα του δώματος προκύπτει από τη θερμοχωρητικότητα των φερόντων στοιχείων, και χρησιμοποιείται σε κτίρια στα οποία μας ενδιαφέρει η απόδοση των δομικών στοιχείων και μετά τη διακοπή του συστήματος κλιματισμού/θέρμανσης, ενώ παράλληλα προστατεύει από καταπονήσεις λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών. Το θερμομονωτικό υλικό, ανάλογα με τη συμπεριφορά του στην υγρασία μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από τη στεγάνωση (κλασική θερμομόνωση) ή πάνω από αυτή (ανεστραμμένη

θερμομόνωση). Έτσι, για την πρώτη περίπτωση, απαιτείται φράγμα υδρατμών³⁶ πάνω από την πλάκα, όποιο θερμομονωτικό υλικό και να χρησιμοποιηθεί.

Η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού πάνω από την πλάκα, βελτιώνει την κατασκευή σε διάφορους τομείς. Δεδομένης της εκμετάλλευσης της απόδοσης θερμότητας της πλάκας, μετά τη διακοπή του συστήματος θέρμανσης/κλιματισμού, εφόσον χρησιμοποιείται λιγότερο (χρονικά), επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης, η ίδια η πλάκα, προστατεύεται, στην εξωτερική της επιφάνεια, από συστολοδιαστολές λόγω θερμοκρασιακών μεταβολών. Σε περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου σε υπάρχουσα κατασκευή, αφ' ενός δεν επηρεάζει τη λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης και αφ' ετέρου δεν μειώνει το ωφέλιμο ύψος.

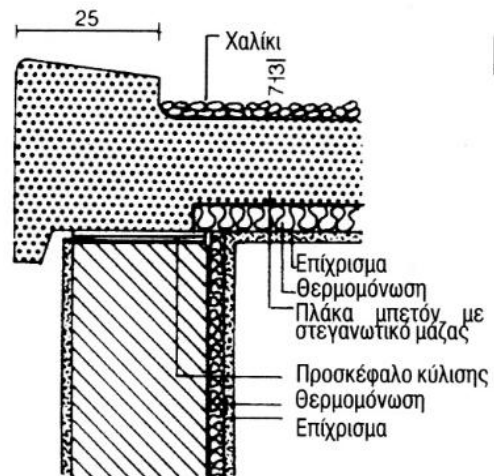


Εικόνα 79: Κατασκευαστικές λεπτομέρειες θερμομόνωσης θερμού δώματος

³⁶ Λεπτό στρώμα υλικού μεγάλης αντίστασης υδατοδιαφυγής (π.χ φύλλο αλουμινίου, PVC, πισσόχαρτου, γυαλιού, στρώμα πλαστικού χρώματος κ.α.) που τοποθετείται στη θερμότερη πλευρά των χώρων όπου υπάρχει αυξημένη υγρασία για να εμποδίσει τους υδρατμούς να εισχωρήσουν και να ψυχθούν-υγροποιηθούν στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου.

Π: «ΟΔΗΓΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ», 2^η έκδοση, ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού,
<http://www.scribd.com/doc/69706207/14/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CF%8E%CE%BD-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%84%CF%85%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD>

B) Το ψυχρό δώμα (cold roof), στο οποίο η θερμομόνωση είναι τοποθετημένη κάτω από τη φέρουσα πλάκα ή μεταξύ των φερόντων στοιχείων, με την απαίτηση κενού για αερισμό της κατασκευής ή χρήση διαπνέουσας μεμβράνης. Το θερμομονωτικό υλικό μπορεί να τοποθετηθεί είτε πριν είτε μετά τη σκυροδέτηση, ενώ καλύπτεται με συνδυασμό πλέγματος και επιχρίσματος ή με γυψοσανίδα ή με οποιοδήποτε τύπο ψευδοροφής, εφόσον το επιτρέπει το ύψος του χώρου. Επιπλέον, με αυτήν την κατασκευαστική επιλογή, τα θερμομονωτικά υλικά προστατεύονται από τις εξωτερικές επιδράσεις (άνεμοι, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία) και δεν απαιτείται πρόσθετη προστασία.



Εικόνα 80: Κατασκευαστική λεπτομέρεια θερμομόνωσης ψυχρού δώματος

Σε αυτόν τον τύπο, η θερμοχωρητικότητα του δώματος δεν περιλαμβάνει τη θερμοχωρητικότητα των φερόντων στοιχείων και για τον λόγο αυτό εφαρμόζεται σε περιπτώσεις κτιρίων στα οποία μας ενδιαφέρει η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης-κλιματισμού, όπως εξοχικές κατοικίες, γραφεία καταστήματα κλπ.). Εφόσον λοιπόν, δεν είναι εκμεταλλεύσιμη η θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών, μετά τη διακοπή της θέρμανσης, είναι φυσικό να επέρχεται γρήγορη ψύξη του χώρου. Τέλος, παρουσιάζεται η πιθανότητα δημιουργίας υγρασίας και μούχλας λόγω συμπύκνωσης των υδρατμών.

Όσον αφορά την πρόσθετη κατασκευή στέγης, η οποία θα είναι ανεξάρτητη από τον ήδη υπάρχοντα φέροντα οργανισμό, μπορεί να είναι από ξύλο, από μέταλλο, από γυαλί ή και από μικτές κατασκευές (συνδυασμό υλικών). Τα θερμομονωτικά υλικά που προορίζονται για τη χρήση σε στέγες, πρέπει να έχουν συγκεκριμένες ιδιότητες κατάλληλες για αυτόν τον σκοπό. Οι ιδιότητες αυτές συμπεριλαμβάνουν:

- Χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ για να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν μικρότερο πάχος.
- Αντίσταση στην υδατοδιαπερατότητα και την ατμοδιαπερατότητα για να αποφεύγονται συμπυκνώσεις αλλά και η διάβρωση αυτού καθ' αυτού του θερμομονωτικού υλικού.
- Ευκολία στο χειρισμό όσον αφορά το βάρος, τις διαστάσεις, τις μηχανικές αντοχές και τον τρόπο στερέωσης του υλικού.
- Ευκολία κοπής, διαμόρφωσης και εφαρμογής στα σχήματα των στοιχείων της στέγης.
- Δυνατότητα καλής συναρμογής των τεμαχίων του μονωτικού υλικού, για την αποφυγή θερμογεφυρών και γραμμών συμπύκνωσης υδρατμών στους αρμούς του.

Οι στέγες, μπορούν να συνδυάζουν οριζόντια με κεκλιμένη οροφή ή και όχι. Κατασκευαστικά οι στέγες μπορούν να διακριθούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τα κριτήρια που εξετάζονται. Έτσι, για παράδειγμα ανάλογα με τις κλίσεις που τους δίνονται υπάρχουν μονόριχτες, δύριχτες, τρίριχτες, τετράριχτες κλπ. στην προκειμένη περίπτωση, η διάκριση που απασχολεί το σημείο αυτό της μελέτης είναι η «επισκεψιμότητα» του χώρου της στέγης. Το αν δηλαδή μπορεί ο χώρος αυτός να χρησιμοποιηθεί από τους χρήστες (πχ. σοφίτες, αποθηκευτικοί χώροι κ.α.) ή όχι.

Με βάση αυτό το κριτήριο λοιπόν, οι στέγες μπορούν να διακριθούν σε δύο τύπους, τις **ψυχρές** και τις **θερμές**. Στην περίπτωση που ο χώρος μεταξύ οριζόντιας και κεκλιμένης οροφής έχει περιορισμένη επισκεψιμότητα, τότε η στέγη ονομάζεται ψυχρή, ενώ αντίθετα ονομάζεται θερμή.

Στην περίπτωση της ψυχρής στέγης, η θερμομόνωση τοποθετείται στην οριζόντια επιφάνεια και η κατασκευή της θερμομόνωσης εξαρτάται από μία ακόμα διάκριση, που αφορά μόνο τις ψυχρές στέγες. Ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε κτιρίου, οι ψυχρές στέγες διακρίνονται σε αεριζόμενες^{VII} και μη αεριζόμενες.

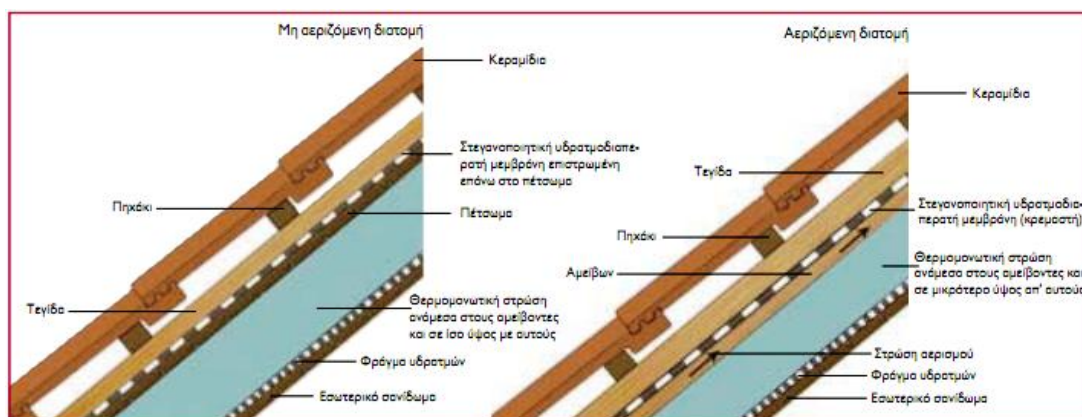
Οι **αεριζόμενες** ψυχρές στέγες είναι ο πιο συνηθισμένος τύπος κεραμοσκεπών. Εδώ, η μεμβράνη κεραμοσκεπής^{VI} τοποθετείται στην περιοχή των ψαλιδιών λίγο κάτω από τα κεραμίδια είτε με κρέμαση (10-20mm) είτε όχι. Αν τοποθετηθεί τεντωμένη, απαιτείται η χρήση επιτεγίδων (πηχάκια) οι οποίες θα εξασφαλίσουν την ομαλή απορροή τυχόν εισρέοντος νερού. Για την αεριζόμενη ψυχρή στέγη δεν ενδείκνυνται οι ημιδιαπνέουσες μεμβράνες που βασίζονται στην τεχνική της μικροδιάτρησης, γιατί με τοποθέτηση πάνω σε πέτσωμα παίρνουν νερό.



Εικόνα 81: Κατασκευή στέγης

Όσο για τις **μη αεριζόμενες** ψυχρές στέγες, σε αυτήν την περίπτωση δεν προβλέπεται αερισμός στο κάτω μέρος της μεμβράνης κεραμοσκεπών (στο πάνω μέρος της μεμβράνης ο αερισμός είναι πάντα υποχρεωτικός), ενώ υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος δημιουργίας συμπυκνωμάτων. Επειδή λοιπόν, η μόνη διέξοδος των υδρατμών είναι διαμέσου της μεμβράνης, τότε αυτή θα πρέπει να είναι ατμοδιαπερατή. Και σε αυτήν την λύση, οι μεμβράνες μπορούν να τοποθετηθούν με κρέμαση ή χωρίς, πάλι με τη χρήση επιτεγίδων. Επιπλέον, πέρα από τις μεμβράνες, σε αυτή τη λύση συνιστάται η χρήση μηχανικού εξαερισμού σε όλα τα υγρά δωμάτια (λουτρά κλπ.). Τέλος, αυτού του είδους η στέγη δεν συνιστάται για πετσωμένα υποστρώματα, δεδομένου του ότι το πέτσωμα χρειάζεται εξαερισμό τόσο στην πάνω όσο και στην κάτω επιφάνειά του.

Ως προς τη θερμή στέγη, η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται ανάμεσα ή πάνω από τους αμείβοντες. Αυτό σημαίνει ότι ο αμέσως υποκείμενος χώρος μπορεί να εκμεταλλευθεί ως χώρος διαβίωσης (σοφίτα) ή και αποθήκευσης. Σ' αυτήν την περίπτωση στέγης, η στεγανοποίηση πρέπει να γίνεται με αναπνέουσες μεμβράνες κεραμοσκεπών, οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν απ' ευθείας πάνω στη θερμομονωτική στρώση (εξαλείφουν την ανάγκη αερισμού στην κάτω πλευρά τους, κάτι που δεν μπορεί να συμβεί με ασφαλική μεμβράνη), με κρέμαση, χωρίς κρέμαση (απαιτούνται επιτεγίδες) ή και απ' ευθείας πάνω στο πέτσωμα, αρκεί να ξεπερνάει τα 150gr/m². Παράλληλα εκτονώνουν άνετα τους υδρατμούς που εγκλωβίζονται στη στέγη, αφού παρακάμψουν το φράγμα υδρατμών (σε θερινή κατοικία καλό είναι το φράγμα υδρατμών να παραλείπεται).

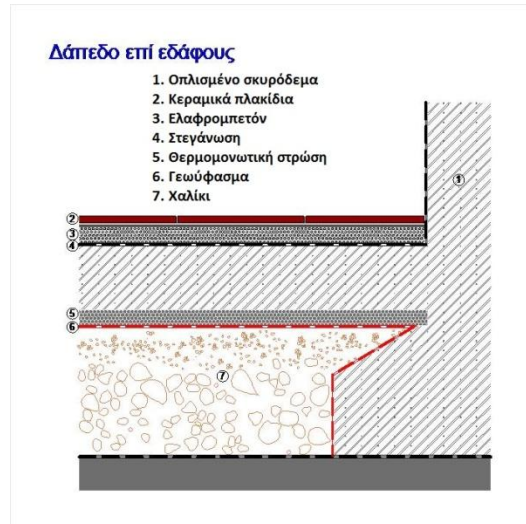


Εικόνα 82: Αεριζόμενη και μη αεριζόμενη στέγη

Γ) Δάπεδα εκτεθειμένα στο εξωτερικό περιβάλλον (πιλοτές, υπόγεια κλπ.)

Όλα τα «άκρα» ενός κτιρίου, που έρχονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, είναι μέρη τα οποία είναι απαραίτητο να θερμομονώνονται για τους λόγους που έχουν αναφερθεί και προηγουμένως. Και το κάτω άκρο των κτιρίων συνεπώς, αποτελεί ένα τέτοιο μέρος ακόμα κι αν δεν είναι εύκολα αντιληπτό και τόσο προφανές.

Δύο είναι οι περιπτώσεις τέτοιων δαπέδων, αφ' ενός εκείνα που βρίσκονται πάνω από πιλοτές ή στοές και από την άλλη και αφ' εταίρου, εκείνα που έρχονται σε επαφή με το έδαφος (πχ. υπόγεια) (Εικόνα 83). Στα μεν πρέπει να δίνεται βαρύτητα στην θερμομόνωση και στα δε στην απαραίτητη υγρασιμόνωση- στεγάνωση σε συνδυασμό με θερμομόνωση. Αυτό συμβαίνει γιατί ένα κτίριο που προστατεύεται από τη γη έχει μειωμένες απώλειες θερμότητας από διείσδυση, ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Αυτό οφείλεται στο ότι οι θερμοκρασίες του εδάφους μένουν σταθερές σε όλη τη διάρκεια του έτους και το χώμα δίνει μια πρόσθετη θερμική αντίσταση στο περίβλημα του

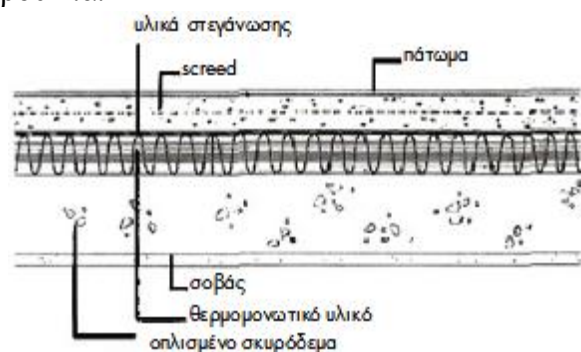


Εικόνα 83: Δάπεδο επί εδάφους

κτιρίου, ωστόσο η αχίλλειος πτέρνα τέτοιων δαπέδων είναι πάντα η ανερχόμενη υγρασία.

Κατασκευαστικά, σε αυτήν την περίπτωση, πάνω στο έδαφος διαστρώνεται αμμοχάλικο ή λιθορριπή^{xiv} πάχους περίπου 20cm, που διακόπτει τη συνέχεια των τριχοειδών αγγείων του χώματος. Στην περίπτωση διάστρωσης λιθορριπής, ένα φύλλο πολυαιθυλενίου, θα αποτρέψει τη διείσδυση του σκυροδέματος στα διάκενά της. Κατόπιν, διαστρώνεται πλάκα σκυροδέματος καθαριότητας. Πάνω στη στρώση αυτή, τοποθετείται υγρασιμόνωση αποτελούμενη από δύο ή περισσότερες στρώσεις ασφαλικών μεμβρανών. Μια στρώση γεωϋφάσματος προστατεύει τη στεγανοποιητική στρώση από τις υπερκειμένες της. Στη συνέχεια τοποθετείται η θερμομονωτική στρώση και πάνω της η φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Στη συνέχεια, πάνω στην πλάκα αυτή προστίθεται εξισωτική στρώση γεμίματος που επικαλύπτει δίκτυα ύδρευσης αποχέτευσης κλπ με ελαφροσκυρόδεμα παρασκευασμένο με ειδικούς κόκκους διογκωμένης πολυστερίνης και τέλος, εφαρμόζεται η τελική επικάλυψη όπως πλακίδια, πλάκες μαρμάρου κ.α.

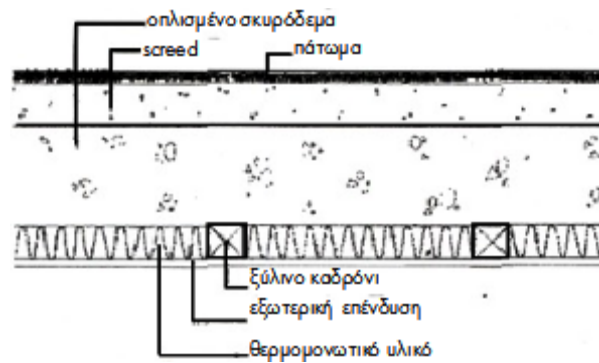
Για εκείνα που έρχονται σε επαφή με πιλοτές και στοές, η θερμομόνωση μπορεί να τοποθετηθεί είτε στην πάνω πλευρά της πλάκας, είτε στην κάτω, με προτιμότερη λύση την δεύτερη για να αξιοποιείται πλήρως η θερμοχωρητικότητα του σκυροδέματος. Η πρώτη λύση τοποθετείται σε κατασκευές που μας ενδιαφέρει περισσότερο η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού-θέρμανσης και η γρήγορη ανταπόκριση του χώρου σε αυτό, καθώς δεν μπορεί να αξιοποιηθεί η θερμοχωρητικότητα των υλικών. Τέτοιες εφαρμογές είναι οι εξοχικές κατοικίες, τα καταστήματα, τα γραφεία κλπ.) Η δεύτερη λύση εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία δεν μας απασχολεί η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού-θέρμανσης ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του (μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κλπ).



Εικόνα 84: Θερμομόνωση πιλοτής (β)

εφαρμογές είναι οι εξοχικές κατοικίες, τα καταστήματα, τα γραφεία κλπ.) Η δεύτερη λύση εφαρμόζεται σε κτίρια στα οποία δεν μας απασχολεί η άμεση απόδοση του συστήματος κλιματισμού-θέρμανσης ενώ μας ενδιαφέρει η απόδοση θερμότητας από τα δομικά στοιχεία και μετά τη διακοπή του (μόνιμες κατοικίες, νοσοκομεία κλπ).

Η θερμομόνωση της πιλοτής μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε νέα οικοδομή όσο και σε υφιστάμενο κτίριο. Στη νέα κατασκευή η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται εξ' αρχής στον ξυλότυπο και με την έγχυση και τη σκλήρυνση του σκυροδέματος γίνεται ένα σώμα με αυτό. Σε ήδη υπάρχουσα κατασκευή, η θερμομόνωση επικολλάται στην πλάκα με ειδικά συνθετικά κονιάματα και εκ των υστέρων εφαρμόζεται και μηχανική στήριξη με βύσματα. Τέλος, να σημειωθεί ότι η θερμομόνωση της πιλοτής είναι το ίδιο σημαντική με εκείνη της στέγης



Εικόνα 85: Θερμομόνωση πιλοτής (α)

ή του δώματος και τα πάχη που απαιτούνται από τον KENAK είναι τα ίδια, ενώ και σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται μόνωση και των δοκών και υποστυλωμάτων (περιμετρικά) του υπόστυλου χώρου, για την αποφυγή θερμογεφυρών. Επιπλέον, η ελλιπής θερμομόνωση οδηγεί σε χαμηλές θερμοκρασίες του δαπέδου κατά το χειμώνα και κατ' επέκταση, σε διαταραχή της θερμικής άνεσης (επειδή τα κάτω άκρα του σώματος έχουν χαμηλότερη θερμοκρασία από το υπόλοιπο σώμα), λόγω χαμηλών εξωτερικών θερμοκρασιών. Αυτό μπορεί να ρυθμιστεί με ενδοδαπέδια θέρμανση σε συνδυασμό με επαρκή θερμομόνωση.

Συνοψίζοντας, τα θερμομονωτικά υλικά που ενδείκνυνται να ενσωματώνονται, θα μπορούσε κανείς να πει, με τον κυρίως κορμό ενός κτιρίου είναι:

- Εξηλασμένη πολυστερίνη
- Διογκωμένη πολυστερίνη
- Υαλοβάμβακας
- Πολυουρεθάνη
- Αφρώδες γυαλί
- Περλιτοειδή
- Πετροβάμβακας
- Φελλός
- PVC
- Κυψελωτό σκυρόδεμα
- Θερμομονωτικά τούβλα
- Πλάκες περλιτοϋάλου

Ωστόσο, η σύγχρονη τεχνολογία και η πρόοδος που καθημερινά παρατηρείται στην δημιουργία τεχνητών δομικών και άλλων υλικών, το οποία παρουσιάζουν τις απαιτούμενες φυσικές αντοχές και που καλύπτουν ολοένα και περισσότερες ανάγκες, έχουν οδηγήσει σε καινοτόμες τεχνικές θερμομονώσεως. Εκτός, από τα υλικά που ενσωματώνονται στον κορμό της κατασκευής, ικανοποιητική θερμομόνωση μπορεί να επιτευχθεί με νέα υλικά όπως θερμοσοβάδες, θερμομονωτικά χρώματα, βερνίκια ή ακόμα και πρόσθετα που τοποθετούνται σε συμβατικά χρώματα και τα μετατρέπουν σε θερμομονωτικά. Παρ' όλα αυτά, είναι σαφές ότι η κατάλληλη θερμομόνωση είτε μιας νέας είτε μιας υφιστάμενης κατασκευής είναι αποτέλεσμα συνδυασμού των μεθόδων ύστερα από την απαραίτητη μελέτη και επιλογή εκείνων των λύσεων που καλύπτουν όσο το δυνατόν περισσότερες απαιτήσεις, ανάλογα φυσικά με την περίπτωση. Παράδειγμα της σύζευξης τεχνολογίας και δομικών υλικών αποτελεί ο θερμοσοβάς που παρουσιάζεται στο παρακάτω συνημμένο βίντεο:

<http://www.youtube.com/watch?v=s7sMva5hlQ0> (Βίντεο 3, CD)

Δ) Θερμομόνωση και κουφώματα

Εφόσον πρωταρχικός στόχος μιας κατασκευής είναι η ασφάλεια και η άνεση των χρηστών, τότε εκ των πραγμάτων, το κέλυφος παράλληλα με τα κουφώματα καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό την θερμομόνωσή της. Όπως έχει σημειωθεί και προηγουμένα, απώλειες θερμότητας αλλά και παράλληλη εισροή αέρα, μπορεί να συμβεί μέσω μικρορωγμών και αρμών που δημιουργούνται στις περιοχές συναρμογής διαφορετικών υλικών. Βασική προϋπόθεση επομένως, για την επίτευξη αξιόλογης θερμομόνωσης, αποτελεί η διασφάλιση επαρκούς αεροστεγανότητας.

Στην παραπάνω κατηγορία αρμών συγκαταλέγονται και εκείνοι μεταξύ της υάλωσης των κουφωμάτων και των δομικών στοιχείων της πρόσοψης και οι συνήθεις είναι 3:

- Ένας μεταξύ της υάλωσης και του κινητού πλαισίου του φύλλου
- Ένας μεταξύ του πλαισίου του φύλλου και του πλαισίου της κάσας
- Ένας μεταξύ του πλαισίου της κάσας και του δομικού στοιχείου (τοίχος, δοκός κ.λ.π).

Όσον αφορά την κατασκευή τους, οι δύο από αυτούς είναι σταθεροί, ενώ εκείνος μεταξύ του πλαισίου του φύλλου και του πλαισίου της κάσας είναι λειτουργικός. Αυτό σημαίνει ότι μέχρι κάποια συγκεκριμένη μέγιστη πίεση, θα πρέπει να είναι αεροστεγής. Όλοι οι αρμοί πρέπει να είναι απολύτως αεροστεγείς, ο δε λειτουργικός οφείλει να διαθέτει σφραγίσματα υψηλής ποιότητας (λάστιχα), συνήθως διπλά, με εξασφαλισμένη περιμετρική επαφή και μεγάλες αντοχές σε μακροχρόνια χρήση. Παράλληλα, ο αρμός εκείνος μεταξύ της κάσας και του τοίχου, επειδή κατασκευάζεται κατά τη διάρκεια του έργου, παρουσιάζει μεγαλύτερο κίνδυνο λανθασμένης εφαρμογής και συνεπώς ενεργειακών απωλειών. Τέλος, τα πλαίσια (του φύλλου και της κάσας) πρέπει να είναι άκαμπτα, ώστε να γίνεται δυνατό το περιμετρικό σφράγισμα με πίεση (με τα κατάλληλα εξαρτήματα) αλλά χωρίς παραμόρφωση, η οποία θα οδηγούσε σε άρση της στεγανότητας και μείωση της θερμομόνωσης.

Στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα υλικά κατασκευής κουφωμάτων τα οποία παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Από αυτά, τα συνηθέστερα σε χρήση είναι τα ξύλινα και τα κουφώματα αλουμινίου. Αν και το πλαίσιο αποτελεί το 25-30% της επιφάνειας του κουφώματος, παρ' όλα αυτά, οι ιδιότητες του υλικού επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητά του. Ειδικά τα πλαίσια αλουμινίου πρέπει να διαθέτουν θερμοδιακοπή που διασφαλίζει τον πλήρη διαχωρισμό της ψυχρής από τη θερμή πλευρά και να έχουν σχεδιαστεί για βέλτιστη απόδοση με πολλαπλούς θαλάμους. Όσο για τη θερμική αγωγιμότητα των κουφωμάτων, η συνήθης κατηγοριοποίησή τους με βάση το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του πλαισίου είναι <2, 2-2.8, 2.8-3.5 και 3.5-4.5 . Εκείνα με συντελεστή >3.5 θεωρούνται κοινά , αυτά με συντελεστή μεταξύ 2 και 3.5 θεωρούνται θερμομονωτικά, ενώ όταν παρουσιάζουν συντελεστή κάτω από 2 θεωρούνται θερμομονωτικά υψηλών επιδόσεων.

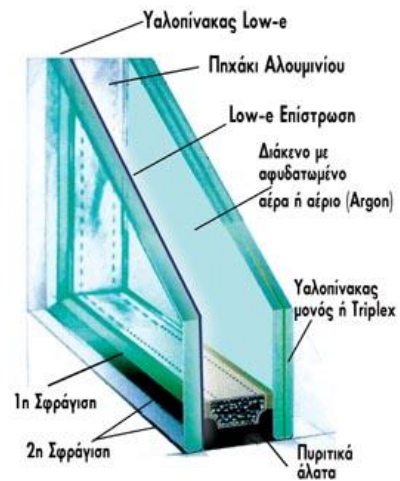
i. Θερμομόνωση και υάλωση

Το μεγαλύτερο τμήμα της επιφάνειας των κουφωμάτων ,πιο συγκεκριμένα των παραθύρων, αποτελεί η υάλωση (τζάμια-υαλοπίνακες) η οποία είναι και το πιο ευαίσθητο στοιχείο του παραθύρου. Το γυαλί όμως είναι δομικό υλικό με ελάχιστες θερμομονωτικές ιδιότητες (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=5.8$) για το λόγο αυτό, ενώ οι παλαιότερες κατασκευές είχαν κουφώματα με ένα τζάμι, με τη σύγχρονη τεχνολογία οι υαλοπίνακες εξελίσσονται καθημερινά.

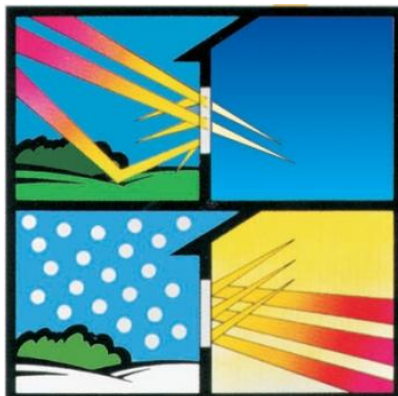
Η ανάγκη λοιπόν, για υλικά υψηλής θερμομόνωσης ώθησε στην ανάπτυξη των πολυκελύφων υαλοπινάκων. Έτσι, υαλώσεις με διπλούς ή πολλαπλούς υαλοπίνακες σε συνδυασμό με το κατάλληλο διάκενο μεταξύ τους, οδηγούν σε πολύ πιο ικανοποιητικές θερμομονωτικές επιδόσεις. Εφόσον, το τζάμι δεν διαθέτει ικανοποιητικές θερμομονωτικές

ιδιότητες, το διάκενο είναι αυτό που τις βελτιώνει, γι' αυτό η θερμομόνωση των πολυκέλυφων υαλώσεων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την απόσταση μεταξύ των υαλοπινάκων. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι διάκενο 8-16mm έχουν συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας $\lambda=3-3.5$, ενώ πολυκέλυφες υαλώσεις με διπλό διάκενο έχουν $\lambda=2-2.5$.

Αργότερα, η εξέλιξη της υάλωσης προχώρησε, με την πλήρωση του διακένου με ευγενή αέρια (argon, krypton) τα οποία έχουν μικρότερη θερμοαγωγιμότητα από τον ξηρό αέρα, φτάνοντας τον συντελεστή λ σε τιμές μικρότερες του 2. Όμως καθοριστικό βήμα στην εξέλιξη των υαλοπινάκων ως προς τη θερμομόνωση αποτέλεσε η ανάπτυξη νέων τεχνικών επίστρωσης, εφαρμόζοντας μια μεταλλική επικάλυψη στην επιφάνεια των υαλοπινάκων, μετατρέποντάς τους σε υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (Low-E).



Εικόνα 86: Τομή υαλοπίνακα με επίστρωση Low-e



Εικόνα 87: Σχηματική απεικόνιση εισχώρησης της ηλιακής ακτινοβολίας σε υαλοπίνακες με επίστρωση Low-e

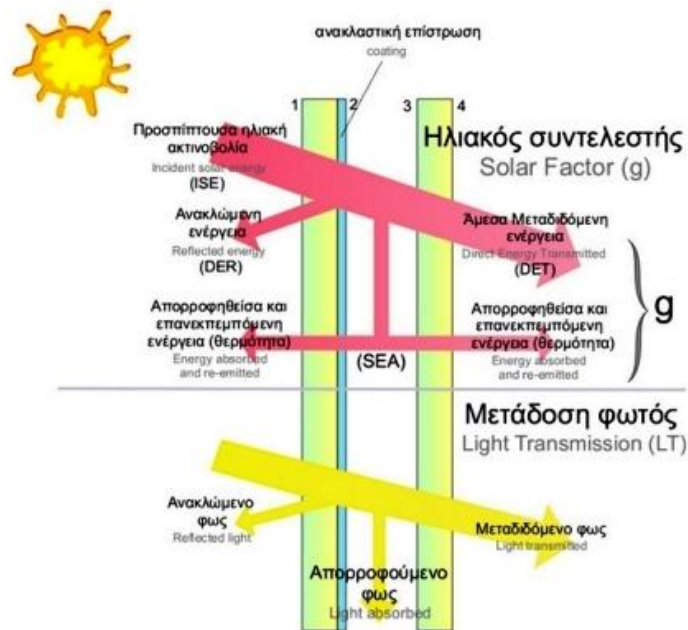
Η επίστρωση Low-E επιτρέπει στο περισσότερο φυσικό φως να εισέλθει στο χώρο ελεύθερα, αλλά παράλληλα αντανακλά ένα σημαντικό μέρος της ενέργειας του υψηλού φάσματος (θερμαντικά σώματα, αντικείμενα κλπ), ενώ φιλτράρει την ενέργεια του χαμηλού. Έτσι, το καλοκαίρι, η ενέργεια υψηλού φάσματος, προερχόμενη από τα αντικείμενα εκτός του χώρου μας (όχι η άμεση ηλιακή ενέργεια), αντανακλάται προς τα έξω, μειώνοντας το κόστος ψύξης του χώρου. Ενώ το χειμώνα, η ενέργεια υψηλού φάσματος στο εσωτερικό (από τα θερμαντικά σώματα και τα αντικείμενα στο χώρο) αντανακλάται πίσω προς το εσωτερικό, μειώνοντας σημαντικά το κόστος θέρμανσης.

Ο συντελεστής, που ορίζει την ενεργειακή απόδοση και μετρά τις θερμικές απώλειες του γυαλιού, είναι το U-Value ο οποίος εκφράζει το ρυθμό απώλειας θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο υαλοπίνακα, με σταθερές συνθήκες, για θερμοκρασία 1 βαθμού Κέλβιν ή Κελσίου μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής επιφάνειας του. Επομένως, μικρότερη τιμή U-Value ($W/m^2 \cdot K$) σημαίνει και μείωση των απωλειών θερμότητας. Στον πίνακα 4 δίνονται οι συντελεστές αυτοί για διάφορα υλικά κατασκευής κουφωμάτων και για διάφορες υαλώσεις.

Ο συντελεστής, που ορίζει την ενεργειακή απόδοση και μετρά τις θερμικές απώλειες του γυαλιού, είναι το U-Value ο οποίος εκφράζει το ρυθμό απώλειας θερμότητας ανά τετραγωνικό μέτρο υαλοπίνακα, με σταθερές συνθήκες, για θερμοκρασία 1 βαθμού Κέλβιν ή Κελσίου μεταξύ της εσωτερικής και της εξωτερικής επιφάνειας του. Επομένως, μικρότερη τιμή U-Value ($W/m^2 \cdot K$) σημαίνει και μείωση των απωλειών θερμότητας. Στον πίνακα 4 δίνονται οι συντελεστές αυτοί για διάφορα υλικά κατασκευής κουφωμάτων και για διάφορες υαλώσεις.

		ΞΥΛΟ	ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ (pvc)	ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ
		1,80	2,80	3,50
Μονό τζάμι 5mm	5,8	4,65	4,95	5,25
Διπλό λευκό τζάμι	2,9	2,70	3,00	3,20
Διπλό ενεργειακό τζάμι (απλό)	1,8	2,00	2,30	2,45
Διπλό ενεργειακό με αέριο	1,1	1,50	1,80	1,90
Τριπλό ενεργειακό με αέριο	0,6	1,10	1,40	1,55

Πίνακας 4: Συντελεστής U-Value ($W/m^2 \cdot K$) για διάφορα υλικά



Εικόνα 88: Ηλιακή ενέργεια και υάλωση

ii. Θερμομόνωση και εξαρτήματα κουφωμάτων

Το κάθε κούφωμα αποτελεί από μόνο του μια κατασκευή. Αυτό σημαίνει ότι δεν αποτελεί μια συμπαγή μονάδα, αλλά αποτελείται από τη συναρμολόγηση διαφόρων εξαρτημάτων, διαφορετικών διαστάσεων και υλικών (γυαλί, αλουμίνιο, ξύλο, συνθετικά, σιλικόνες, κολλητικά υλικά κλπ.) τα οποία οφείλουν να συνυπάρχουν με στόχο τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα του κουφώματος. Ως προς τη θερμομόνωση, καθένα από αυτά τα υλικά πρέπει να έχει τις ανάλογες θερμομονωτικές ιδιότητες. Επιπλέον, εφόσον παρουσιάζονται συναρμογές υλικών, όπως ήδη προαναφέρθηκε, κρίνεται απαραίτητο το αεροστεγές σφράγισμα των διαφόρων μελών ενός κουφώματος. Με το αεροστεγές σφράγισμα όμως, το ζήτημα της ανανέωσης του αέρα στο χώρο, γίνεται επιτακτικό. Το ζήτημα αυτό λύνεται με τις θυρίδες αερισμού, οι οποίες επιτρέπουν τον συνεχή αερισμό του χώρου χωρίς να απαιτείται το άνοιγμα του παραθύρου, με εναλλάκτη θερμότητας ώστε να περιορίζονται οι απώλειες ενέργειας.

Στις περιπτώσεις που τα κουφώματα διαθέτουν ρολά ασφαλείας (Εικόνα 89) και αυτό θα πρέπει να έχει ανάλογες θερμομονωτικές ιδιότητες. Έτσι, θα πρέπει να είναι κατασκευασμένο από κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό και όλη η κατασκευή να διαθέτει επαρκή αεροστεγανότητα τέτοια ώστε να μην παρουσιάζονται απώλειες. Και ενώ μέχρι σήμερα τα ρολά αυτά κατασκευάζονταν από αλουμίνιο, και εδώ, η τεχνολογία και τα νέα υλικά συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας της θερμομόνωσης. Διατίθενται στην αγορά κουτιά τα οποία είναι κατασκευασμένα από θερμομονωτικά υλικά και επιτρέπουν την τοποθέτηση στο εσωτερικό του όλα τα ρολά του εμπορίου. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγονται κατά το μέγιστο οι θερμογέφυρες που οφείλονταν στα κουτιά των ρολών.



Εικόνα 89: Ρολά ασφαλείας

Είναι αυτονόητο λοιπόν ότι τα δύο αυτά στοιχεία (πολλά ασφαλείας, θυρίδες αερισμού) μειώνουν τη θερμομονωτική ικανότητα του παραθύρου όταν δεν είναι κατάλληλα διαμορφωμένα. Για το λόγο αυτό, μαζί με το πιστοποιητικό ελέγχου του παραθύρου θα πρέπει να συνοποβάλλονται και πιστοποιητικά ελέγχου των εξαρτημάτων τους, εκτός από την περίπτωση βέβαια που το κούφωμα έχει δοκιμαστεί ως συνολική κατασκευή.

3.2.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΑΖΑ- ΘΕΡΜΟΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ

Παραπάνω, αναφέρθηκε αρκετές φορές ο όρος «απόδοση θερμότητας των δομικών υλικών». Για να ενταχθεί ένα κτίριο στη φιλοσοφία του βιοκλιματικού σχεδιασμού και με σκοπό την αποτελεσματική βιοκλιματική λειτουργία του, δεν αρκεί το κτίριο να είναι ικανοποιητικός συλλέκτης ηλιακής ενέργειας. Η θερμότητα που συλλέγεται από τον ήλιο πρέπει να μπορεί να αποθηκευθεί. Η καλύτερη «αποθήκη» ηλιακής ενέργειας λοιπόν, είναι η ίδια η μάζα του κτιρίου, δηλαδή τα δάπεδα, οι τοιχοποιίες, οι οροφές κλπ. αυτό συμβαίνει γιατί τα βαριά υλικά της κατασκευής, σκυρόδεμα, πέτρα, τούβλα, κεραμικές πλάκες, άργιλος κ.α. έχουν μεγάλη πυκνότητα και ειδική θερμοχωρητικότητα. Αυτό έχει ως συνέπεια την ικανότητα αποθήκευσης της συλλεχθείσας θερμότητας. Τα υλικά αυτά έχουν τη δυνατότητα να απορροφούν θερμότητα χωρίς αυτά να θερμαίνονται πολύ και στη συνέχεια να την εκπέμπουν στο περιβάλλον όταν ο χώρος γίνει ψυχρότερος. Το σύνολο λοιπόν των δομικών αυτών στοιχείων ενός κτιρίου αποτελεί τη **θερμική μάζα** του.

Η σωστή χρήση της μάζας του κτιρίου εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες και τις αντίστοιχες ανάγκες σε θέρμανση και κλιματισμό. Η ηλιακή ενέργεια αφού εισέλθει στο κτίριο, παγιδεύεται και μεταφέρεται στα δομικά υλικά. Η απορρόφηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας μπορεί να συμβεί με 2 τρόπους. Είτε άμεσα, από το δάπεδο και τους παρακείμενους τοίχους, είτε έμμεσα από την οροφή, με την ανοδική κίνηση του θερμού αέρα. Λόγω των παραπάνω, προκύπτει ότι όσο μεγαλύτερη θερμική μάζα διαθέτει το κτίριο στο εσωτερικό του, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας μπορεί να αποθηκεύσει, με αποτέλεσμα να διατηρείται η θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων σταθερή, στα επίπεδα θερμικής άνεσης για αρκετές ώρες, ενώ παράλληλα περιορίζεται η λειτουργία της βοηθητικής θέρμανσης το χειμώνα και της ψύξης το καλοκαίρι.

Πιο συγκεκριμένα, κατά το χειμώνα, η περίσσεια ηλιακή ενέργεια αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία του κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας. Τη νύχτα που η θερμοκρασία μειώνεται, η θερμότητα που ήδη έχει αποθηκευθεί απελευθερώνεται σταδιακά προς τον εσωτερικό χώρο. Έχει αποδειχθεί ότι υλικά και έπιπλα ελαφριάς κατασκευής, όπως χαλιά και άλλες επικαλύψεις του δαπέδου, εξουδετερώνουν τη θερμική μάζα γι' αυτό και συνιστάται η αποφυγή της κάλυψης των σημείων άμεσης πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα.

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, από την άλλη, ο ρόλος της θερμικής μάζας είναι να καθυστερεί τη ροή θερμότητας από το εξωτερικό στο εσωτερικό του κτιρίου κατά τη διάρκεια της ημέρας, που υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης, λόγω υψηλών θερμοκρασιών. Η θερμότητα και σε αυτήν την περίπτωση αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία, με τον ηλιασμό και τη νύχτα με τον κατάλληλο εξαερισμό ή και τον αερισμό του χώρου (άνοιγμα παραθύρων κλπ.) αποβάλλεται προς τον εξωτερικό χώρο. Με αυτή τη διαδικασία, το επόμενο πρωινό, έχει εξασφαλιστεί χαμηλή θερμοκρασία για το χώρο ο οποίος πρόκειται να συσσωρεύσει θερμότητα εκ νέου. Το καλοκαίρι λοιπόν, η διαδικασία αυτή παρέχει μια εξασθένηση των μέγιστων εσωτερικών θερμοκρασιών, με το να μεταθέτει την αποφόρτιση της θερμότητας αργότερα, όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι χαμηλότερη. Βεβαίως, για καλύτερη απόδοση και αποφυγή της υπερθέρμανσης, είναι απαραίτητος ο κατάλληλος σκιασμός (ηλιοπροστασία, που θα εξεταστεί παρακάτω), των ανοιγμάτων, ώστε να μειώνεται όσο το δυνατόν η ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται στο κτίριο.

Σε κάθε περίπτωση, η αξιοποίηση της θερμικής μάζας πρέπει να συνδυάζεται με επαρκή μόνωση του κελύφους³⁷, αντίθετα, μειώνονται κατά πολύ τα θερμικά κέρδη το χειμώνα. Εδώ

³⁷ «Για την εύκρατη ζώνη, από 35°-45° Β.Γ.Π (Ελλαδικός χώρος), η θερμομόνωση και η θερμική μάζα αποτελούν περίπου ισοδύναμους παράγοντες της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Τονίζεται, ειδικότερα, ότι η θερμική προστασία είναι απολύτως αναγκαία για τη βορεινή πλευρά, ενώ η απαίτηση για μεγάλη θερμική

θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συνήθεις κατασκευές με σκελετό από οπλισμένο σκυρόδεμα και τοιχοποιίες από τούβλα παρέχουν την απαραίτητη θερμική μάζα και την αντίστοιχη θερμοχωρητικότητα για την αποθήκευση ηλιακής ενέργειας μόνο υπό την προϋπόθεση η θερμομονωτική στρώση να βρίσκεται στην εξωτερική παρειά των φερόντων στοιχείων. Επιπλέον, οι τοίχοι πλήρωσης από διπλή οπτοπλινθοδομή με θερμομόνωση στον πυρήνα εξασφαλίζουν επίσης επαρκή θερμική μάζα, μόνο υπό την προϋπόθεση η εσωτερική παρειά της οπτοπλινθοδομής να έχει πάχος 9cm.

Η χρήση της θερμικής μάζας σε μεγάλης κλίμακας εφαρμογές (π.χ. παχύ στρώμα τοιχοποιίας από βαριά υλικά) είναι κατάλληλη σε ιδιαίτερα ζεστά κλίματα, όπως οι τροπικές ζώνες και οι έρημοι. Σε εύκρατα κλίματα όμως, μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες στην ψύξη και τη θέρμανση ενός χώρου. Τέλος, υπάρχουν τεχνικές σύμφωνα με το βιοκλιματικό σχεδιασμό, οι οποίες συμβάλουν στην αύξηση της θερμικής μάζας και θα αναλυθούν παρακάτω. Τέτοιες τεχνικές αποτελούν οι ηλιακοί τοίχοι, οι ηλιακές λίμνες ή δεξαμενές και διάφορα υλικά αλλαγής φάσης.

Καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, σε διαφορετική βέβαια ένταση, χάρη στη θερμική μάζα, συσσωρεύεται στο κτίριο, αποθηκεύεται και αποβάλλεται θερμότητα από και προς το εξωτερικό περιβάλλον, ακολουθώντας τα θερμοδυναμικά φαινόμενα που ορίζουν την κίνηση των αέριων μαζών από τα θερμότερα στα ψυχρότερα. Ο επαναλαμβανόμενος αυτός κύκλος χαρακτηρίζεται ως **περιοδική ροή θερμότητας**.

Χαρακτηριστικοί παράμετροι της περιοδικής ροής θερμότητας στην κατασκευή είναι:

- Η χρονική υστέρηση (time lag) και
- Η θερμική αντίσταση (R-Value)

Η **χρονική υστέρηση** προσδιορίζει τη χρονική διάρκεια που μεσολαβεί από τη στιγμή που εμφανίζεται η μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία, μέχρι τη στιγμή που εμφανίζεται η μέγιστη τιμή της εσωτερικής επιφανειακής θερμοκρασίας και υπολογίζεται σε ώρες. Εξαρτάται από τη θερμοχωρητική ικανότητα των υλικών κατασκευής και τη θερμική αδράνεια του κτιρίου, γιατί όσο μεγαλύτερος είναι ο συντελεστής θερμοχωρητικότητας των υλικών, τόσο αργότερα προχωρά το εξωτερικό θερμικό φορτίο προς τις εσωτερικές επιφάνειες της τοιχοποιίας και κατ' επέκταση στο χώρο. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μια χρονική υστέρηση 9-13 ώρες είναι ιδιαίτερα ευνοϊκή για δυτικές και νοτιοδυτικές προσόψεις καθώς και για δώματα. Για νότιες και νοτιοανατολικές, οι τιμές αυτές είναι ελάχιστα μικρότερες. Για ανατολικές, βορειοανατολικές και βορειοδυτικές προσόψεις αρκεί μια χρονική υστέρηση 7 ωρών.

Η ροή θερμότητας δια μέσου του κελύφους ενός κτιρίου εξαρτάται από τη διαφορά θερμοκρασίας, η οποία πρόκειται για εξωτερικό παράγοντα, καθώς και την αγωγιμότητα και το πάχος των υλικών, που πρόκειται για ιδιότητες αυτών. Οι δύο αυτές παράμετροι συνιστούν τη **θερμική αντίσταση** του κελύφους όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως. Προκύπτει λοιπόν, ότι όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή της θερμικής αντίστασης, τόσο λιγότερες είναι οι θερμικές απώλειες. Οι δυο αυτοί παράγοντες, είναι βασικοί για τον προσδιορισμό της μάζας των υλικών και τον συνδυασμό τους σε δομικά στοιχεία της κατασκευής, γιατί ρυθμίζουν την ποσότητα θερμότητας που αποθηκεύεται και κατά συνέπεια το θερμικό κέρδος λόγω συμπαγών στοιχείων καθώς και το επίπεδο θερμικής άνεσης στο χώρο.

Μελέτες και έρευνες έχουν δείξει ότι οι βαριές κατασκευές επηρεάζονται λιγότερο από την διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας, λόγω της μεγάλης θερμικής τους μάζας και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μικρές αυξομειώσεις στην εσωτερική θερμοκρασία που παρουσιάζει χρονική υστέρηση ως προς την εξωτερική, παρουσιάζουν δηλαδή μεγάλη θερμική αδράνεια.

μάζα εντοπίζεται στη δυτική πλευρά και τα δώματα, γιατί επιβαρύνονται με μεγάλη ποσότητα θερμότητας και μεγάλη ποσότητα προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι.» ,
Π: ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20702-5/2010, Α' Έκδοση, ΑΘΗΝΑ 2011,
<http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>

Αντίθετα, οι ελαφριές κατασκευές, παρουσιάζουν μεγάλες αυξομειώσεις στην εσωτερική τους θερμοκρασία καθώς η χρονική υστέρηση είναι μικρή. Χαρακτηριστικό τους λοιπόν είναι η μικρή θερμική αδράνεια.

Συνοψίζοντας, είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς ότι η ανάγκη για μεγάλες θερμικές μάζες οδηγεί σε μια «βαριά αρχιτεκτονική» με βαριά εξωτερική τοιχοποιία. Ωστόσο, παρά το ότι εκ πρώτης όψεως αντιλαμβάνεται κανείς μια οικονομικά επιβαρυνόμενη –αρχικά– επένδυση, η θερμική αδράνεια μιας τέτοιας κατασκευής εντούτοις είναι πολύ αποδοτική, καθώς μειώνονται αρκετά οι ανάγκες κατανάλωσης ενέργειας για την επίτευξη θερμικής άνεσης. Ο καλύτερος δυνατός συνδυασμός θερμικής μάζας και προσανατολισμού του κτιρίου (μέγιστη δηλαδή αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας) συνεπώς, έχει ιδιαίτερη σημασία στον βιοκλιματικό σχεδιασμό και εξ' αρχής αποτελεί ορισμό του.

3.3 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΩΣ ΔΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΨΥΞΗΣ

Εφόσον μια κατασκευή εκτίθεται στο φυσικό περιβάλλον και τα διάφορα φυσικά φαινόμενα, όσο είναι δέκτης της ηλιακής ενέργειας, άλλο τόσο, με διάφορους τρόπους, δέχεται φυσική ψύξη και δροσισμό. Ιδιαίτερα κατά το θέρος, η ανάγκη για μείωση των θερμικών φορτίων, από τα οποία βάλλεται μια κατασκευή και ταυτόχρονα η ανάγκη για όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση συμβατικής ενέργειας για δροσισμό, είναι μεγάλη. Τη λύση σε αυτό μπορεί να τη δώσει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός. Και σε αυτήν την περίπτωση ένα βιοκλιματικό κτίριο, δεν αρκεί να είναι απλός αποδέκτης φυσικού δροσισμού. Πρέπει να μπορεί να αποθηκεύσει ενέργεια που να του εξασφαλίζει συνθήκες άνεσης.

Για τη διατήρηση της εσωτερικής θερμοκρασίας στα επίπεδα άνεσης, πρέπει να ληφθούν μια σειρά μέτρων που αφορούν:

- Την ηλιοπροστασία, όπου με τον κατάλληλο σκιασμό προλαμβάνεται η είσοδος των ηλιακών ακτίνων.
- Τη φύτευση, η οποία παρέχει είτε ηλιοπροστασία είτε δροσισμό (με τη διαπνοή).
- Τον φυσικό αερισμό, προκειμένου να αποβάλλεται ο ανεπιθύμητος θερμός αέρας και να αντικαθίσταται από καθαρό εξωτερικό.
- Τη φυσική ψύξη και δροσισμό, για να μεταφέρεται η περίσσεια θερμότητα από το κτίριο στο περιβάλλον.

3.3.1 Ηλιοπροστασία κτιρίου και ανοιγμάτων

Η ηλιοπροστασία αφορά το κομμάτι εκείνο της μελέτης ενός κτιρίου, σύμφωνα με το οποίο ελέγχεται η είσοδος ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του. Αποτελεί πολύ σημαντικό στοιχείο του κτιριακού κελύφους, γιατί εκτός από τη συνεισφορά στη ρύθμιση του θερμικού φορτίου και κατ' επέκταση στην εξοικονόμηση ενέργειας, ρυθμίζει την ποσότητα αλλά και την ποιότητα του φυσικού φωτισμού, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο της θάμβωσης.

Ο ρόλος της είναι να ανακόπτει τόσο την άμεση όσο και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία, κατά το καλοκαίρι, με στόχο τη μείωση της απαίτησης για δροσισμό του χώρου, αφού είναι αυτή που σε μεγάλο βαθμό διαμορφώνει το ψυκτικό φορτίο, αλλά να μην περιορίζει τα ηλιακά θερμικά κέρδη κατά το χειμώνα, ενώ ταυτόχρονα θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι ανάγκες σε φυσικό φωτισμό. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι βάσει μελέτης εφαρμογής του βιοκλιματικού διαγράμματος για τις τρεις κλιματικές ζώνες της Ελλάδας, προκύπτει ότι για τη Θεσσαλονίκη (κλιματική ζώνη Γ) απαιτείται σκιασμός για 858 ώρες το χρόνο (σε σύνολο 3.772 ωρών ηλιασμού) που αντιπροσωπεύει το 22.7% των ωρών ηλιασμού, για την Αθήνα (κλιματική ζώνη Β) είναι 1132 ώρες σκιασμού το χρόνο, ποσοστό 30% και για τα Χανιά (κλιματική ζώνη Α) 1255 ώρες, ποσοστό 32.2% (σε σύνολο 3.894 ωρών ηλιασμού). Επίσης,

σύμφωνα με μία γενική πρόταση του Viktor Olgyay³⁸, για περιοχές με γεωγραφικό πλάτος 40° (αντιστοιχεί στη Θεσσαλονίκη), απαιτείται ηλιοπροστασία, όταν η εξωτερική θερμοκρασία του αέρα υπερβαίνει τους 21°C.

Ο υπολογισμός του σκιασμού και ηλιασμού των όψεων και των ανοιγμάτων μπορεί να επιτευχθεί με διάφορους τρόπους. Υπάρχουν γραφικές μέθοδοι, υπολογιστικές (με το χέρι ή τον υπολογιστή), αλλά μπορεί να γίνει και με τη χρήση μοντέλων. Η ανάλυση αυτή είναι απαραίτητο βήμα, γιατί κάνει γνωστό το σκιασμό που προκαλείται από αντικείμενα στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου από τη μία, κι από την άλλη την σκίαση που μπορούν να προκαλέσουν τα ίδια τα αρχιτεκτονικά στοιχεία της κατασκευής, πριν ακόμα οριστικοποιηθούν οι θέσεις και τα μεγέθη των ανοιγμάτων και πριν την τελική διαμόρφωση των όψεων. Ωστόσο, εξίσου σημαντική είναι και η ανάλυση των εφαρμοζόμενων ηλιοπροστατευτικών λύσεων για τον σκιασμό των ανοιγμάτων, προκειμένου να προσδιοριστούν το θερμικό και ψυκτικό φορτίο του κτιρίου.

Ο τύπος (εξωτερική ή εσωτερική, σταθερή ή κινητή, ειδικοί τύποι υαλοπινάκων, υαλοστάσιο συνδυασμένο με πετάσματα κλπ) του ηλιοπροστατευτικού συστήματος των ανοιγμάτων (ο οποίος αναλύεται στο κεφάλαιο 4.1.1) και οι διαστάσεις του καθορίζονται από το σχήμα, τον προσανατολισμό, τη θέση και το μέγεθός τους, καθώς και από κριτήρια σχετικά με τη λειτουργία τόσο του ανοίγματος όσο και του συστήματος, με στόχο βέβαια τη βέλτιστη αποτελεσματικότητά τους. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας των συστημάτων αυτών εξαρτάται από το ποσοστό διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από το άνοιγμα και εκφράζεται με το **συντελεστή σκιασμού** ή το **συντελεστή ηλιακού κέρδους**.

Ανάμεσα σε διάφορους τύπους συστημάτων, για την τελική επιλογή, εκτός από το βαθμό αποτελεσματικότητας, λαμβάνονται υπόψη:

- Η εξασφάλιση σωστής λειτουργίας των ανοιγμάτων (οπτική επικοινωνία, φυσικός αερισμός, φυσικός φωτισμός)
- Οι δυσμενείς επιδράσεις του συστήματος στο άνοιγμα και στον χώρο που πρέπει να προστατευθεί (π.χ. εγκλωβισμός θερμού αέρα, πρόκληση ισχυρών αντιθέσεων φωτισμού, δημιουργία θορύβου κλπ.)
- Η σταθερότητα, η διάρκεια ζωής και στην περίπτωση κινητής ηλιοπροστασίας, η δυνατότητα χειρισμού
- Το αρχικό κόστος κατασκευής και τα έξοδα συντήρησης.

Στην περίπτωση ενός σχολικού κτιρίου, για παράδειγμα, όλοι οι παραπάνω παράγοντες πρέπει να συνεκτιμώνται χωρίς να δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα σε κάποιον από αυτούς.

3.3.2. Φύτευση

Ένα αρκετά σημαντικό κεφάλαιο στη φιλοσοφία του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, στα πλαίσια της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης «εκμετάλλευσης» των φυσικών πηγών έναντι των συμβατικών, είναι η ενσωμάτωση της βλάστησης στη λειτουργία του κτιρίου. Η συμβολή του πρασίνου στην εργονομία της κατασκευής, αλλά ταυτόχρονα και στην εξυγίανση του περιβάλλοντος, είναι αρκετά μεγάλη, αν αναλογιστεί κανείς ότι, τουλάχιστον στα αστικά κέντρα, το πράσινο είναι πλέον «είδος προς εξαφάνιση».

Το πράσινο μειώνει σημαντικά την ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι θάμνοι και κυρίως τα δέντρα ανακόπτουν την ηλιακή ακτινοβολία, σκιάζοντας τα ανοίγματα και ο σκιασμός που προκαλούν εξαρτάται από το ύψος, τη βλάστηση και τον όγκο του φυλλώματος σε σχέση με τον προσανατολισμό του κτιρίου που σκιάζουν, καθώς και από το αν είναι

³⁸ Viktor Olgyay: Αρχιτέκτονας, προγραμματιστής και πρωτοπόρος στον Βιοκλιματικό σχεδιασμό

αιθαλή³⁹ ή φυλλοβόλα. Εκτός από την ηλιοπροστασία (έμμεση και άμεση) που παρέχουν βεβαίως, συμβάλλουν στη μείωση των θερμικών απωλειών, καθώς λειτουργούν σαν φράγμα, βελτιώνουν τις συνθήκες φυσικού αερισμού, είναι τρόπος ελέγχου του φυσικού φωτισμού και συνεισφέρουν στη δημιουργία ικανοποιητικού εσωκλίματος.

Πιο συγκεκριμένα, κυρίως για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό, τα **φυλλοβόλα**⁴⁰ δέντρα, το χειμώνα, όταν τα κλαδιά είναι γυμνά, επιτρέπουν στην ακτινοβολία του ήλιου να διέλθει από τα υαλοστάσια, ενώ το καλοκαίρι την εμποδίζουν, όπως είναι επιθυμητό. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι καλό να επιλέγονται δέντρα με πυκνό φύλλωμα και λίγα κλαδιά, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή σκίαση το καλοκαίρι και η ελάχιστη το χειμώνα. Παραδείγματα φυλλοβόλων είναι η μηλιά, η αχλαδιά, η φλαμουριά, η κερασιά, ο πλάτανος κ.α. **Αιθαλή** δέντρα (πεύκο, έλατο κλπ) συνιστώνται για αρκετά υγρά και ορισμένες φορές για ζεστά κλίματα

Είναι χρήσιμο να παρατεθούν κάποια αριθμητικά δεδομένα που αφορούν τη φύτευση. Αποτελέσματα από έρευνες στις ΗΠΑ αποδεικνύουν ότι με τη φύτευση ενός δέντρου ανά σπίτι, η εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη κυμαίνεται μεταξύ του 12-24%. Επιπλέον, αν τα δέντρα αυξηθούν σε τρία ανά σπίτι, μπορεί να μειωθεί το απαιτούμενο ψυκτικό φορτίο από 17-57%. Ο σκιασμός από δέντρα μόνο, συμβάλει κατά 10-35% στην εξοικονόμηση ενέργειας για δροσισμό. . Αξιοσημείωτη πληροφορία, αποτελεί το γεγονός ότι ένα γυμνό δέντρο παρεμποδίζει τις ακτίνες του ηλίου κατά 20-40%. Επίσης, σε θερμές περιοχές, ένα σπίτι με στέγη η οποία σκιάζεται μπορεί να έχει κατά 6-12° C χαμηλότερη θερμοκρασία από κάποιο το οποίο δεν σκιάζεται.

Με βάση τις ευεργετικές ιδιότητες του πράσινου τόσο στο περιβάλλον όσο και στην αρχιτεκτονική, και με τη βοήθεια της τεχνολογίας, ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός χρησιμοποιεί σχετικά νέες τεχνικές που συνδυάζουν αρχιτεκτονική και πράσινο, όπως φυτεμένα δώματα, φυτεμένες προσόψεις κλπ. αυτές οι τεχνικές θα αναλυθούν εκτενέστερα παρακάτω στο κεφάλαιο Τεχνικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού (Κεφάλαιο 4).

3.3.3. Φυσικός Αερισμός

A) Άνεμος και εσωτερικοί χώροι- αερισμός κτιρίων

Είναι σαφές και προφανές ότι κάθε κτιριακή κατασκευή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και αποτελεί μέρος του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και του περιβάλλοντος χώρου της. Σαν αποτέλεσμα αυτού, είναι αναμενόμενο τα φυσικά φαινόμενα να την επηρεάζουν, είτε αρνητικά είτε θετικά, σε κατασκευαστικό επίπεδο (φθορά υλικών αλλά και σωστή επιλογή και τοποθέτησή τους για προστασία), είτε σε επίπεδο χρήσης και άνεσης των χρηστών.

Οι άνεμοι που επιδρούν συνεπώς σε ένα κτίσμα συνδέονται άμεσα με την κατάσταση που επικρατεί στο εσωτερικό, επηρεάζοντας τις συνθήκες άνεσης, και αλληλεπιδρούν με το εσωτερικό περιβάλλον μέσω των διαφόρων ανοιγμάτων, είτε αυτά είναι προβλεφθέντα ανοίγματα αερισμού είτε μικρορωγμές ή αρμούς μεταξύ υλικών αλλά και ανάλογα με τη χρήση των προβλεφθέντων ανοιγμάτων για αερισμό από τους χρήστες. Η αλληλεπίδραση αυτή επομένως, αποτελεί τον φυσικό αερισμό ενός κτιρίου, ο οποίος κρίνεται απαραίτητος για την υγιή λειτουργία του αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας εφόσον δεν χρησιμοποιούνται μηχανικά συστήματα για δροσισμό ή θέρμανση.

³⁹ Αιθαλή είναι τα φυτά εκείνα που φαινομενικά δεν χάνουν το φύλλωμά τους καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (στην πραγματικότητα χάνουν φύλλωμα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους αλλά το ανακτούν ταυτόχρονα). Παραδείγματα αιθαλών είναι το έλατο, το πεύκο, το κυπαρίσσι κ.α.

⁴⁰ Φυλλοβόλα είναι τα φυτά εκείνα που χάνουν όλα τα φύλλα τους στα μέσα φθινοπώρου, όταν αρχίσουν να πέφτουν οι θερμοκρασίες, αλλά ανακτούν το φύλλωμά τους την άνοιξη.

Όπως έχει προαναφερθεί, ο φυσικός αερισμός ενός κτιρίου είναι πολύ σημαντικός για τους λόγους που αναφέρθηκαν στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Όπως είναι προφανές κι από την ίδια την ονομασία του, προκαλείται από φυσικές δυνάμεις όπως είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας (stack effect)^{III} ή ο λεγόμενος θερμοσιφωνισμός⁴¹, για τα αποτελέσματα του οποίου καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας. Οι παράμετροι που τον επηρεάζουν συναρτώμενοι με την αρχιτεκτονική του κτιρίου είναι οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες, ο προσανατολισμός, η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων, η σχετική, έναντι του κελύφους, αεροπερατότητα των οριζοντίων διαχωριστικών στοιχείων (δάπεδα) στο εσωτερικό του, η χρήση του κτιρίου και η δραστηριότητα των χρηστών.

Τα φαινόμενα της φυσικής που εξηγούν τη ροή αέρα, είτε πρόκειται για το εσωτερικό είτε για το εξωτερικό ενός κτιρίου, είναι η διαφορά πιέσεων που προκαλείται γύρω από ένα κτίριο και οι θερμοκρασιακές διαβαθμίσεις που υπάρχουν. Ως προς τις διαφορές πίεσης, όταν ο άνεμος ενεργεί σε ένα κτίριο εμφανίζεται υψηλή πίεση στην εκτεθειμένη στον άνεμο πλευρά και χαμηλή στην προστατευόμενη. Ο άνεμος επομένως κινείται από ζώνες υψηλής σε ζώνες χαμηλής πίεσης, έτσι μπορεί να διεισδύει στο κτίριο μέσω των ανοιγμάτων του, των οποίων η θέση και το μέγεθος καθορίζουν την ταχύτητα και την κατεύθυνση κίνησης του αέρα. Όσον αφορά τις θερμοκρασιακές διαφορές, όταν δύο αέριες μάζες έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, οι πυκνότητες και οι πιέσεις τους είναι επίσης διαφορετικές, γεγονός που αυξάνει την κίνηση του αέρα από τη λιγότερο πυκνή (θερμότερη) στην πυκνότερη (ψυχρότερη) ζώνη.

Για τη διαμόρφωση εξωτερικών πιέσεων, που προκαλούνται από τον άνεμο, η εξωτερική αρχιτεκτονική εν γένει του κτιρίου είναι καθοριστική, όπως επίσης και η επίδραση αρχιτεκτονικών στοιχείων στην εξωτερική επιφάνεια του κελύφους και συμπληρωματικών κατασκευών σε επαφή ή άμεση γειτονία. Πιο συγκεκριμένα, ως προς την *εξωτερική αρχιτεκτονική* οι παράγοντες που επηρεάζουν είναι:

- Το σχήμα του κτιρίου σε επίπεδο κάτοψης και σύνθεσης των όγκων.
- Οι διαστάσεις του
- Ο προσανατολισμός του
- Το σχήμα και οι κλίσεις της στέγης
- Οι ύπαρξη πυλωτών, φωταγωγών, διαμπερών χώρων κλπ.
- Το σχήμα, οι διαστάσεις και η θέση των ανοιγμάτων.

Ενώ όσον αφορά τα *μορφολογικά στοιχεία του κελύφους*, οι παράγοντες που επηρεάζουν είναι:

- Οι πρόβολοι και τα προεξέχοντα τμήματα της στέγης
- Τα στηθαία
- Διάφοροι προεξέχοντες δοκοί
- Εσοχές- εξοχές στο κέλυφος
- Τα διακοσμητικά στοιχεία όπως αετώματα, κολώνες, ανάγλυφα κλπ.
- Η ύπαρξη συστημάτων ηλιοπροστασίας, ανεμοπροστασίας (εξωτερικά κουφώματα, ανακλαστικές επιφάνειες, τέντες κλπ.)

⁴¹ Από μετρήσεις σε κτίρια, επί μακρές χρονικές περιόδους, διαπιστώθηκε ότι η συνεισφορά του θερμοσιφωνισμού στον αερισμό, παρ' όλο που είναι μεγαλύτερη σε διάρκεια, είναι σημαντικά μικρότερη από την αντίστοιχη του ανέμου. Ωστε, ποσοτικά τουλάχιστον, ο άνεμος αναδεικνύεται σε κύριο παράγοντα αερισμού των κτιρίων.

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Διδακτορική Διατριβή, Παπαμανώλης Ν. ΑΠΘ τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ., Θεσσαλονίκη 1992, <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/4/mode/1up>

- Η υφή της εξωτερικής επιφάνειας του κελύφους (λιθοδομή, πλινθοδομή, σοβάς, υαλοπίνακες κλπ.)

Συμπληρωματικές κατασκευές που επίσης επηρεάζουν, αποτελούν:

- Οι καμινάδες, οι αγωγοί εξαερισμού, οι πυλώνες
- Κατασκευές στην οροφή (μηχανοστάσιο, κλιμακοστάσιο κλπ.)
- Κτίσματα αποθήκης γκαράζ κλπ. που δεν αφομοιώνονται στον συνολικό όγκο του κτιρίου (υπόγεια γκαράζ και αποθήκες)
- Φράκτες, ανεμοφράκτες (τεχνητοί ή φυσικοί)
- Φυσικά εμπόδια (λοφίσκοι, δένδρα, θάμνοι κλπ.)

Τέλος, σε ότι αφορά την *εσωτερική αρχιτεκτονική*, οι παράγοντες που επηρεάζουν την κυκλοφορία του αέρα είναι:

- Η διάταξη των διαχωριστικών στοιχείων (τοιχοί, οροφές, δάπεδα κλπ.) και αντίστοιχα η διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων.
- Η αεροπερατότητα των εσωτερικών διαχωριστικών στοιχείων, όπως αυτή προσδιορίζεται από οποιαδήποτε ανοίγματα υπάρχουν σε αυτά.
- Η επίπλωση και ο εξοπλισμός.

Συνεχίζοντας, ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με το πώς επιτυγχάνεται, μπορεί να είναι:

- Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού).

Στο εσωτερικό των κτιρίων παρατηρείται θερμική διαστρωμάτωση, κατά την οποία ο θερμότερος αέρας συγκεντρώνεται στις οροφές των χώρων. Εκεί, εγκλωβίζονται μεταξύ των δοκών, στο χώρο πάνω από τα υπέρθυρα (πρέκια) και μένει ακίνητος, ακόμα και κατά τη διάρκεια οριζόντιου αερισμού, με αποτέλεσμα να θερμαίνονται οι δοκοί και οι πλάκες της οροφής. Για τον λόγο αυτό κρίνεται αναγκαία η εξασφάλιση μεθόδων εναλλαγής ή απαγωγής αυτών των θερμών αερίων μαζών κι έτσι η εναλλαγή τους μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής (για να αποδίδεται το απαιτούμενο αποτέλεσμα, πρέπει να έχουν το κατάλληλο μέγεθος αλλά και να λειτουργούν καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας.).

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

Ιδανικές διατάξεις κατακόρυφου αερισμού αποτελούν τα κλιμακοστάσια, όπως και άλλοι χώροι που διατρέχουν κατακόρυφα σε όλο τους το ύψος ένα κτίριο, όπως φωταγωγοί αίθρια κλπ. καθώς ευνοούν τα φαινόμενα της καμινάδας. Το συγκεκριμένο φαινόμενο ευνοείται από ανοίγματα μεγάλου μεγέθους στο ανώτατο τμήμα της απόληξης των κατακόρυφων αυτών χώρων. Οι διαφορές θερμοκρασίας που εμφανίζονται στους κατακόρυφους αυτούς χώρους, έχουν ως αποτέλεσμα τη διαφυγή θερμού αέρα προς το εξωτερικό περιβάλλον από τα υψηλότερα επίπεδα, ενώ παράλληλα εισάγεται φρέσκος ψυχρότερος αέρας από τις εισόδους στα χαμηλά επίπεδα. Για την αποτελεσματικότερη λειτουργία του συστήματος αυτού, ο εισερχόμενος αέρας πρέπει να έχει τη χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία και να προέρχεται από σκιασμένες περιοχές περιμετρικά κοντά στο έδαφος, όπου οι θερμοκρασίες είναι πλησιέστερες στο επίπεδο θερμικής άνεσης.

Ο κατακόρυφος αερισμός στηρίζεται στη θερμική διαστρωμάτωση του αέρα και στη φυσική ανοδική κίνηση των θερμότερων στρωμάτων του. Δεν εξαρτάται από την ύπαρξη ή μη ανέμων ή αέριων ρευμάτων, δεν δημιουργεί φαινόμενα όχλησης και μπορεί να

εξασφαλίσει τον πιο αποτελεσματικό δροσισμό εάν ρυθμιστεί σωστά η είσοδος αέρα χαμηλής θερμοκρασίας από τα κατώτερα επίπεδα του κτιρίου.

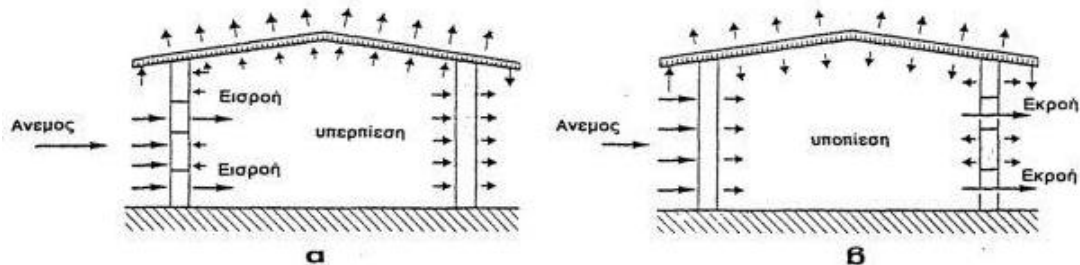
ii. Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα

Λειτουργεί κατά τον τρόπο της προηγούμενης κατηγορίας με τη διαφορά ότι στην απόληξη του κατακόρυφου χώρου τοποθετείται υαλοπίνακας στην νότια ή τη νοτιοδυτική πλευρά της.

iii. Διαμπερές, διαμέσου ανοιγμάτων όπως παράθυρα, πόρτες κλπ.

Δεδομένης της αεροπερατότητας των δομικών στοιχείων που συνθέτουν το κέλυφος ενός κτιρίου, η επίδραση του ανέμου συνεπάγεται τη διαμόρφωση πεδίου πιέσεων και στις εσωτερικές επιφάνειες. Το αντίστοιχο πεδίο θα μπορούσε να θεωρηθεί δευτερογενής επίδραση του ανέμου, εξίσου σημαντική όμως με την πρωτογενή επίδραση (εξωτερικές πιέσεις). Οι εσωτερικές πιέσεις επηρεάζονται από την αεροπερατότητα αλλά και την εσωτερική αρχιτεκτονική του κτιρίου.

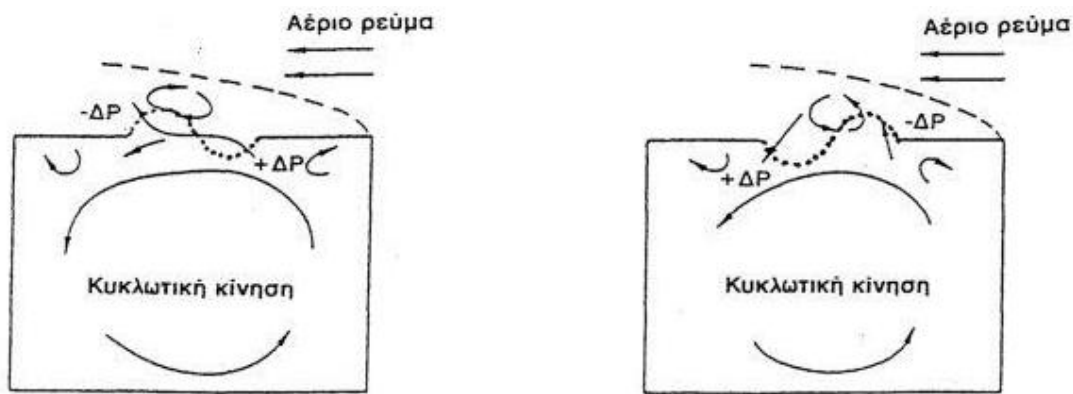
Εστω ότι υπάρχει ένα κτίριο με ανοίγματα μόνο στην προσήνεμη πλευρά του (εικόνα 90 α) και οι υπόλοιπες είναι μη αεροπερατές. Η είσοδος του αέρα μέσα από αυτά τα ανοίγματα τείνει να διαμορφώνει εσωτερική πίεση ισόρροπη αυτής που ασκείται στην προσήνεμη πλευρά. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την άσκηση θετικών πιέσεων σε όλες τις εσωτερικές επιφάνειες. Αντίθετα, αν τα ανοίγματα βρίσκονται στην απήνεμη πλευρά (Εικόνα 90 β), η τάση είναι προς την κατεύθυνση εξισορρόπησης των πιέσεων στην πλευρά αυτή, γεγονός που συνεπάγεται αρνητικές πιέσεις σε όλες τις εσωτερικές επιφάνειες. Στην πραγματικότητα όμως οι συνθήκες δεν είναι τόσο απλές. Ακόμα και οι πλευρές εκείνες που δεν έχουν ανοίγματα είναι σε κάποιο βαθμό αεροπερατές.



Εικόνα 90: Εσωτερικές πιέσεις σε κτίριο με ανοίγματα μόνο στη μια πλευρά

Μελέτες που έχουν ως θέμα την επίδραση του στροβιλισμού στη ροή του αέρα δια μέσου μεγάλων ανοιγμάτων, αποδεικνύουν ότι όταν ο άνεμος πνέει παράλληλα με την επιφάνεια του ανοίγματος (Εικόνα 91) προκαλούνται ταυτόχρονα και θετικές και αρνητικές πιέσεις, με χρονική και τοπική διακύμανση που με τη σειρά τους οδηγούν σε αδιαβατική⁴² συμπίεση και εκτόνωση του αέρα στο εσωτερικό.

⁴² Η μεταβολή που πραγματοποιείται σε σώματα, χωρίς να προσφέρουν ή να παίρνουν θερμότητα από το περιβάλλον.



Εικόνα 91: Επίδραση στροβιλισμού ανέμου παράλληλου στα ανοίγματα

Οι αντίστοιχες παροχές διπλής φοράς επηρεάζονται από τις διαστάσεις των στροβίλων. Πιο συγκεκριμένα, μεγαλύτεροι στρόβιλοι που περνούν μέσα από τα ανοίγματα προκαλούν μεταβολές των εσωτερικών πιέσεων, ενώ μικρότεροι στρόβιλοι δεν επηρεάζουν σημαντικά τον αερισμό στο μέτρο φυσικά που η επίδρασή του περιορίζεται στην πλησιέστερη στο άνοιγμα περιοχή. Μεγαλύτερη μεταβολή των εσωτερικών πιέσεων και της ροής του ανέμου δια μέσου του ανοίγματος αντιστοιχεί σε στροβίλους με διαστάσεις περίπου ίσες με το πλάτος του ανοίγματος.

Σε κτίρια με πολλά χωρίσματα και πολλούς ορόφους, η εσωτερική πίεση κατανέμεται διαφορετικά στους επί μέρους χώρους, έτσι, η συνολική διαφορά πίεσης μεταξύ δύο πλευρών υποδιαιρείται προοδευτικά σε αυτούς κατά τέτοιο τρόπο που η πτώση πίεσης στους περισσότερους αεροστεγείς χώρους είναι μεγαλύτερη. Παρ' όλο που οι τιμές διαφοράς πίεσης είναι πολύ μικρές συγκριτικά με την ατμοσφαιρική πίεση, τα αντίστοιχα φαινόμενα αερισμού, αλλά και την γενικότερη συμπεριφορά του κελύφους, επηρεάζονται σημαντικά από τα παραπάνω. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι η παρουσία ενός πρόσθετου ανοίγματος επιδρά αντιστρόφως ανάλογα της αεροπερατότητας του υπολοίπου κελύφους. Δηλαδή, σε αεροστεγή κτίρια, τα μικρότερα ανοίγματα διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του πεδίου εσωτερικών πιέσεων και βάσει αυτού, λειτουργούν ως κύρια ανοίγματα (dominant openings) έναντι των υπολοίπων.

Συμπερασματικά καταλήγουμε στο ότι η ανταπόκριση του πεδίου των εσωτερικών πιέσεων στις εξωτερικές που προκαλούνται από τη μεταβλητή συνιστώσα της ταχύτητας του ανέμου είναι σύντομη, ακόμα και με την παρουσία σχετικά μικρών ανοιγμάτων στο κέλυφος. Ο αντίστοιχος χρόνος ανταπόκρισης είναι χαρακτηριστικός σε κάθε κτίριο και είναι συνάρτηση των διαστάσεων και της κατανομής των ανοιγμάτων στο κέλυφος. Τέλος, αποδεικνύεται ότι μόνο οι μεγαλύτερης κλίμακας χρόνου διακυμάνσεις του πεδίου εξωτερικών πιέσεων επηρεάζουν το πεδίο των εσωτερικών.

Ως βέλτιστη διεύθυνση ανέμου θεωρείται εκείνη που σχηματίζει γωνία 45° ως προς τα ανοίγματα εισόδου και η ταχύτητά του είναι μέγιστη, όταν τα ανοίγματα εισόδου είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου. Μάλιστα, για καλύτερη διανομή του ενδείκνυται η τοποθέτηση των ανοιγμάτων διαγώνια αντίθετα το ένα από το άλλο, δηλαδή το άνοιγμα εισόδου χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου ψηλότερα. Αντίθετα, η χρήση μονόπλευρου αερισμού, δηλαδή ανοιγμάτων μόνο από τη μία πλευρά δεν συνιστάται λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα.

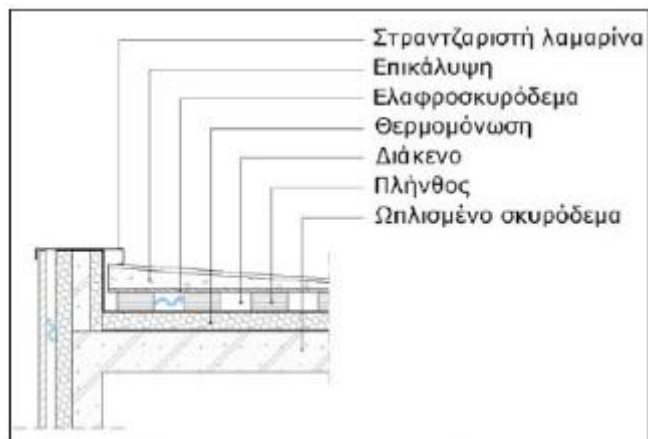
Μία ακόμα εργονομική λύση αποτελεί ο **νυχτερινός διαμετρής αερισμός**. Είναι ιδιαίτερα αποδοτικός τις καλοκαιρινές μέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο κρύος αέρας κυκλοφορώντας μέσα στο κτίριο ανάγει τη θερμότητα που έχει αποθηκευθεί στη θερμική μάζα του κτιρίου, κατά τη διάρκεια της μέρας, κι έτσι την επόμενη μέρα το κτίριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Για την αύξηση της αποδοτικότητας του

νυχτερινού αερισμού ενδείκνυται η τοποθέτηση και χρήση ανεμιστήρων οροφής οι οποίοι αυξάνουν την ταχύτητα του αέρα⁴³.

Επιπλέον, για τη βελτίωση του διαμερή αερισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεμοθραύστες, στο εξωτερικό περιβάλλον ενός κτιρίου, για να εντείνουν τις διαφορές πίεσης. Οι θαμνοφράκτες για παράδειγμα επιτρέπουν το φιλτράρισμα μιας απαλής αύρας μέσα από το φύλλωμα, ενώ ένας κτιστός ανεμοφράκτης δημιουργεί μια ήσυχη, προστατευμένη ζώνη πίσω του. Διάκενα στους ανεμοθραύστες, ανοίγματα μεταξύ των κτιρίων ή μεταξύ του εδάφους και ενός στεγάστρου από δένδρα είναι δυνατόν να δημιουργήσουν διαύλους ανέμου, αυξάνοντας κατά 20% περίπου τις ταχύτητες του ανέμου.

iv. Αεριζόμενο κελύφος

Πρόκειται για κατασκευή **διπλού στρώματος δομικών υλικών** στην οροφή ή τις προσόψεις των κτιρίων, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί αέρας που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Ως προς την κατασκευή του απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση της θερμομόνωσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με την πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος, ενώ το κενό, στο οποίο κυκλοφορεί ο αέρας, δημιουργείται πάνω από τη θερμομόνωση



Εικόνα 92: Κατασκευαστική λεπτομέρεια αεριζόμενου κελύφους

και ακολουθούν οι στρώσεις στεγάνωσης. Λόγω διαφοράς πυκνότητας του εγκλωβισμένου από τον ελεύθερο αέρα, δημιουργείται ροή στο διάκενο και απάγεται ο θερμός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κελύφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος και συνεπώς στη θερμική προστασία του κτιρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περιβλήμα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο αέρας που κυκλοφορεί στο διάκενο είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, με αποτέλεσμα, μέσω του διπλού κελύφους, να περιορίζονται οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον. Μέσω αυτού του μηχανισμού δηλαδή, αυξάνεται η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραμελείται η θερμομόνωση του εσωτερικού τμήματος του αεριζόμενου κελύφους.

Η κατασκευή αυτή εφαρμόζεται κυρίως σε κτίρια μεσαίου ύψους και μεγάλου πλάτους και με τη χρήση της αποτρέπονται φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην τοιχοποιία (ή την οροφή) και τις επικαλύψεις, ενώ παράλληλα προστατεύονται τα ίδια τα δομικά υλικά. Παραλλαγή του συστήματος αυτού αποτελεί η αεριζόμενη γυάλινη πρόσοψη, η οποία χρησιμοποιεί δύο στρώματα διαφορετικών υλικών και ένα διάκενο αέρα ανάμεσά τους. Το εξωτερικό στρώμα της πρόσοψης είναι γυάλινο, ενώ το εσωτερικό από συμπαγές υλικό. Τέλος, στα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος συγκαταλέγεται και η επίτευξη πολύ καλών συνθηκών φυσικού φωτισμού, σε συνδυασμό με αισθητικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, παρατηρείται αύξηση των θερμικών κερδών, αλλά και των θερμικών απωλειών. Αναλυτικότερες πληροφορίες παρατίθενται στην παράγραφο 4.1.2 Γ του Κεφαλαίου 4.

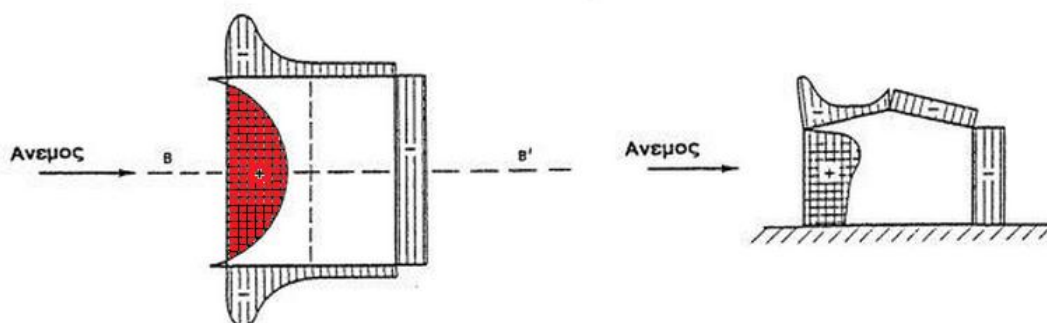
⁴³ Μελέτη σε κτίρια γραφείων της Αθήνας έχει δείξει ότι με την εφαρμογή νυχτερινού αερισμού, μπορεί να επιτευχθεί μείωση στις ανάγκες ψυκτικών φορτίων, για τον κλιματισμό των χώρων, κατά 30%.

B) Επιλογή θέσης ανοιγμάτων και διαδικασία αερισμού

Η διαδικασία αερισμού σε ένα κτίριο πραγματοποιείται με την είσοδο και έξοδο ατμοσφαιρικού αέρα, είτε μέσω των ανοιγμάτων του κελύφους (φυσικός αερισμός), είτε με μηχανική υποστήριξη (εξαερισμός). Στην παρούσα μελέτη θα εξεταστεί ο φυσικός αερισμός στα πλαίσια εφαρμογής βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Βάσει των όσων έχουν περιγραφεί προηγουμένα, η παροχή αέρα μέσω κάποιου ανοίγματος αυξάνει με τη διαφορά πίεσης εκατέρωθέν του, ενώ η κατεύθυνση ροής εξαρτάται από το πρόσημο της διαφοράς πίεσης. Πειραματικές μετρήσεις σε test box έχουν δείξει ότι η ποσότητα αερισμού, εξαιτίας του συνδυασμού ανέμου και θερμοσιφωνισμού, εξαρτάται άμεσα από τη διαφορετική κατανομή ίσης επιφάνειας ανοιγμάτων στο κέλυφος και μπορεί να μεταβάλλεται μέχρι και 100% υπό κανονικές συνθήκες.

Με βάση τις ιδιότητες του θερμοσιφωνισμού^{VIII}, τα ανοίγματα εισόδου-εξόδου του αέρα πρέπει να βρίσκονται εκατέρωθεν της στάθμης μηδενικής διαφοράς πίεσης. Σ' αυτήν την περίπτωση, η κάθε διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας, που μπορεί εποχιακά να αντιστρέφεται, προσδιορίζει την ποσότητα και τη φορά ροής του αέρα μέσα από τα ανοίγματα. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις από τη στάθμη μηδενικής διαφοράς πίεσης, οι διαφορές πίεσης στο κέλυφος, και αναλόγως και η ανταλλαγή αέρος μέσω των ανοιγμάτων, αυξάνουν, ενώ αντίθετα, τα ανοίγματα που βρίσκονται πολύ κοντά στη στάθμη είναι λιγότερο αποτελεσματικά στον αερισμό.

Εφόσον λοιπόν στον φυσικό αερισμό το κύριο μέλημα είναι η σωστή είσοδος, εναλλαγή και κυκλοφορία του φρέσκου αέρα σε ένα κτίριο, τα ανοίγματα εισόδου-εξόδου του αέρα, θα πρέπει να τοποθετούνται στο κέλυφος με γνώμονα τη φορά και το μέτρο της διαφοράς πίεσης που συνεπάγεται η αντίστοιχη επιλογή. Γενικά, οι προσήνεμες πλευρές (θετικές τιμές συντελεστή εξωτερικής πίεσης), ενδείκνυνται για ανοίγματα εισόδου, ενώ οι απήνεμες (αρνητικές τιμές συντελεστή εξωτερικής πίεσης), για ανοίγματα εξόδου του αέρα από το κτίριο. Όταν πρόκειται για ανοίγματα σε περιοχές με ομόσημες τιμές συντελεστή εξωτερικής πίεσης, η σχετική διαφορά των αντίστοιχων τιμών προσδιορίζει τις θέσεις των ανοιγμάτων που ενδείκνυνται για την επιθυμητή φορά κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό. Στις πλευρές του κτιρίου που το πεδίο εξωτερικών πιέσεων είναι συμμετρικό (κόκκινο τμήμα εικόνας 93) τα ανοίγματα σε ασύμμετρες θέσεις οδηγούν σε μεγαλύτερες διαφορές πίεσης και αυξημένο αερισμό των εσωτερικών χώρων (Εικόνα 94).



Εικόνα 93: Πεδία εξωτερικών πιέσεων στο κέλυφος κτιρίου

Όσο προφανείς και να δείχνουν οι παραπάνω προτάσεις, δεν εξασφαλίζουν πάντα τα επιθυμητά αποτελέσματα, κι αυτό εξ' αιτίας της μεταβλητής συνιστώσας του ανέμου. Η επίδραση αυτή, συνεπάγεται μεταβλητές πιέσεις στο κέλυφος, ως προς το χρόνο και ευθύνεται για διεργασίες ροής του αέρα μέσω των ανοιγμάτων, οι οποίες μεταβάλλουν, σε σημαντικό ποσοστό, τη συνολική ποσότητα αερισμού του κτιρίου. Ο παράγοντας που επηρεάζει αρκετά ώστε να μην εξασφαλίζονται πάντα τα ζητούμενα αποτελέσματα, είναι το

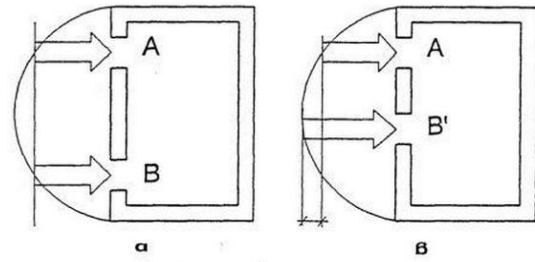
φαινόμενο του στροβιλισμού του ανέμου. Μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα λοιπόν, της επιρροής του είναι τα εξής:

- ✓ Σε κάποιες περιπτώσεις, με σταθερή μέση ταχύτητα και διεύθυνση πρόσπτωσης του ανέμου στο κτίριο, αλλάζει η φορά της ροής του αέρα μέσω ανοιγμάτων ή περιοχών ανοιγμάτων στο κέλυφος (flow reversal phenomenon)
- ✓ Σε άλλες περιπτώσεις, συμβαίνει αερισμός και κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό, ενώ οι υπολογισμοί στις μέσες τιμές εξωτερικών πιέσεων, δεν το δικαιολογούν. Για παράδειγμα, σε ορθογώνιο κτίσμα με δύο όμοια ανοίγματα σε απέναντι πλευρές, αν ο άνεμος πνέει παράλληλα σε αυτές, οι μέσες τιμές πίεσης στις επιφάνειες αυτές είναι ίσες και σαν αποτέλεσμα, ΔΕΝ θα έπρεπε να δημιουργείται αερισμός. Επίσης με την ίδια λογική, ΔΕΝ θα έπρεπε να αερίζονται χώροι με ένα μόνο άνοιγμα ή όταν οι διαφορές πίεσης λόγω θερμοσιφωνισμού αντισταθμίζουν ακριβώς τις διαφορές πίεσης λόγω ανέμου. Στην πραγματικότητα όμως, χάρη στον στροβιλισμό, οι πιέσεις αλλάζουν τιμή και προκύπτουν στιγμιαίες διαφορές πίεσης, οι οποίες είναι αυτές που προκαλούν την κυκλοφορία και την εναλλαγή του αέρα.
- ✓ Επίσης, έχει διαπιστωθεί ότι, σε συνθήκες στροβιλισμού, η παροχή αέρα μέσω των ανοιγμάτων δεν συμπεριφέρεται γραμμικά ως προς την επιφάνειά τους, αλλά μεταβάλλεται κατά ένα συντελεστή μικρότερο της μονάδας, σε σχέση με αυτή. Πιο συγκεκριμένα, οι μεταβολές του πλάτους του ανοίγματος, επηρεάζουν περισσότερο τον αερισμό από εκείνες του ύψους, αφού οι στροβιλισμοί έχουν κατά κανόνα οριζόντια ανάπτυξη.

Έτσι, αφού τέτοιου είδους φαινόμενα συναντώνται πιο συχνά σε περιοχές εντονότερου στροβιλισμού, το να προβλέπονται ανοίγματα στις αντίστοιχες θέσεις πρέπει να συνυπολογίζει την πιθανότητα εμφάνισής τους.

Σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί, οι διαφορές πιέσεων είναι εκείνες που καθορίζουν την κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό ενός κτιρίου. Είναι επόμενο, η βελτίωση του φυσικού αερισμού να προκύπτει από τον έλεγχο της κατανομής τους. Αυτό κάνει ιδιαίτερα κρίσιμη την επιλογή της θέσης των ανοιγμάτων στο κέλυφος. Τα ανοίγματα που προορίζονται για αερισμό βάσει μελέτης, αποτελούν τα κύρια ανοίγματα και η σημαντικότητά τους είναι αντιστρόφως ανάλογη της αεροπερατότητας του κελύφους. Έτσι, οι διαστάσεις τους πρέπει να επιλέγονται με βάση την αεροπερατότητα, τις τιμές των συντελεστών εξωτερικής πίεσης και τις ζητούμενες τιμές εσωτερικής πίεσης. Λαμβάνοντας ως δεδομένο ότι προορίζονται (κύρια ανοίγματα) να αντισταθμίζουν τις παροχές μέσω διαφόρων άλλων ανοιγμάτων, να ρυθμίζουν τη διευκόλυνση κυκλοφορίας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και τις τιμές εσωτερικών πιέσεων, η πιο αποδοτική θέση για να τοποθετηθούν είναι σε περιοχές με υψηλές τιμές συντελεστή εξωτερικής πίεσης. Πρακτικά, καταλληλότερη θέση γι' αυτό το σκοπό είναι η οροφή του κτιρίου και πιο συγκεκριμένα η κορυφή της στέγης, υπό την προϋπόθεση όμως, ότι η κατασκευή του ανοίγματος δεν εμποδίζει τη ροή του ανέμου και δε δημιουργεί συνθήκες θετικών πιέσεων σε αυτό.

Η εφαρμογή αυτής της λογικής του κύριου ανοίγματος έχει μακρά προϊστορία ειδικά στον Ελλαδικό χώρο, με τυπικά παραδείγματα τα μέγαρα, το Μινωικό Ανάκτορο, το Μυκηναϊκό Ανάκτορο και άλλα, αλλά στη μέχρι τώρα αρχιτεκτονική σπάνια εφαρμοζόταν σε σύστημα αερισμού κατοικιών, ενώ συναντάται συχνά σε βιομηχανικά κτίρια (εργοστάσια, αποθήκες),



Εικόνα 94: Επιρροή συμμετρικών ή ασύμμετρων ανοιγμάτων στην προσήνεμη πλευρά

γεωργικά κτίρια (στάβλοι, πτηνοτροφία), κλειστά στάδια κλπ. Ωστόσο, η υποβαθμισμένη ποιότητα κατασκευής πολλών από αυτά επιβάλλει πρόσθετη πρόβλεψη, κατά την οποία, τα κύρια ανοίγματα εξισορροπούν ταχύτητα τις απότομες μεταβολές των εσωτερικών πιέσεων που προκαλούνται από τις ρυπές του ανέμου, έτσι ώστε να αποφεύγονται οι υψηλές φορτίσεις και καταστροφές των δομικών στοιχείων.

Η ποσότητα αερισμού που προκύπτει από την κατανομή εισόδων και εξόδων του αέρα στο κελύφος εξαρτάται άμεσα και μονοσήμαντα από τη μέση ταχύτητα και τη διεύθυνση πρόσπτωσης του ανέμου στο κτίριο. Οι μεταβολές στη μέση ταχύτητα επομένως, συνεπάγονται και αντίστοιχες ποσοτικές μεταβολές του αερισμού. Ακόμα, για διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης του ανέμου είναι δυνατό να αντιστρέφεται επιπλέον, η φορά ροής του αέρα μέσω των ανοιγμάτων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, σε πρώτη προσέγγιση, να υποβαθμίζεται ή ακόμα και να ακυρώνεται ο οποιοσδήποτε σχεδιασμός, όταν αφορά περιορισμένο εύρος τιμών ταχύτητας και διεύθυνσης του ανέμου.

Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αερισμού σε όλες τις διευθύνσεις πρόσπτωσης του ανέμου υπάρχουν λύσεις, ωστόσο δεν είναι πάντα εύκολα εφαρμόσιμες. Πολλές από αυτές αφορούν είτε λίγο είτε πολύ συμμετρικές κατασκευές με ισοκατανομή της αεροπερατότητας του κελύφους. Τέτοιες κατασκευές είναι οι Ρωμαϊκοί και Βυζαντινοί θόλοι, τα περιστρεφόμενα φουγάρα (αγωγοί εισόδου και εξόδου αέρα που προσανατολίζονται αυτόματα προς τον πνέοντα άνεμο και εκμεταλλεύονται όλες τις διευθύνσεις πρόσπτωσης). Σ' αυτήν την κατηγορία λύσεων, αλλά που αντιμετωπίζουν μερικώς το πρόβλημα, συγκαταλέγεται και η επιλογή περιοχών του κελύφους, όπου ασκούνται μόνο θετικές ή μόνο αρνητικές πιέσεις εξ' αιτίας του ανέμου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων περιοχών είναι οι οροφές των κτιρίων, στις οποίες σχεδόν πάντα ασκούνται αρνητικές πιέσεις και γι' αυτό προσφέρονται για εξόδους του αέρα.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι κάθε περιοχή εμφανίζει μεταξύ άλλων, κάποιον άνεμο, ο οποίος αποτελεί χαρακτηριστική της μετεωρολογική παράμετρο και υπολογίζεται βάσει μακροχρόνιων μετεωρολογικών μετρήσεων. Αυτός ο άνεμος ονομάζεται επικρατών άνεμος (prevailing wind) και αξιοποιείται στο σχεδιασμό συστημάτων φυσικού αερισμού όταν δεν είναι δυνατή η εκμετάλλευση όλων των πιθανών διευθύνσεων πρόσπτωσης του ανέμου, αφού λογικότερη επιλογή αποτελεί ο προσανατολισμός, των ανοιγμάτων, προς τη διεύθυνσή του.

Παρ' όλα αυτά, δεν πρέπει να θεωρείται δεδομένο, γιατί τοπικές ιδιαιτερότητες της τοπογραφίας και του δομημένου περιβάλλοντος μεταβάλλουν τη διεύθυνση του ανέμου, όπως έχει προαναφερθεί, που οπωσδήποτε πρέπει να συνυπολογίζονται. Ο επικρατών άνεμος μπορεί μεν να βοηθήσει στον σχεδιασμό, αλλά δεν πρέπει να υπερεκτιμάται αφού σε πολλές περιοχές, η συχνότητά του είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από άλλους διαφορετικών διευθύνσεων και ακόμα σημαντικότερα, ο σχεδιασμός ενός συστήματος φυσικού αερισμού με βάση τον επικρατούντα άνεμο, μπορεί να αποβεί εις βάρος άλλων ευνοϊκών συστημάτων που εξαρτώνται από τον προσανατολισμό, όπως για παράδειγμα τα συστήματα ηλιοπροστασίας. Όταν λοιπόν επιλεγεί, ως βέλτιστη λύση, ο σχεδιασμός συστήματος φυσικού αερισμού βάσει του επικρατούντος ανέμου, θα πρέπει να συνυπολογίζει και τις υπόλοιπες διευθύνσεις πρόσπτωσης και οπωσδήποτε να εξασφαλίζει και σε αυτές τον ελάχιστο αερισμό που απαιτείται, τουλάχιστον για τη διατήρηση της ποιότητας του αέρα στους εσωτερικούς χώρους στα αποδεκτά όρια.

Συμπληρωματικά αναφέρεται ότι, ο επικρατών άνεμος επηρεάζει και τον πολεοδομικό σχεδιασμό, καθώς ο προσανατολισμός των δρόμων, η επιλογή του πλάτους και του ύψους των εκατέρωθεν κτιρίων, η διάταξη εμποδίων εκτροπής ή επιτάχυνσής του, είναι κάποια από τα παραδείγματα προτάσεων που θα μπορούσαν να βελτιώσουν το περιβάλλον μιας πόλης, αλλά και να δημιουργήσουν κατάλληλες προϋποθέσεις αερισμού των κτιρίων.

Τέλος, αξίζει να παρουσιαστεί ένα απλό παράδειγμα της αλληλεξάρτησης πολεοδομίας και συνθηκών αερισμού των κτιρίων. Στην (Εικόνα 95) παρουσιάζονται δύο διαφορετικές διατάξεις ομάδας κτιρίων και η σχέση τους με τον πνέοντα άνεμο. Σύμφωνα με την εικόνα λοιπόν, ως προς την παράταξη σε σειρά (α), αν η απόσταση μεταξύ διαδοχικών κτιρίων είναι μικρότερη από το τετραπλάσιο του ύψους τους (η απόσταση αυτή αντιστοιχεί περίπου στο μήκος το ομόρρου), η επίδραση του ανέμου στην προσήνεμη πλευρά τους είναι ασθενής και στροβιλώδης, ενώ παράλληλα ο καναλισμός του ανέμου μεταξύ δύο σειρών (δρόμος) προκαλεί πιθανές ενοχλήσεις στις δραστηριότητες που συμβαίνουν εκεί και έντονες υποπίεσεις στις πλάγιες πλευρές των εκατέρωθεν κτιρίων. Αντίθετα, η εναλλασσόμενη διάταξη (β), οδηγεί σε ευνοϊκότερη διαμόρφωση του μοντέλου επίδρασης του ανέμου σε όλα τα κτίρια, δημιουργώντας ομοιόμορφη κατανομή των πιέσεων στο κέλυφός τους.



Εικόνα 95: Σχέση ανέμου- διάταξης ομάδας κτιρίων

Σύμφωνα με όλα τα παραπάνω και βάσει της μεταβλητότητας του ανέμου, πειραματικά αλλά και εμπειρικά προκύπτουν τα εξής:

- Σε δόμηση σε σειρά, η ευθυγράμμιση των δρόμων με την κατεύθυνση του ανέμου επιτυγχάνει τον αποτελεσματικότερο αερισμό.
- Σε κτίρια πανταχόθεν ελεύθερα, καλύτερο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται όταν ο άνεμος πνέει με κλίση 45° προς την κατεύθυνση του δρόμου.
- Η επιθυμία για μεταβολή της ταχύτητας ή η ευθυγράμμιση της κατεύθυνσης του ανέμου με τις αρτηρίες της πόλης εξαρτάται και από άλλους κλιματικούς παράγοντες.

Γ) Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό σε σχέση με τα ανοίγματα.

Αξιοποιώντας τους νόμους της φύσης για τον κατάλληλο αερισμό των χώρων, ο σχεδιασμός ενός συστήματος φυσικού αερισμού, πρέπει να θέτει ως στόχους, παράλληλα, και την ποιοτική και την ποσοτική βελτίωση του εσωτερικού αέρα. Σύμφωνα με όλα όσα έχουν αναφερθεί μέχρι τώρα σε σχέση με τις ιδιότητες του αερισμού, προκύπτει ότι οι αυτές αποτελούν συνάρτηση τόσο της ποσότητας όσο και της ποιότητας του αερισμού. Συγκεκριμένα όμως, η επιθυμητή ποσότητα αερισμού, στους εσωτερικούς χώρους, εξετάζεται με βάση την ελάχιστη ποσότητα αερισμού έναντι της ποιότητας του αέρα που εισέρχεται. Για το λόγο αυτό έχει επικρατήσει να θεωρούνται βέλτιστες, για το υπό μελέτη κτίριο, οι τιμές ελάχιστου αερισμού υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες αερισμού, και να είναι αυτές οι οποίες καθορίζουν τις διαστάσεις των ανοιγμάτων στο κέλυφος.

Εδώ όμως προκύπτει ένα ζήτημα που χρήζει προσοχής. Όταν αναφέρεται κανείς στην προϋπόθεση «υπό τις δυσμενέστερες συνθήκες» (για συστήματα φυσικού αερισμού), εννοείται ο μηδενικός αερισμός (η άπνοια και η μηδενική διαφορά εσωτερικής- εξωτερικής θερμοκρασίας), κάτι που είναι σχετικό, καθώς δεν υφίσταται απόλυτα τέτοια συνθήκη, παρά αποτελεί παραδοχή. Η παραδοχή αυτή, όμως οφείλει να συνεκτιμά κάποιες παρατηρήσεις, ώστε οι μελέτες φυσικού αερισμού να γίνονται σε σωστές βάσεις και να έχουν τα επιθυμητά αποτελέσματα.

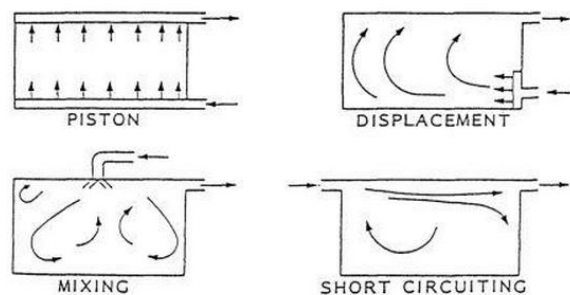
Μια από αυτές τις παρατηρήσεις αφορά το γεγονός ότι τα κριτήρια ποιότητας του εσωτερικού αέρα (σε κλειστούς χώρους) αναφέρονται σε χρονική διάρκεια (συνήθως μερικών

ωρών) κι έτσι οι τιμές ελάχιστου αερισμού θα πρέπει να αντιμετωπίζονται σαν μέσες τιμές για την αντίστοιχη χρονική περίοδο. Αντίθετα, τα ανώτερα επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης αερίων ρύπων αναφέρονται είτε σε χρονική περίοδο (time integrated exposure), είτε σε στιγμιαίες τιμές (maximum concentration exposure). Άλλη παρατήρηση που πρέπει να συνεκτιμάται είναι, ότι μηδενικός αερισμός κτιρίου, είναι πολύ σπάνιο να συμβεί στην πράξη και επιπλέον αν συμβεί, είναι μικρής διάρκειας. Αυτό συμβαίνει γιατί ακόμα και σε συνθήκες πλήρους άπνοιας -που επίσης δεν είναι σύνηθες φαινόμενο-, υπάρχει ανατάραξη των αερίων μαζών (τουλάχιστον κατά την κατακόρυφη διεύθυνση), αρκετή ώστε να προκαλέσει αερισμό. Ομοίως και η μηδενική διαφορά εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας δεν συναντάται συχνά, γιατί λόγω θερμικής αδράνειας των δομικών υλικών, παρουσιάζεται η λεγόμενη χρονική υστέρηση (Κεφάλαιο 3.2.3). Τέλος, το εύρος των τιμών αερισμού ανάμεσα στις δυσμενέστερες και τις στατιστικά ευνοϊκότερες συνθήκες είναι συχνά αρκετά μεγάλο κι έτσι ο προσανατολισμός του σχεδιασμού συστημάτων φυσικού αερισμού στη δημιουργία επαρκών προϋποθέσεων αερισμού, με βάση τις δυσμενέστερες συνθήκες, φέρει σαν αποτέλεσμα τη δυσφορία αλλά ακόμα και τη σπατάλη ενέργειας στις υπόλοιπες περιπτώσεις.

Λαμβάνοντας υπ' όψη όλα τα παραπάνω, είναι εύκολα αντιληπτό ότι η ποιότητα του αερισμού εξαρτάται από την κατάλληλη κατανομή της ποσότητας αερισμού σε όλους τους χώρους, με στόχο την πλήρη ανάμιξη αλλά και την ανανέωση των αερίων μαζών. Οι δύο διαστάσεις του συνεπώς είναι αλληλένδετες και θα πρέπει να εξετάζονται παράλληλα, σε μια μελέτη συστήματος φυσικού αερισμού.

i. Μοντέλα κυκλοφορίας και ανάμιξης εσωτερικού αέρα

Παρακολουθώντας την Ιστορία της Αρχιτεκτονικής, αλλά και καθαρά εμπειρικά, ανέκαθεν ο άνθρωπος γνώριζε τη λειτουργικότητα των ανοιγμάτων σε μια κατασκευή. Αφ' ενός προσφέρουν φυσικός φωτισμό κι αφ' εταίρου φυσικό αερισμό σε έναν χώρο. Ασυναίσθητα λοιπόν, για να διατηρείται η αίσθηση της άνεσης σε έναν



Εικόνα 96: Μοντέλα ανάμιξης εισερχομένων και εσωτερικών αερίων μαζών

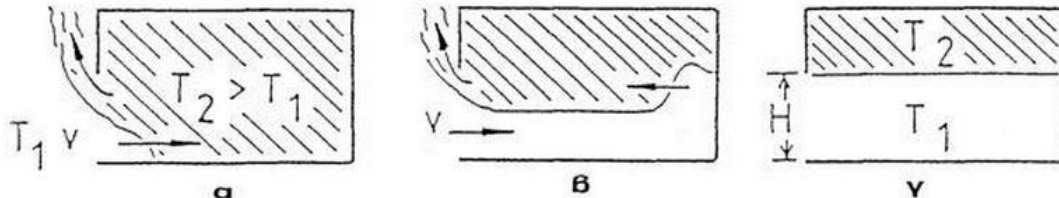
χώρο, εκτός των υπολοίπων παραμέτρων, τα ανοίγματα στο κέλυφος διαδραματίζουν αρκετά σημαντικό ρόλο, αφού είναι εκείνα που καθορίζουν την καθαρότητα και τη φρεσκάδα του εσωτερικού αέρα, κατά βάση αλλά και άλλων συνθηκών. Η πιο συχνή κίνηση των χρηστών λοιπόν, σε σχέση με τα ανοίγματα, είναι να τα ανοίγουν ή να τα κλείνουν, ανάλογα με τις απαιτήσεις, με σκοπό φρέσκος αέρας να εισέρχεται και να αναμιγνύεται με τον ήδη υπάρχοντα.

Ο εισερχόμενος αέρας όμως, είναι πιθανό να μην διαχέεται εξ' ίσου σε όλη την έκταση του χώρου. Στην πραγματικότητα η ανάμιξή του με τον εσωτερικό αέρα κυμαίνεται από πλήρης μέχρι και μηδενική. Υπάρχουν και οι ακραίες περιπτώσεις, κατά τις οποίες ο εισερχόμενος αέρας διέρχεται από τον χώρο χωρίς να αναμιχθεί καθόλου με τον εσωτερικό αέρα (short circuiting), ενώ υπάρχουν και οι περιπτώσεις που τον συμπιέζει και τον εξωθεί εξ' ολοκλήρου από τις εξόδους αερισμού, επίσης χωρίς να αναμιγνύεται μ' αυτόν (piston ή displacement model). Βάσει αυτών, εντοπίζονται τέσσερα μοντέλα ανάμιξης εισερχομένων και εσωτερικών αερίων μαζών, κατά τη διαδικασία αερισμού (Εικόνα 96).

Οι παράγοντες που ρυθμίζουν την διαδικασία ανάμιξης των αερίων μαζών στους εσωτερικούς χώρους είναι:

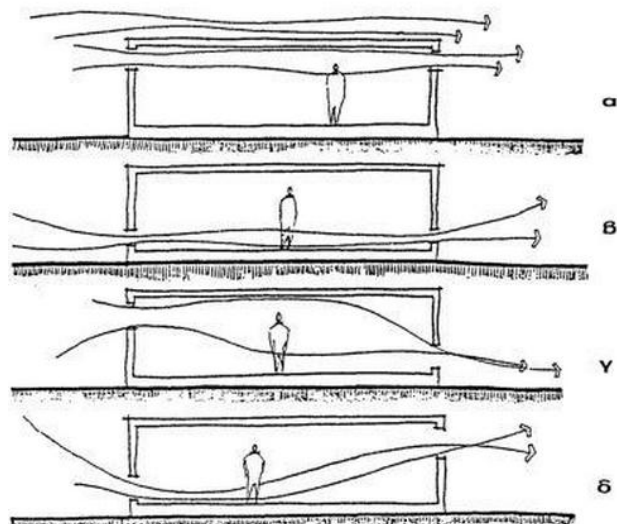
- Η παροχή και η διεύθυνση εισόδου του αέρα στον εσωτερικό χώρο, ανάλογα με το πώς καθορίζεται από την ένταση των μηχανισμών αερισμού, την κατανομή των ανοιγμάτων στο κέλυφος αλλά και τον τύπο τους (συρόμενα, περιστρεφόμενα, κινητές περσίδες κλπ.).
- Η αεροπερατότητα των διαχωριστικών στοιχείων, σύμφωνα με τις διαστάσεις και τη θέση των εσωτερικών ανοιγμάτων.
- Η κάτοψη του κτιρίου
- Ο εξοπλισμός και η επίπλωση.
- Η διαφορά θερμοκρασίας (άρα και της πυκνότητας) των προς ανάμιξη αερίων μαζών.

Παραδείγματος χάρι, στην εικόνα 97 φαίνεται μια περίπτωση μη ανάμιξης αερίων μαζών, σε τρία στάδια, όταν με το άνοιγμα της πόρτας ενός δωματίου εισέρχεται ψυχρότερος αέρας. Το ρεύμα του ψυχρότερου αέρα διαδίδεται κατά μήκος του δαπέδου ώσπου να φτάσει στον απέναντι τοίχο, όπου ανακλάται και εξωθεί παράλληλα τις θερμότερες αέριες μάζες προς τα πάνω. Η εξέλιξη της διαδικασίας αυτής σταδιακά διακόπτεται, μέχρι που ο ψυχρός αέρας καταλαμβάνει το χώρο του δωματίου ως το ύψος της πόρτας.



Εικόνα 97: Τα στάδια ανάμιξης εισερχόμενων και εσωτερικών αερίων μαζών

Εκτός από το παραπάνω φαινόμενο, η «διέλευση» του εισερχόμενου αέρα δημιουργεί επίσης, μέσα στο κτίριο, θύλακες αέρα, ο οποίος δεν ανανεώνεται επαρκώς. Παραδείγματα τέτοιων χώρων (δωμάτια) είναι εκείνοι που δεν αερίζονται άμεσα και παραμένουν κλειστοί. Παρ' όλα αυτά, και σε άμεσα αεριζόμενους χώρους μπορούν να εμφανιστούν ανάλογες περιοχές, όταν αυτές παραμένουν εκτός της κυκλοφορίας του εισερχόμενου αέρα. Στην εικόνα 98 φαίνονται τέσσερις διαφορετικές περιπτώσεις αερισμού ενός χώρου, στις οποίες παρουσιάζονται περιοχές με ανεπαρκή ανανέωση του αέρα, με πιο δυσμενείς την α και τη β, σε σχέση με την θέση των ανοιγμάτων.

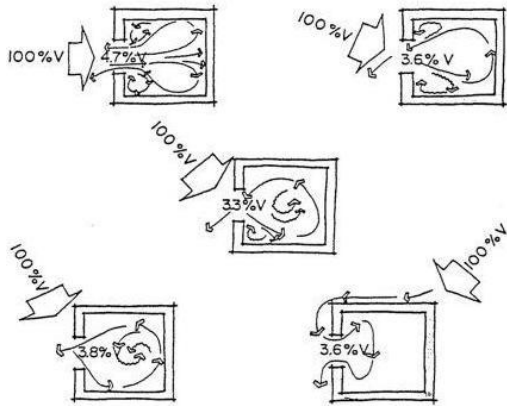


Εικόνα 98: Περιπτώσεις αερισμού ενός χώρου

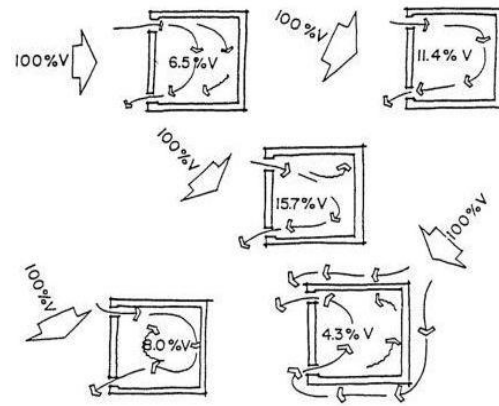
Η σωστή κυκλοφορία του αέρα στους εσωτερικούς χώρους αλλά και εν γένει η κυκλοφορία του, είναι ζωτικής σημασίας για τον «οργανισμό» που λέγεται κτίριο, αλλά και για τους χρήστες αυτού. Για το λόγο αυτό, γίνονται μελέτες, για το ζήτημα αυτό, με σκοπό την καταλληλότερη κατανομή των ανοιγμάτων στο κέλυφος, ώστε να αυξάνεται η αποτελεσματικότητα του φυσικού αερισμού. Τέτοιες μελέτες γίνονται από το 1951, όταν

πρώτος ο Smith⁴⁴ μελέτησε την κυκλοφορία του αέρα σε αίθουσα σχολείου μέσα σε αεροσύραγα. Τέτοιες μελέτες συνήθως αναφέρονται σε χώρους ή κτίρια απλής κάτοησης με μικρό αριθμό εσωτερικών χωρισμάτων (ενδεικτικά κτίρια). Ο M. Melaragno⁴⁵ επίσης συμπεριέλαβε στο βιβλίο του αρκετές από τις χαρακτηριστικότερες σχετικές μελέτες.

Παρακάτω απεικονίζονται διάφορες εκδοχές το αερισμού ενός χώρου σε σχέση πάντα με τη θέση των ανοιγμάτων, την γωνία πρόσπτωσης του ανέμου, την ταχύτητά του κλπ.



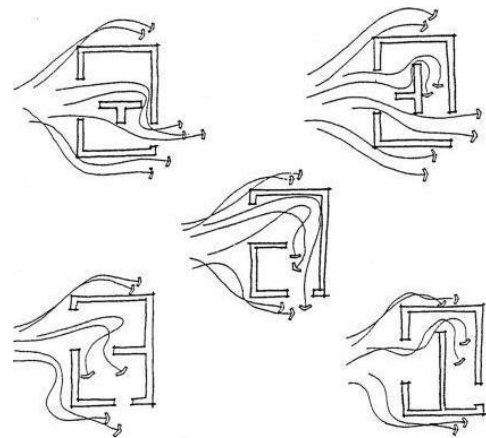
Εικόνα 100: Σχέση γωνίας πρόσπτωσης και ταχύτητας ανέμου σε χώρο με ένα άνοιγμα



Εικόνα 99: Σχέση γωνίας πρόσπτωσης και ταχύτητας ανέμου σε χώρο με δύο ανοίγματα

Στην Εικόνα 99 φαίνεται η κυκλοφορία του αέρα και η μέση ταχύτητά του στο εσωτερικό ορθογωνίου χώρου με ένα μόνο άνοιγμα, συναρτώμενα με την ταχύτητα και τη γωνία πρόσπτωσης του εξωτερικού ανέμου. Στην Εικόνα 100 υπάρχουν οι ίδιες παράμετροι με διαφορά όμως, την ύπαρξη δύο ανοιγμάτων. Στη δεύτερη περίπτωση διαπιστώνεται βελτίωση του αερισμού.

Ακολουθώς, απεικονίζεται σχηματικά η κυκλοφορία του αέρα σε χώρους απλής κάτοησης με δύο ανοίγματα, σε διαφορετικές πλευρές του κελύφους όμως (Εικόνα 101). Παρατηρώντας αυτές τις σχηματικές απεικονίσεις είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς ότι η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό μιας κατασκευής καθορίζεται από την διεύθυνση εισόδου του αέρα στο άνοιγμα. Η διεύθυνση αυτή εξαρτάται αρχικά από τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου, αλλά η τελική διαμόρφωσή της σε κάθε σημείο του κελύφους, εξαρτάται από το κατά περίπτωση μοντέλο ροής ανέμου γύρω από το κτίριο. Συνεπώς, ακόμα και σε κάθετη πρόσπτωση του ανέμου, το διάνυσμα της ταχύτητας του αερίου ρεύματος που προσπίπτει στην επιφάνεια δεν είναι κάθετο, παρά μόνο στην κεντρική περιοχή της.



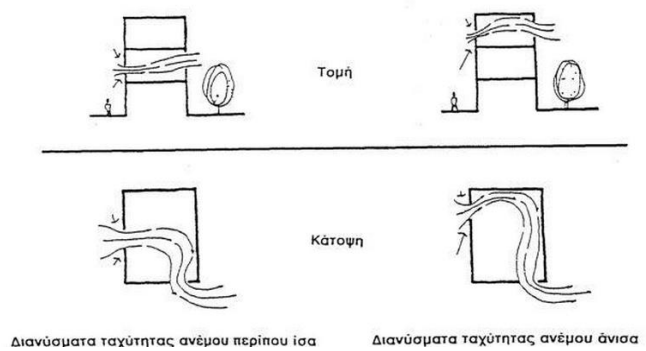
Εικόνα 101: Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό χώρο με δύο ανοίγματα σε διαφορετικές πλευρές

Αντίστοιχα, η διεύθυνση εισόδου του αερίου ρεύματος είναι συνάρτηση της σχετικής θέσης του ανοίγματος στην συγκεκριμένη επιφάνεια. Πιο συγκεκριμένα, η ροή του

⁴⁴ Smith, P.R and P.K Tamakloe, Natural Ventilation in Hot/Humid Areas, Physical Environmental Report, PR1, 1970.

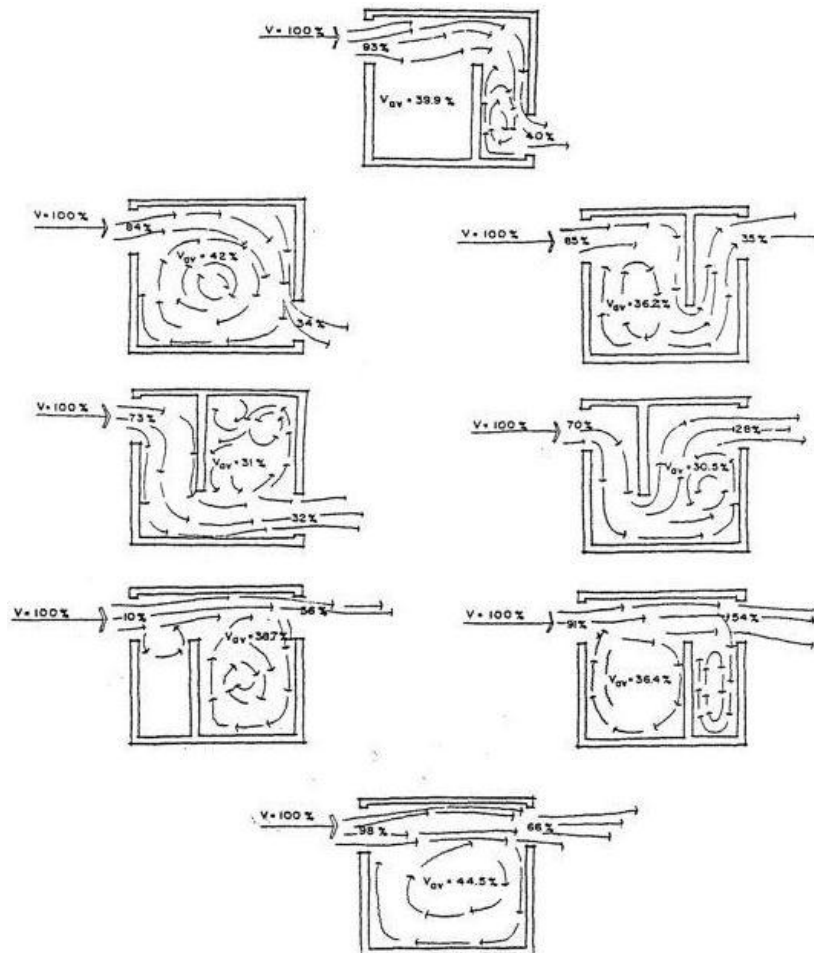
⁴⁵ M. Melaragno , Wind in Architectural and Environmental Design, Van Nostrand Reinhold Co, New York, 1982.

εισερχόμενου ρεύματος, από ανοίγματα στην κεντρική περιοχή, είναι περίπου κάθετη κι αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας της συμμετρίας των διανυσμάτων ταχύτητας. Σε αντίθετη περίπτωση, είσοδο δηλαδή από ανοίγματα απομακρυσμένα από την κεντρική περιοχή, η διεύθυνση της ταχύτητας του επιφανειακού ρεύματος είναι πλάγια και αναλόγως, η είσοδος του αέρα γίνεται υπό γωνία (Εικόνα 102).



Εικόνα 102: “Η διεύθυνση εισόδου του αερίου ρεύματος είναι συνάρτηση της σχετικής θέσης του ανοίγματος στην συγκεκριμένη επιφάνεια”

Αντίθετα με τα ανοίγματα σε προσήνεμη επιφάνεια, η σχετική θέση ανοιγμάτων σε απήνεμη πλευρά δεν επηρεάζει το μοντέλο κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό παρά μόνο σε περιορισμένη περιοχή που συνορεύει άμεσα με αυτά (Εικόνα 104). Ωστόσο, η θέση των ανοιγμάτων εξόδου του αέρα, είναι πιθανό να μειώνει την ταχύτητα του εξερχόμενου ρεύματος, σε τέτοιο βαθμό ώστε να το αναγκάζει να αλλάζει απότομα διευθύνσεις, έστω και στην κατάληξή του.

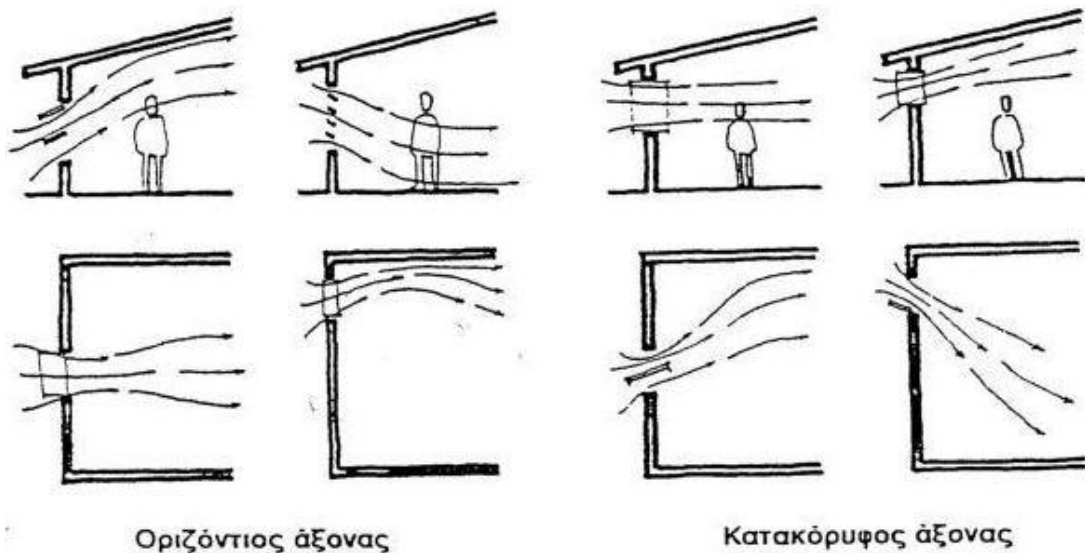


Εικόνα 103: Κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό ως συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, του αριθμού και της θέσης των ανοιγμάτων



Εικόνα 104: Σχετική θέση ανοιγμάτων σε απήνεμη πλευρά

Όπως προαναφέρθηκε, πέρα από τη σχετική θέση των ανοιγμάτων στο κέλυφος, ο τύπος του ανοίγματος, επιδρά σημαντικά στην είσοδο του αέρα στο εσωτερικό. Με τον όρο «τύπος» ανοίγματος εννοείται η διαδικασία την οποία ακολουθεί το αέριο ρεύμα και η διεύθυνση που ακολουθεί για να εισέλθει, εξ' αιτίας της κατασκευής του κουφώματος. Υπάρχουν διάφοροι τύποι κουφωμάτων, όπως ανοιγόμενα, συρόμενα, περιστρεφόμενα κλπ. Εμφανής μετατροπή της αρχικής διεύθυνσης πρόσπτωσης του ανέμου παρατηρείται κατά κύριο λόγο στα ανοίγματα με περιστρεφόμενο πλαίσιο, είτε περί κατακόρυφου είτε περι οριζόντιου άξονα. Έτσι, ρυθμίζουν τόσο την αρχική διεύθυνση εισόδου όσο και τη διαμόρφωση ροής στο εσωτερικό, στη συνέχεια, λόγω αδράνειας.



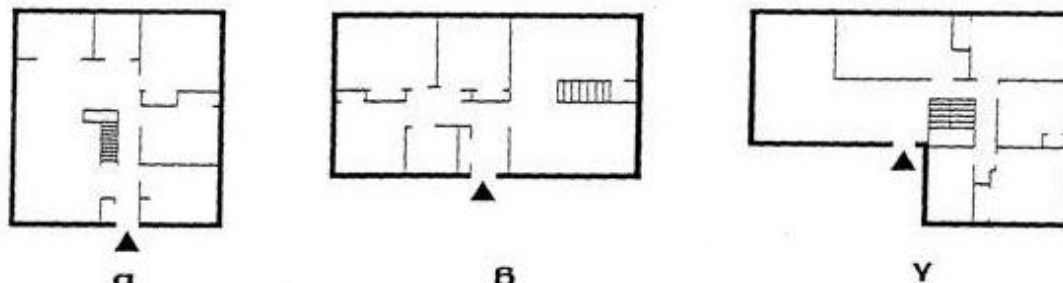
Εικόνα 105: Κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό σε σχέση με τον τύπο κουφώματος

Στις παρατηρήσεις που έχουν προκύψει από τις μελέτες κτιρίων-μοντέλων, απλούστερης κάτοψης, βασίζονται και οι μελέτες κυκλοφορίας του αέρα στο εσωτερικό κτιρίων με πιο περίπλοκη αρχιτεκτονική. Οι εκτιμήσεις που μπορούν να προκύψουν είναι πολύ σημαντικές, στο στάδιο του σχεδιασμού, μιας κατασκευής ιδιαίτερα όταν πρόκειται για βιοκλιματικό κτίριο. Οι παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα που εξάγονται χρησιμεύουν:

- Στην ορθολογικότερη σχεδίαση της κάτοψης
- Στην εκτίμηση των απαιτούμενων διαστάσεων και θέσεων των ανοιγμάτων στο κέλυφος
- Στην επιλογή κατάλληλου τύπου ανοίγματος, ανά περίπτωση
- Στην εκτίμηση των απαιτούμενων διαστάσεων και θέσεων των εσωτερικών ανοιγμάτων
- Στην σωστή κατανομή των χρήσεων των χώρων, με βάση τις απαιτήσεις αερισμού που παρουσιάζει η κάθε περίπτωση
- Στον εντοπισμό περιοχών με ανεπαρκή αερισμό

- Στον εντοπισμό περιοχών με αυξημένες και πιθανώς ενοχλητικές ταχύτητες αερίων μαζών, για τους χρήστες.

Ως συνοπτικό συμπέρασμα προκύπτει, ότι απλούστερες κατόψεις με συγκέντρωση των λειτουργιών προσφέρουν ευνοϊκότερες προϋποθέσεις αερισμού των χώρων ενός κτιρίου. Από τις τρεις περιπτώσεις, ίσου εμβαδού, της Εικόνας 106 η περίπτωση **α** εξασφαλίζει καλύτερο αερισμό.



Εικόνα 106: Διαφορετικοί τύποι κατόψεων ίσης επιφάνειας

ii. Διάδοση αερίων ρύπων στο εσωτερικό του κτιρίου

Εφόσον λοιπόν, ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός θέτει ως κανόνα την εκμετάλλευση των φυσικών πηγών και στην προκειμένη περίπτωση, αναφερόμενοι στον φυσικό αερισμό, ως χρήστες, αξιοποιούμε τις ιδιότητες του αερισμού, επιτρέποντας την είσοδο αερίων μαζών από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό του κτιρίου, μια παράμετρος που πρέπει να συνεκτιμηθεί είναι οι αέριοι ρύποι του περιβάλλοντος. Αναφερόμενοι στην ποιότητα του αέρα στο εσωτερικό μιας κατασκευής, αποσκοπώντας στην βέλτιστη δυνατή καθαρότητα και φρεσκάδα του εσωτερικού αέρα και εφόσον μια από τις σημαντικότερες ιδιότητες του αερισμού είναι η απομάκρυνση τέτοιων ρύπων, κρίνεται απαραίτητη η αποφυγή της αντιστροφής αυτής της ιδιότητας. Λόγω της συνεχώς αυξανόμενης μόλυνσης του περιβάλλοντος, ιδιαίτερα σε αστικά κέντρα ή βιομηχανικές ζώνες, ο κίνδυνος εισόδου μολυσμένου αέρα συνεχώς πολλαπλασιάζεται. Σε τέτοιες περιοχές επιβάλλεται από τον σχεδιασμό συστημάτων αερισμού, ο εντοπισμός των πιο ύποπτων, για εξωτερική μόλυνση, περιοχών του κελύφους. Σκοπός της μελέτης είναι να αποφευχθεί η τοποθέτηση εισόδων αερισμού σε επιβαρυνμένες από ρύπους περιοχές.

Για παράδειγμα, στην ατμόσφαιρα των πόλεων, οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις ρύπων, παρατηρούνται κοντά στο έδαφος. Με βάση τις ιδιότητες του θερμοσιφωνισμού, σε συνθήκες υψηλότερης εσωτερικής θερμοκρασίας, η είσοδος του αέρα από τα χαμηλότερα ανοίγματα είναι αυξημένη. Οι δύο αυτές παράμετροι, συνδυαζόμενες, φέρουν αρνητικά αποτελέσματα στις προϋποθέσεις ικανοποιητικής ποιότητας αέρα στους χαμηλότερους ορόφους. Ως λύση σε αυτό το πρόβλημα, προτείνεται ο περιορισμός της αεροπερατότητας των χαμηλότερων τμημάτων του κελύφους ενώ παράλληλα ο απαραίτητος αερισμός των χαμηλότερων ορόφων θα πρέπει να εξασφαλίζεται από ανοίγματα τοποθετημένα σε σημεία με λιγότερη ρύπανση.

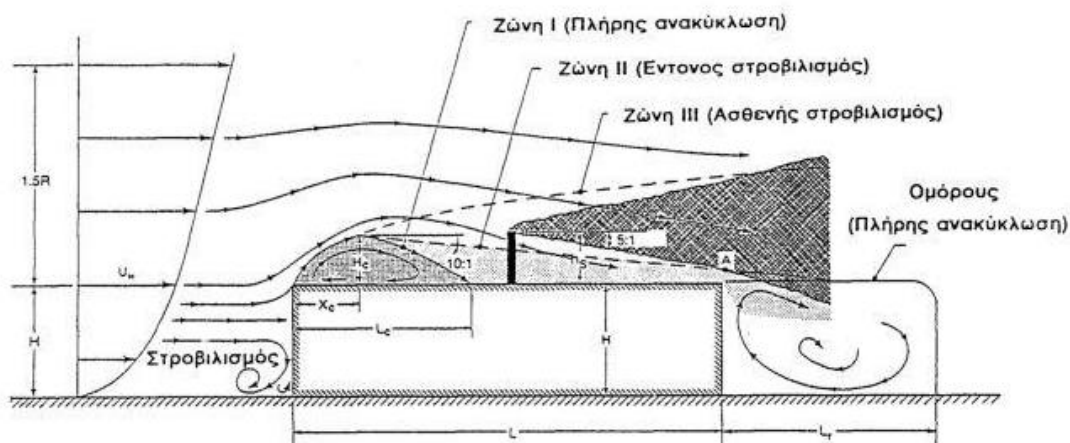
Αν αυτό συμβαίνει σε αραιοκατοικημένες περιοχές το πρόβλημα αναλογικά αυξάνεται και γίνεται πιο σύνθετο σε πυκνοκατοικημένες περιοχές. Παρατηρείται ότι, υπό συγκεκριμένες μετεωρολογικές συνθήκες σε συνδυασμό με την επίδραση του ανέμου, αέρια απόβλητα να κατευθύνονται σε ανοίγματα εισόδου του αέρα γειτονικών κτιρίων. Τα απόβλητα αυτά δεν προέρχονται απαραίτητα μόνο από γειτονικές πηγές (άλλες κατοικίες, εργοστάσια κλπ.), παρά είναι πιθανό, σαν αποτέλεσμα της ανακύκλωσης των αερίων μαζών, να προέρχονται και από το ίδιο το κτίριο.

Η μεταφορά αερίων ρύπων από καμινάδες, φουγάρα κλπ. είναι σίγουρα περίπλοκο πρόβλημα και εξαρτάται άμεσα από τις μετεωρολογικές συνθήκες και πιο συγκεκριμένα τον άνεμο και την ευστάθεια της ατμόσφαιρας. Όταν πρόκειται για μεγάλες ποσότητες ρύπων

αλλά και σε συχνά χρονικά διαστήματα, ο σχεδιαστής έχει περιορισμένα περιθώρια παρέμβασης. Αντίθετα, για φαινόμενα τοπικής κλίμακας, μελέτες του μοντέλου ροής του ανέμου σε υπό μελέτη κτίριο είναι πολύ σημαντικές και μπορούν να προβλέψουν τόσο την διάδοση ρύπων όσο και να εντοπίσουν τις κρίσιμες περιοχές του κελύφους.

Εφόσον, όπως προαναφέρθηκε, μπορεί να συμβεί και ανακύκλωση εκπομπών από τα κτίρια, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ότι από μελέτες έχουν προκύψει τρεις ζώνες στροβιλισμού (Εικόνα 107), εξ 'αιτίας της επίδρασης του ανέμου (μελέτες του Wilson⁴⁶). Έτσι, η πρώτη ζώνη εμφανίζεται στην προσήνεμη πλευρά της στέγης και συμβαίνει πλήρης ανακύκλωση των αερίων μαζών (recirculation cavity). Η δεύτερη ζώνη καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της επιφάνειας της οροφής και χαρακτηρίζεται από πολύ έντονο στροβιλισμό (high turbulence zone). Τέλος, η τρίτη ζώνη εκτείνεται ψηλότερα, και φτάνει μέχρι τα όρια του ομόρρου, όπου η ροή του ανέμου εξομαλύνεται (roof wake region). Οι ζώνες αυτές δεν έχουν συγκεκριμένη έκταση, αλλά είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών του εκάστοτε προσπίπτοντος ανέμου και ο ακριβής προσδιορισμός τους απαιτεί συστηματικές μετρήσεις σύμφωνα με την κάθε περίπτωση. Από τις εν λόγω μελέτες έχει προκύψει ότι ο κίνδυνος ανακύκλωσης των αερίων ρύπων και της πιθανής επανεισόδου στο κτίριο, μειώνεται προοδευτικά μέχρι να μηδενιστεί, όταν πρόκειται για εκπομπές εκτός του ομόρρου. Συνεπώς, στην περίπτωση αυτή είναι κρίσιμη η επιλογή του κατάλληλου ύψους της καμινάδας.

Ο φυσικός στροβιλισμός του ανέμου από μόνος του αλλά και οι επιδράσεις γειτονικών κτιρίων και εμποδίων στο περιβάλλον του υπό μελέτη κτιρίου, επηρεάζουν περίπλοκα τη διάδοση των αερίων ρύπων. Στην έκδοση ASHRAE Fundamentals περιλαμβάνονται λεπτομερέστερες περιγραφές των τρόπων διάδοσης αερίων ρύπων σε σχέση με τα φαινόμενα αερισμού των κτιρίων. Επιπλέον περιέχονται σχεδιαστικές προτάσεις αντιμετώπισης τέτοιων προβλημάτων. Δεν πρέπει να εξετάζονται όμως τα προβλήματα που δημιουργούνται μόνο από εξωτερικούς παράγοντες καθώς, και στο εσωτερικό μιας κατασκευής υπάρχουν χώροι περισσότερο ρυπογόνοι από άλλους, όπως WC, κουζίνα κλπ. Και στην περίπτωση αυτή συνεπώς, θα πρέπει να εντοπίζονται και να αντιμετωπίζονται κατά το βέλτιστο δυνατό τρόπο τέτοιες περιοχές, προβλέποντας περισσότερο και αμεσότερο αερισμό, ενώ παράλληλα θα πρέπει να περιορίζεται η αεροπερατότητα των διαχωριστικών στοιχείων μεταξύ τέτοιων χώρων και του υπόλοιπου κτιρίου.



Εικόνα 107: Ζώνες στροβιλισμού

⁴⁶ 1) Wilson, D.J., Flow Patterns over Flat-Roofed Buildings and Application to Exhaust Stack Design, ASHRAE Transactions, Vol.85, Part 2, 1979, pp 284-295.

2) Wilson D.J., A Design Procedure for Estimating Air Intake Contamination from Nearby Exhaust Vents, ASHRAE Transactions, Vol. 89, Part 2A, 1983, pp 136-152.

3.3.4 Φυσική ψύξη-δροσισμός (Παθητικός Δροσισμός).

A) Οι τρόποι που επιτυγχάνεται ο παθητικός δροσισμός.

Στοχεύοντας στην αίσθηση άνεσης των χρηστών στους εσωτερικούς χώρους ενός κτιρίου, μια από τις σημαντικές παραμέτρους, είναι η θερμοκρασία του χώρου. Κατά τη θερινή περίοδο, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι αρκετά υψηλές, είναι επόμενο (λόγω επαγωγής) να εμφανίζονται και υψηλές θερμοκρασίες στο εσωτερικό. Αυτό, δημιουργεί την ανάγκη για απαίτηση ψυκτικού φορτίου ώστε να πέφτουν οι θερμοκρασίες και να επέρχεται ισορροπία σε επίπεδα άνεσης.

Ο δροσισμός, των εσωτερικών χώρων, μπορεί να επιτευχθεί είτε μηχανικά (ενεργητικός δροσισμός) είτε με την εκμετάλλευση των ιδιοτήτων του αερισμού (παθητικός δροσισμός). Στη μελέτη αυτή θα_μας απασχολήσει περισσότερο ο δεύτερος. Η κίνηση του αέρα συναρτήσει της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ηλιοφάνειας αποτελούν τις πιο βασικές βιοκλιματικές παραμέτρους και συνδυαζόμενες με μη κλιματολογικούς παράγοντες (ηλικία, ένδυση, εργασία κλπ.) επηρεάζουν άμεσα τα βιολογικά φαινόμενα που προσδιορίζουν την ευεξία του ανθρώπου. Μια αύξηση της ταχύτητας του αέρα σε λογικά πλαίσια, μπορεί να προκαλέσει αυξημένη άνεση των χρηστών, αφού η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από εκείνη του δέρματος. Επίσης, η ψύξη που αντιλαμβάνεται κανείς, μπορεί να εμφανιστεί με την αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της επιφάνειας του δέρματος με τη δημιουργία κίνησης του αέρα, με τρόπο τέτοιο που να διακόπτεται το στρώμα κεκορεσμένου αέρα που περιβάλλει το σώμα. Πιο συγκεκριμένα, η ψύξη με φυσικό τρόπο, μπορεί να εξασφαλιστεί με διάφορες μεθόδους όπως, *εξάτμιση, από το έδαφος, από ακτινοβολία.*

1. Δροσισμός λόγω εξάτμισης

Είναι γνωστό από τους νόμους της φυσικής, ότι για την αλλαγή κατάστασης του νερού από υγρό σε αέριο απαιτείται ορισμένο ποσό θερμότητας (λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης). Για να συμβεί η μετατροπή, είναι απαραίτητο η πίεση ατμών του νερού (που είναι σε μορφή σταγονιδίων ή βρεγμένης επιφάνειας) να είναι υψηλότερη της πίεσης των υδρατμών της γύρω από την συγκεκριμένη περιοχή ατμόσφαιρας. Όταν η απορρόφηση θερμότητας, για να επιτευχθεί αυτή η αλλαγή φάσης, γίνεται από θερμό αέρα, τότε εμφανίζεται πώση της θερμοκρασίας του αέρα, ενώ παράλληλα αυξάνονται τα επίπεδα υγρασίας του. Στην περίπτωση αυτή προκαλείται *άμεσος εξατμιστικός δροσισμός*. Σε αντίθετη περίπτωση, που παρατηρείται μεν μείωση της θερμοκρασίας του αέρα, αλλά δεν αυξάνονται τα επίπεδα υγρασίας, προκαλείται *έμμεσος εξατμιστικός δροσισμός* (συναντάται όταν η εξάτμιση γίνεται πάνω σε επιφάνεια ή μέσα σε σωλήνα). Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι, η ψύξη από εξάτμιση μπορεί να μεγιστοποιηθεί με την αύξηση της επιφάνειας επαφής του αέρα με το νερό, καθώς επίσης και με τη σχετική κίνηση του αέρα και του νερού. Ωστόσο, η άμεση ψύξη από εξάτμιση πρέπει να συνδυάζεται με ικανοποιητικό ρυθμό ανανέωσης του αέρα, λόγω του ότι αυξάνει την υγρασία των εσωτερικών χώρων, για να αποφεύγεται ο κίνδυνος συμπυκνώσεων και την ανάπτυξη μούχλας. Πρέπει να αναφερθεί επίσης, ότι ο συγκεκριμένος τρόπος δροσισμού δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρά κλίματα όπου ο αέρας είναι κοντά στο σημείο κορεσμού και είναι αποτελεσματικότερος σε ξηρά κλίματα, λόγω του ότι ο ρυθμός εξάτμισης είναι αντιστρόφως ανάλογος της υγρασίας του περιβάλλοντος.

Στα συστήματα *άμεσης* εξατμιστικής ψύξης περιλαμβάνονται η βλάστηση (για εξατμισοδιαπνοή), σιντριβάνια, κρήνες, πισίνες, υδάτινοι πίδακες, τόσο σε εξωτερικούς χώρους κοντά στα κτίρια, όσο και σε εσωτερικές αυλές και αίθρια, με σκοπό να ψύχουν τον αέρα πριν εισέλθει σ' αυτά. Κάποια από τα συστήματα βασίζονται στη χρήση πύργων στους οποίους ψεκάζεται νερό. Έτσι, ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στον πύργο, ψύχεται λόγω

εξάτμισης (του ψεκαζόμενου νερού) και ακολούθως μεταφέρεται στο κτίριο. Στον έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό περιλαμβάνονται οι ανοιχτές λίμνες οροφής, αλλά και ο ψεκασμός των δωματίων με νερό. Επιπρόσθετα, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης που αφορούν άμεση, έμμεση ή και συνδυασμένη εξάτμιση.

2. Δροσισμός από το έδαφος

Η εν λόγω μέθοδος αφορά την αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με τον αέρα του περιβάλλοντος κατά την περίοδο του καλοκαιριού. Σε πολλά μέρη μιας χώρας, είναι δυνατόν να παρατηρούνται ισχυρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία μεταξύ των εποχών (π.χ καύσωνα το καλοκαίρι και θερμοκρασίες υπό του μηδενός τον χειμώνα), ωστόσο, λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, η θερμοκρασία⁴⁷ παραμένει σχετικά σταθερή. Αυτή η θερμοκρασία λοιπόν, είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα πάνω από το έδαφος κατά το χειμώνα και χαμηλότερη κατά το καλοκαίρι.

Η εκμετάλλευση αυτής της ιδιότητας του εδάφους, μπορεί να συμβεί με διάχυση θερμότητας προς το έδαφος είτε με αγωγή, είτε με μεταφορά. Στην περίπτωση της *αγωγής*, πρέπει, μέρος του περιβλήματος του κτιρίου να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εδαφικό υλικό. Έτσι, οι υπόσκαφες ή ημιυπόσκαφες κατασκευές, εφόσον το επιτρέπουν οι τοπογραφικές συνθήκες, συνεισφέρουν σημαντικά στη μείωση ψυκτικού φορτίου στα κτίρια. Με τον συγκεκριμένο τρόπο, σε θερμά και ξηρά κλίματα, αποβάλλεται θερμότητα από το εσωτερικό προς το έδαφος. Πρακτικά, για την εφαρμογή αυτής της μεθόδου, τα τμήματα του περιβλήματος που βρίσκονται κάτω από το έδαφος, δεν θα πρέπει να μονώνονται, αλλά να υγραμονώνονται για την αποφυγή προβλημάτων υγρασίας στις επιφάνειές τους. Ωστόσο, σε κλίματα που παρατηρούνται ψυχροί χειμώνες, η θερμομόνωση του κελύφους συνιστάται, για να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος.

Στην περίπτωση της *μεταφοράς*, χρησιμοποιείται υπεδάφιο σύστημα εναλλακτών, οι οποίοι έχουν ως σκοπό να ψυχθεί ο αέρας, που προορίζεται για τον αερισμό του κτιρίου, πριν εισέλθει στο κτίριο με τη διέλευσή του μέσα από υπόγειο αγωγό, αφού πρώτα έχει απορροφηθεί από ανεμιστήρες. Αυτό το σύστημα λειτουργεί τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι και συμβάλλει στην προθέρμανση του ψυχρού αέρα, κατά το χειμώνα, καθώς το έδαφος είναι θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

3. Δροσισμός από ακτινοβολία

Βάσει των νόμων της φυσικής, για να γίνει μετάδοση θερμοκρασίας με ακτινοβολία, απαιτούνται δυο παρακείμενες μάζες, οι οποίες έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Η θερμότερη εκ των δύο ακτινοβολεί θερμότητα προς την ψυχρότερη. Αν η ψυχρότερη έχει σταθερή θερμοκρασία, τότε η άλλη θα ακτινοβολήσει τόση θερμότητα ώστε να μειωθεί η θερμοκρασία της και να φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας με την ψυχρότερη.

Ο νυχτερινός θόλος είναι σταθερά ψυχρός, ακόμα και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όταν είναι καθαρός και δεν υπάρχουν σύννεφα. Αυτό συνεπάγεται ότι κάθε κτιριακός όγκος που αντικρίζει τον ουρανό ανταλλάσσει θερμότητα μ' αυτόν. Ωστόσο, για να προκαλείται σημαντική ροή θερμότητας, απαιτείται η διαφορά θερμοκρασίας να είναι το λιγότερο 7 °C. Βάσει αυτής της αρχής λοιπόν, στην πράξη, ένα σημαντικό ποσό θερμότητας που έχει συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της μέρας, σε μια μάζα νερού ή σε ένα κτίριο θα ακτινοβοληθεί προς τον ουρανό κατά τις νυχτερινές ώρες, όταν ο καιρός είναι σχετικά καλός. Μετά από τη

⁴⁷ Για την Ελλάδα, σε σχέση με το γεωγραφικό πλάτος, οι θερμοκρασίες αυτές κυμαίνονται από 10°C-21°C. Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», διπλωματική εργασία Ε.Μ.Π, Αργυράκη Μαρία, Αθήνα 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

διαδικασία αυτή, στο τέλος της νύχτας, έχει επιτευχθεί τελικά η ψύξη της μάζας νερού ή του κτιρίου.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι οι αδιαφανείς κτιριακές επιφάνειες θα πρέπει να έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην περιοχή ακτινοβολίας μικρού κύματος, έτσι ώστε να ανακλούν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία και να μην την απορροφούν. Ταυτόχρονα όμως, θα πρέπει να έχουν τη μέγιστη ικανότητα εκπομπής της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, ώστε να ενισχύουν τη διαδικασία ακτινοβολίας θερμότητας από το κτίριο προς τον ουρανό. Στα υγρά κλίματα βέβαια, η επίδραση της ακτινοβολίας θερμότητας δεν είναι τόσο έντονη, αφού ο υγρός αέρας είναι λιγότερο διαπερατός από την υπέρυθη ακτινοβολία (μεγάλου μήκους κύματος), από ότι ο ξηρός. Αξίζει να σημειωθεί ότι, η νυχτερινή ακτινοβολία από κατακόρυφες επιφάνειες είναι περιορισμένη, γι' αυτό και το φαινόμενο αυτό μπορεί να εφαρμοστεί καλύτερα σε οροφές.

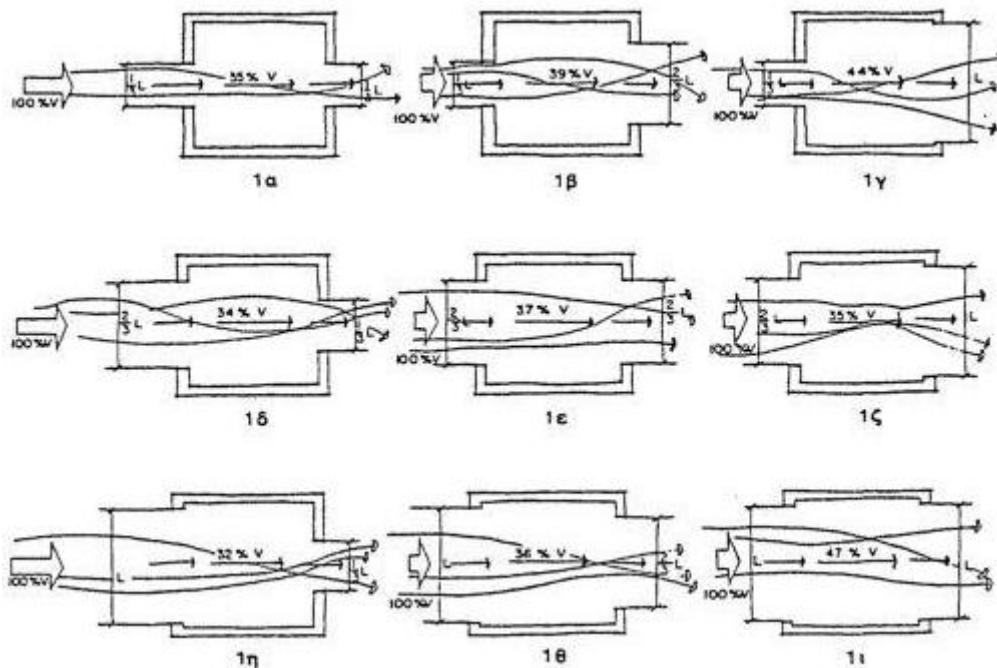
Τα συστήματα νυκτερινής ακτινοβολίας που εφαρμόζονται συνηθέστερα είναι ο μεταλλικός ακτινοβολητής τοποθετημένος στην οροφή ενός κτιρίου και η λίμνη οροφής. Κατασκευαστικά, το σύστημα του μεταλλικού ακτινοβολητή αποτελείται από μια μεταλλική με αυλακώσεις, διπλή πλάκα, η οποία τοποθετείται εξωτερικά της οροφής και ακτινοβολεί προς τον ουρανό μεγάλα ποσά θερμότητας, κατά τη διάρκεια της νύκτας (και εφόσον το επιτρέπει ο καιρός). Επιπλέον, μπορούν να προστεθούν πτερύγια για την μεγιστοποίηση της μετάδοσης θερμότητας από τον εσωτερικό αέρα προς το δροσιστικό στοιχείο. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Ο θερμός εσωτερικός αέρας διέρχεται μέσα από το σύστημα του ακτινοβολητή, ψύχεται κατά την επαφή του με την ψυχρή εσωτερική πλευρά του και επαναδιοχετεύεται στο κτίριο. Σε περιοχές που συναντώνται έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου, το οποίο είναι διαπερατό από την υπέρυθη ακτινοβολία, επιτρέπει την εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με τον θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να περιορίζεται η αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.

B) Ο παθητικός δροσισμός ως συνάρτηση της θέσης των ανοιγμάτων στο κέλυφος, της ταχύτητας και της διεύθυνσης του ανέμου.

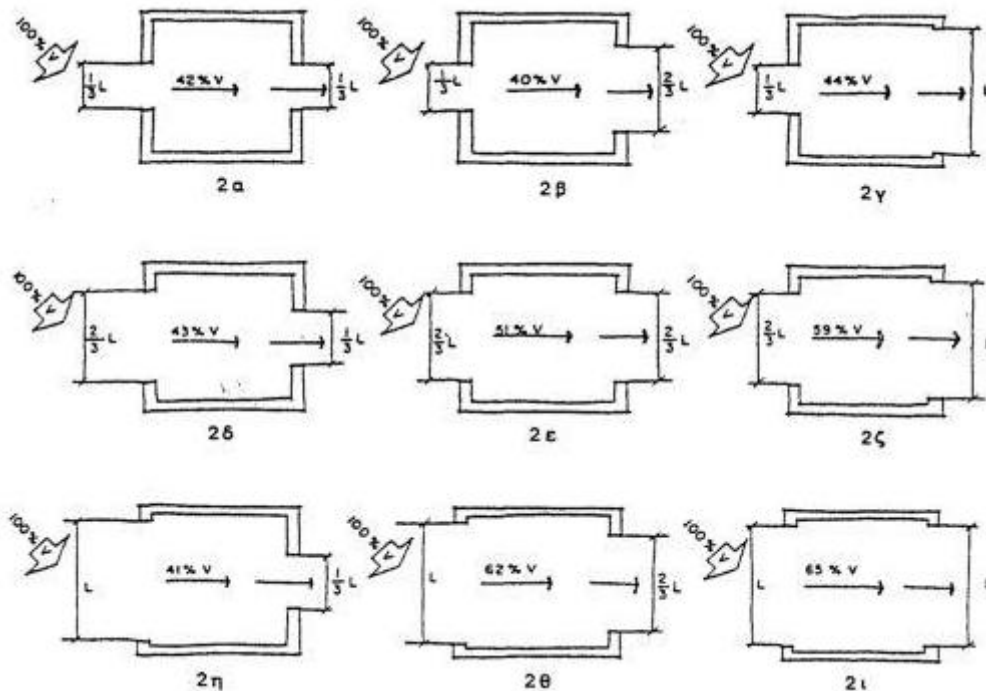
Ο μηχανισμός του παθητικού δροσισμού εξαρτάται άμεσα από πολλούς παράγοντες καθώς ο συνδυασμός των διαφόρων βιοκλιματικών παραμέτρων στο αίσθημα της ευεξίας είναι περίπλοκος και σε μεγάλο βαθμό υποκειμενικός. Ωστόσο μπορούν να αναφερθούν εκείνοι, που το αποτέλεσμα της επιρροής τους είναι σημαντικό και θα μπορούσε να πει κανείς και αντιληπτό.

Η *ταχύτητα των αέριων ρευμάτων* αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τον προσδιορισμό της αποτελεσματικότητας του αερισμού, στο δροσισμό. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι σε συνθήκες αίσθησης ζέστης, οι ταχύτητες αέριων ρευμάτων που αγγίζουν το 0.1m/s- 0.2m/s αρχίζουν να επιδρούν ευεργετικά στο ανθρώπινο σώμα σε ηρεμία. Εκτός από τις ταχύτητες και ο *στροβιλισμός* διευκολύνει επίσης το δροσισμό.

Οι ταχύτητες των αέριων μαζών μπορούν να ρυθμιστούν από τη *θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων* στο κέλυφος του κτιρίου. Έτσι, συνθήκες μεγαλύτερων ταχυτήτων αέριων ρευμάτων επιτυγχάνονται σε χώρους με περισσότερα ανοίγματα και μάλιστα όταν κατανέμονται σε περιοχές μεγαλύτερης διαφοράς πίεσης με σκοπό να προκύπτει διαμπερής αερισμός (cross ventilation/Κεφάλαιο 3.3.3 Α). Έχει υπολογιστεί ότι ο διαμπερής αερισμός είναι αποτελεσματικότερος σε χώρους με τρία ανοίγματα σε αντίστοιχες πλευρές, ωστόσο, εξ' αιτίας αντικειμενικών περιορισμών που παρουσιάζονται, δεν συναντώνται συχνά τέτοιες περιπτώσεις σε κτίρια κι έτσι έχει μελετηθεί περισσότερο η περίπτωση με δύο ανοίγματα.

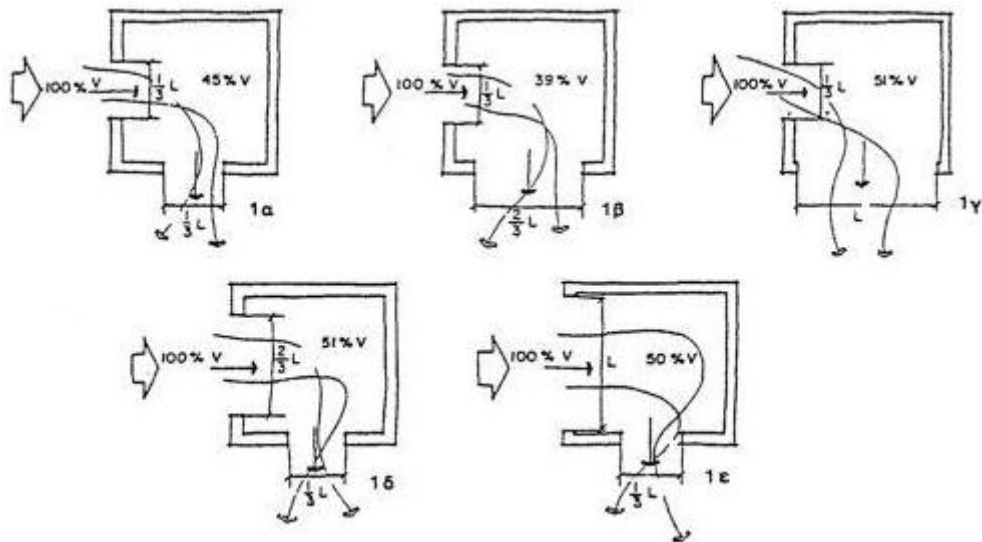


Εικόνα 108: Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (ευθεία πρόσπτωση ανέμου), τα ανοίγματα βρίσκονται σε απέναντι πλευρές.

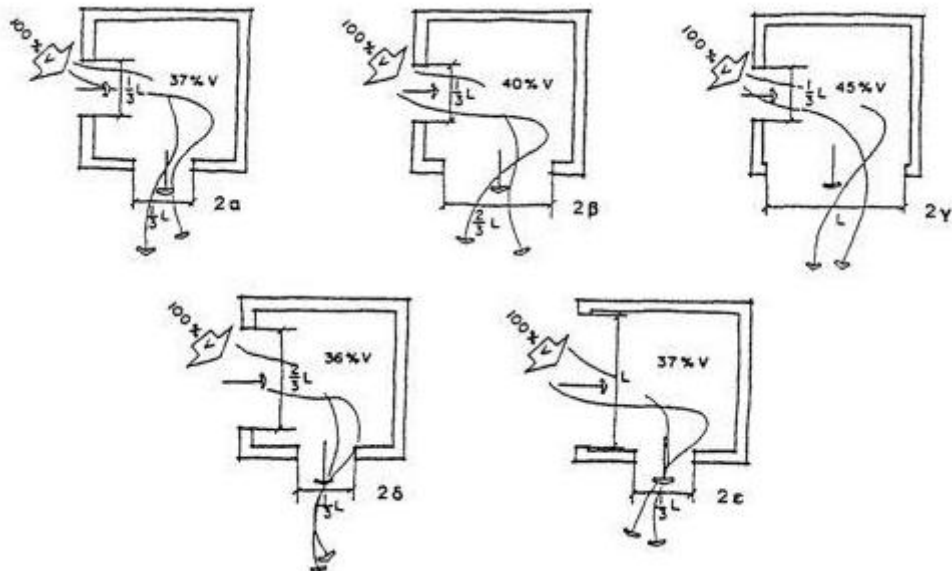


Εικόνα 109: Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (πρόσπτωση ανέμου υπο γωνία), τα ανοίγματα βρίσκονται σε απέναντι πλευρές.

Στις εικόνες 108,109 , 110 και 111 φαίνεται ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό. Στις εικόνες 108 και 109 τα ανοίγματα βρίσκονται σε απέναντι πλευρές, ενώ στις εικόνες 110 και 111 , σε γειτονικές πλευρές.



Εικόνα 110: Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμεπή αερισμό (ευθεία πρόσπτωση ανέμου), τα ανοίγματα βρίσκονται σε γειτονικές πλευρές



Εικόνα 111: Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμεπή αερισμό (πρόσπτωση ανέμου υπο γωνία), τα ανοίγματα βρίσκονται σε γειτονικές πλευρές

Παρατηρώντας τα παραπάνω παραδείγματα, φαίνεται ότι στην περίπτωση τοποθέτησης των ανοιγμάτων σε απέναντι πλευρές, ο αερισμός αυξάνει, για πλάγια πρόσπτωση ανέμου και για μέγιστο πλάτος ανοίγματος (1α και 2α), ενώ στην περίπτωση γειτονικών πλευρών ο εντονότερος αερισμός παρουσιάζεται σε μέγιστο πλάτος του ανοίγματος εξόδου (1γ και 2γ). Βέβαια, είναι προφανές ότι σε κτίρια με πιο περίπλοκη κάτοψη άρα και περισσότερα χωρίσματα στο εσωτερικό, ο διαμεπής αερισμός αυξάνεται ανάλογα με την αεροπερατότητα των διαχωριστικών στοιχείων. Επιπλέον, οι συχνές και απότομες αλλαγές της διεύθυνσης του ανέμου (χαρακτηριστικό των πολύπλοκων κατόψεων) έχουν σαν αποτέλεσμα την απώλεια κινητικής ενέργειας και κατ' επέκταση και τη μείωση της ταχύτητας του αερίου ρεύματος.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η μέση ταχύτητα των αέριων ρευμάτων σε κλειστό χώρο, δεν μπορεί να αυξάνεται απεριόριστα. Γι' αυτό και το ανώτερο επιτρεπτό όριο έχει οριστεί κατά συνθήκη ως το 1m/s (αντιστοιχεί σε ανασήκωμα μιας σελίδας από οριζόντια επιφάνεια). Να σημειωθεί όμως ότι, σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος

(πάνω από τη μέση θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος), είναι απαραίτητες οι μεγαλύτερες από 1.5m/s ταχύτητες. Όμως, αντίθετα με τον άνεμο, που σε μεγαλύτερες από 3m/s ταχύτητες, προσφέρει ικανοποιητικό δροσισμό, ο θερμοσιφωνισμός αποδεικνύεται παράγοντας με μικρότερη αποτελεσματικότητα στον δροσισμό, εξ' αιτίας των μικρών διαφορών εσωτερικής-εξωτερικής θερμοκρασίας σε θερμές περιόδους.

Συνοψίζοντας, με βάση τα παραπάνω, ο αερισμός, αποδεικνύεται σημαντικός ποιοτικός παράγοντας για τον δροσισμό, ιδιαίτερα στα θερμά κλίματα, αλλά παράλληλα αναδεικνύεται και η δυσκολία παρέμβασης του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού στη διαδικασία αερισμού των κτιρίων, εφόσον εξαρτάται από αστάθμητους παράγοντες.

3.4 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

I. ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

[Π: «ΚΑΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ», Υ.Π.Ε.Κ.Α ΕΙΔΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ Τ.Ε.Ε. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010](#)

Η ολική ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω σε μια οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια, έχει δυο συνιστώσες: την άμεση και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Άμεση ηλιακή ακτινοβολία είναι αυτή η οποία φτάνει απ' ευθείας από τον ηλιακό δίσκο στην επιφάνεια του εδάφους χωρίς να έχει υποστεί σκέδαση (αλλαγή κατεύθυνσης) κατά τη διαδρομή της μέσα στην ατμόσφαιρα. Εξαρτάται από την απόσταση Ήλιου-Γης, την ηλιακή απόκλιση (δ), το ηλιακό ύψος (α), το γεωγραφικό πλάτος του τόπου (φ), το υψόμετρο του τόπου (h), την κλίση της επιφάνειας επί της οποίας προσπίπτει (β), καθώς και από την απορρόφηση και διάχυση την οποία υφίσταται μέσα στην ατμόσφαιρα.

Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία είναι το ποσό της ακτινοβολίας που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους μετά την ανάκλαση ή σκέδαση μέσα στην ατμόσφαιρα, αλλά και μετά από ανάκλαση πάνω στην επιφάνεια της Γης. Η διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία εξαρτάται από το ηλιακό ύψος(α), το υψόμετρο του τόπου, τη λευκαύγεια του εδάφους, το ποσό και το είδος των νεφών, καθώς και από την παρουσία διαφόρων κέντρων σκεδάσεως (αερολυμάτων, υδροσταγόνων κ.α.) που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα.

Όσο μεγαλύτερη είναι η απόσταση που διανύει η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στην ατμόσφαιρα, τόσο μικρότερο είναι το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια της Γης. Για τον λόγο αυτό η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι πολύ μεγαλύτερη κατά την θερινή περίοδο σε σχέση με τη χειμερινή. Τέλος, όσο πιο κάθετα προσπίπτει η ηλιακή ακτινοβολία πάνω σε μια επιφάνεια στην Γη τόσο μεγαλύτερη είναι η έντασή της.

Η Ελλάδα παρουσιάζει ένα ιδιαίτερα υψηλό ηλιακό δυναμικό, περίπου 1,400-1,800 (kWh/(m² .yr)) ετησίως σε οριζόντιο επίπεδο, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το ανάγλυφο της περιοχής. Η ηλιακή ακτινοβολία είναι μια μορφή ενέργειας με σχεδόν σταθερή και προβλέψιμη ένταση (W/m²) στη διάρκεια του χρόνου και της ημέρας. Η ηλιακή ακτινοβολία παρουσιάζει τη μέγιστη ένταση της κατά τη διάρκεια του μεσημεριού (μέγιστο ηλιακό ύψος), τόσο κατά τη θερινή όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο. Η ηλιακή ενέργεια είναι μεγαλύτερη κατά τη θερινή περίοδο, λόγω την θέσης του ήλιου, αλλά και λόγω της αύξησης των ωρών ηλιοφάνειας (μείωση των νεφώσεων).

Για τον υπολογισμό της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας σε οποιαδήποτε κεκλιμένη ή/και περιστρεφόμενη επιφάνεια, είναι απαραίτητη η γνώση της ηλιακής ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο. Στην Ελλάδα η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (EMY) καταγράφει εδώ και πολλά χρόνια τις ώρες ηλιοφάνειας ανά ημέρα (hr/day), αλλά και σε κάποιες περιπτώσεις την ολική ηλιακή ακτινοβολία (kWh/m²) για διάφορες περιοχές της χώρας μας.

Οι θέσεις των μετεωρολογικών σταθμών επιλέγονται ώστε οι μετρήσεις να είναι αξιόπιστες και να μην επηρεάζονται από φυσικά εμπόδια ή τοπικά φαινόμενα που να αλλοιώνουν το αποτέλεσμα. Στον Πίνακα 4.1 δίνονται μέσες τιμές για την μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για διάφορες περιοχές της Ελλάδος. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν από την επεξεργασία μετρήσεων της μέσης μηνιαίας ηλιοφάνειας (hr/mo) με χρονική διάρκεια πάνω από 30 έτη για τις περισσότερες περιοχές, οι οποίες παραχωρήθηκαν από την ΕΜΥ. Για τους υπολογισμούς χρησιμοποιήθηκαν εμπειρικές σχέσεις [8,9,10] όπως ισχύουν για τις ελληνικές περιοχές, καθώς και παλαιότερα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας τα οποία έχουν δημοσιευτεί σε επιστημονικές εργασίες και συνέδρια [11,12,13,14].

Για όποιες περιοχές δεν υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν δεδομένα από την πλησιέστερη περιοχή στην οποία παρατηρείται παρόμοια μορφολογία εδάφους (ορεινοί όγκοι, κ.α.) και παρόμοιος προσανατολισμός.

Πίνακας 5: Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο (kWh/m².μο).

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αιγάριο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αρχαίοι	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αίλασος	51,0	70,0	114,0	158,0	205,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Αραζος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Αργος (Πυργίλια)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργασόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,6	96,1	57,6	45,1
Καλαμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Κομοτηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλιο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λημνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0
Μαθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πάργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ροδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	68,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	226,0	204,0	160,0	109,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

Πίνακας 6: Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².mo)].

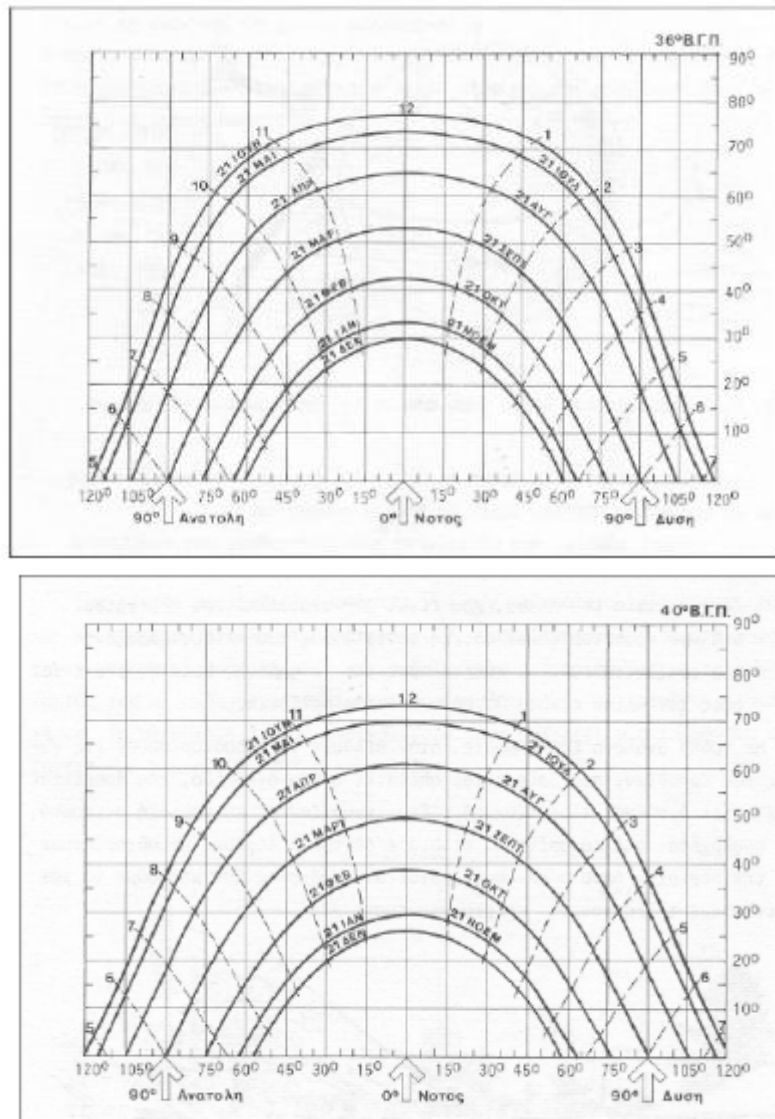
Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα, Ελληνικά	25,1	32,2	50,3	65,7	81,9	85,5	85,3	73,7	55,5	40,1	26,5	22,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	25,1	32,0	50,4	65,6	81,8	85,5	85,2	73,7	55,5	40,1	26,3	21,8
Αργείο	24,6	31,7	50,0	65,2	81,9	85,8	85,5	73,6	55,1	39,5	25,9	21,4
Αρχιάλο	23,9	30,9	49,1	65,1	82,1	86,1	85,7	73,5	54,7	38,5	24,8	20,5
Αλεξανδρούπολη	21,4	29,1	47,5	64,2	82,2	86,8	86,2	73,2	53,6	37,1	23,0	18,3
Αλιάρτος	23,1	31,0	49,8	65,7	82,2	85,7	85,4	73,7	55,3	39,4	25,8	20,8
Ανδραβίδα	25,6	32,6	51,0	65,9	82,0	85,6	85,3	73,8	55,6	40,4	26,8	22,4
Αραζός	24,9	32,1	50,4	65,7	82,0	85,6	85,3	73,7	55,4	40,0	26,3	21,7
Άργος (Πυργέλα)	25,9	32,9	51,2	66,0	82,0	85,4	85,2	73,8	55,8	40,6	27,1	22,6
Αργασόλι	25,1	32,1	50,6	65,8	82,1	85,7	85,4	73,7	55,4	40,0	26,4	21,8
Άρτα	24,3	31,4	49,7	65,1	82,1	86,1	85,6	73,5	54,8	39,1	25,4	21,0
Ζάκυνθος	25,4	32,2	49,8	65,9	81,8	85,3	85,2	73,8	55,7	40,1	26,3	21,8
Ηράκλειο	27,6	34,4	52,6	66,8	81,5	84,3	84,3	74,1	57,2	42,8	29,4	24,8
Θεσσαλονίκη	21,8	29,2	47,3	64,2	82,0	86,6	86,1	73,1	53,6	36,9	23,1	18,7
Ιεράπετρα	28,6	35,3	53,4	67,1	81,5	84,1	84,2	74,1	57,4	43,3	30,2	25,8
Ιωάννινα	22,4	29,6	48,1	64,0	81,8	86,2	85,8	73,4	54,1	38,0	23,9	19,3
Καλαμάτα	26,4	33,2	51,5	66,0	81,8	85,1	84,9	73,8	56,1	41,1	27,6	23,1
Καστοριά	22,5	29,7	48,1	64,3	81,7	86,6	86,0	73,2	53,7	37,4	23,5	19,1
Κέρκυρα	23,2	30,5	49,1	65,0	82,3	86,3	85,8	73,5	54,4	38,4	24,6	20,1
Κομοτηνή	21,1	28,5	47,1	64,3	82,4	87,0	86,3	73,2	53,4	36,8	22,8	18,2
Κόνιτσα	22,3	29,2	48,5	64,2	82,2	86,4	85,9	73,3	54,0	37,8	24,1	19,7
Κόρινθος (Βέλο)	25,4	32,5	50,7	65,9	82,0	85,5	85,3	73,7	55,6	40,2	26,6	22,0
Κύθηρα	27,1	33,7	52,1	66,4	81,8	84,7	84,6	73,9	56,7	41,9	28,5	23,9
Λαμία	24,0	31,0	49,4	65,3	82,0	85,9	85,5	73,5	54,8	38,9	25,3	20,8
Λάρισα	22,9	30,3	48,8	65,1	82,2	86,3	85,8	73,4	54,4	38,1	24,3	19,7
Λήμνος	22,1	29,9	48,6	65,1	82,4	86,5	85,9	73,4	54,3	38,2	24,1	19,3
Μεθώνη	23,4	30,7	49,4	65,2	82,5	86,4	85,9	73,4	54,4	38,5	25,0	20,5
Μήλος	25,1	31,6	51,3	66,6	81,9	85,0	84,9	73,9	56,4	41,3	28,0	22,5
Μυτιλήνη	22,8	30,5	49,2	65,4	82,3	86,1	85,7	73,6	54,9	39,1	25,3	20,4
Νάξος	25,5	32,7	51,3	66,2	81,9	85,2	85,0	73,9	56,1	41,1	27,5	22,7
Πάρος	25,5	33,0	51,4	66,4	82,0	85,1	84,9	73,8	56,2	41,2	27,6	23,0
Πάτρα	23,9	31,3	50,5	65,3	82,1	85,7	85,3	73,6	55,4	39,8	25,9	21,5
Πύργος	25,8	32,7	51,1	65,9	82,0	85,4	85,2	73,8	55,7	40,6	27,0	22,6
Ρέθυμνο	27,1	34,4	52,1	66,8	81,6	84,3	84,3	74,0	57,2	42,2	29,5	24,4
Ρόδος	27,1	33,9	52,2	66,5	81,7	84,8	84,7	73,9	56,6	41,9	28,5	23,9
Σάμος	25,5	32,6	51,0	66,1	82,0	85,5	85,3	73,9	55,8	40,6	27,1	22,5
Σέρρες	21,2	28,9	47,2	64,1	82,1	86,9	86,2	73,1	53,4	36,7	22,7	18,1
Σητεία	27,8	34,7	52,9	66,8	81,5	84,2	84,3	74,1	57,3	43,0	29,6	25,0
Σκύρος	22,8	30,5	49,1	65,4	82,1	86,0	85,6	73,6	54,9	39,0	25,1	20,3
Σούδα	27,4	34,3	52,8	66,8	81,6	84,4	84,4	74,1	57,1	42,6	29,1	24,5
Σύρος	24,9	32,7	50,9	66,3	82,0	85,3	85,1	73,8	55,9	41,9	27,2	22,6
Τανάγρα	24,4	31,5	49,7	65,5	82,0	85,7	85,4	73,7	55,3	39,6	25,7	21,2
Τρκαλα Ημαθίας	22,3	29,6	47,5	64,2	81,9	86,7	86,0	73,2	53,6	37,1	23,4	19,1
Τρίπολη	25,8	32,5	50,8	65,7	81,6	85,3	85,0	73,7	55,8	40,6	27,0	22,7
Τυμπάκιο	28,7	35,4	53,4	67,0	81,5	84,1	84,2	74,1	57,5	43,3	30,1	25,7
Χανιά	27,0	34,2	52,4	66,8	81,6	84,4	84,4	74,0	57,1	42,4	29,2	24,4
Χίος	23,8	31,2	50,2	65,8	82,2	85,8	85,4	73,7	55,4	39,9	26,2	21,4
Χρυσούπολη	22,1	29,8	47,8	63,9	82,4	86,8	86,2	73,1	53,5	37,0	23,3	18,2

II. ΗΛΙΑΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Π: «Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20702-5/2010, ΒΙΟΚΛΙΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ», ΥΠΕΚΑ, <http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%A E-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>

Ηλιακοί χάρτες ονομάζονται τα διαγράμματα, τα οποία απεικονίζουν τις φαινόμενες τροχιές του ηλίου στο επίπεδο ορθής προβολής για συγκεκριμένο γεωγραφικό πλάτος. Με τα διαγράμματα αυτά προσδιορίζεται η θέση –ύψος και αζιμούθιο- του ηλίου για κάθε μήνα – συνήθως την 21^η του μήνα- για όλες τις ώρες της μέρας. Έχουν δημιουργηθεί ηλιακοί χάρτες

για όλα τα γεωγραφικά πλάτη. Για την Ελλάδα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, υπάρχουν διαθέσιμοι χάρτες στο Παράρτημα Γ' της ΤΟΤΕΕ 20701-3/3010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών», για γεωγραφικά πλάτη από 35° έως 40°B, με βήμα 1°. Ηλιακοί χάρτες απεικονίζονται στο σχήμα 2.7, για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36° και 40° αντίστοιχα.



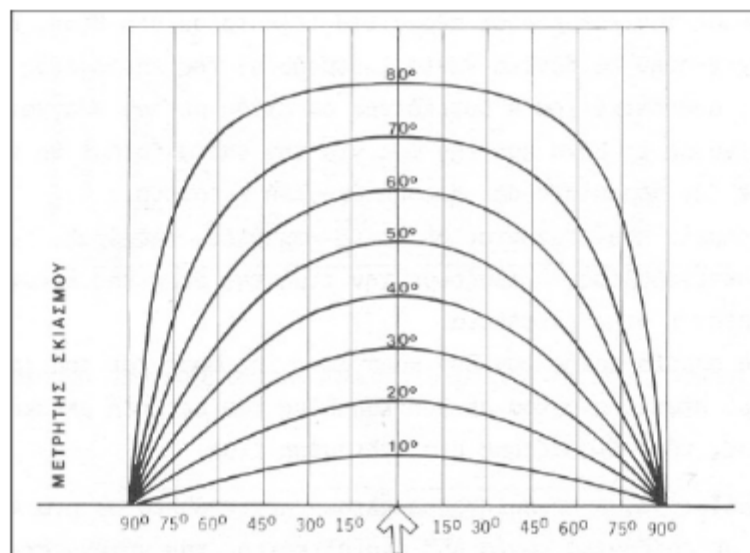
Εικόνα 112: Ηλιακοί χάρτες για Βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36° και 40° αντίστοιχα

Σε κάθε ηλιακό χάρτη απεικονίζονται επτά (7) φαινόμενες τροχιές του ήλιου, από τις οποίες αυτή του Δεκεμβρίου έχει τη χαμηλότερη τροχιά (την 21^η Δεκεμβρίου παρατηρείται το χειμερινό ηλιοστάσιο), ενώ του Ιουνίου έχει τη μεγαλύτερη (την 21^η Ιουνίου παρατηρείται το θερινό ηλιοστάσιο). Οι υπόλοιπες φαινόμενες τροχιές ανήκουν σε δυο μήνες (Ιανουάριος και Νοέμβριος έχουν την ίδια φαινόμενη τροχιά, αντίστοιχα Φεβρουάριος και Οκτώβριος, Απρίλιος και Αύγουστος, Μάιος και Ιούλιος). Την 21^η Μαρτίου και Σεπτεμβρίου παρατηρείται η ισημερία, εαρινή και φθινοπωρινή, αντίστοιχα. Η εκάστοτε θέση του ήλιου ορίζεται από τη γωνία αζιμούθιου και τη γωνία ύψους. Στην κάτω οριζόντια ευθεία του ηλιακού χάρτη καταγράφονται οι γωνίες αζιμούθιου ως προς τον ηλιακό νότο, που βρίσκεται στο κέντρο, με γωνία 0°. Αριστερά του νότου, στη γωνία των 90° ορίζεται η ανατολή και δεξιά, επίσης στη γωνία 90°, ορίζεται η δύση. Η κάθετη ευθεία (τεταγμένη) προσδιορίζει τις γωνίες ύψους του ήλιου, για όλες τις ώρες της ημέρας και για όλους τους μήνες. Οι διακεκομμένες καμπύλες προσδιορίζουν τις ηλιακές ώρες, από την ανατολή μέχρι τη δύση. Για παράδειγμα, για να

προσδιοριστεί η θέση του ήλιου την 21^η Ιανουαρίου, στις 10:00π.μ, σε έναν τόπο με 40° γεωγραφικό πλάτος (Θεσσαλονίκη), ακολουθείται η εξής πορεία:

- Επιλέγεται ο ηλιακός χάρτης που αντιστοιχεί σε 40° Β.Γ.Π⁴⁸
- Βρίσκεται η τροχιά του ήλιου που αντιστοιχεί στην 21^η Ιανουαρίου και η καμπύλη της 10^{ης} πρωινής ώρας
- Στο σημείο όπου τέμνονται η τροχιά του ήλιου και η καμπύλη της ώρας, χαράζεται μία ευθεία κάθετη προς την οριζόντια και διαβάζεται η γωνία αζιμουθίου, η οποία είναι 31° ανατολικά του νότου
- Με τρόπο ανάλογο προσδιορίζεται και η γωνία ύψους του ήλιου, χαράζοντας μια παράλληλη προς την οριζόντια ευθεία και διαβάζεται το ύψος του ήλιου, το οποίο προκύπτει 23° επάνω από τον ορίζοντα.

Ο μετρητής σκιασμού (σχήμα 2.8) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της σκιάς που δημιουργούν τα απέναντι ή τα κάθετα προς το κτήριο ή το οικοπέδο εμπόδια, για τα οποία αναζητείται ο ηλιασμός τους σε όλη τη διάρκεια του χρόνου. Οι γωνίες ύψους απεικονίζονται με τις καμπύλες, από 0°-80° και ορίζουν τη γωνία ύψους του/των απέναντι εμποδίων ως προς την οριζόντια ευθεία.



Εικόνα 113: Μετρητής σκιασμού για τον προσδιορισμό της σκιάσης από τον περιβάλλοντα χώρο -κτήρια, δέντρα

Με βάση το τοπογραφικό και τους όρους δόμησης που ισχύουν για την περιοχή, προσδιορίζεται η γωνία ύψους των εμποδίων που περιβάλλουν το οικοπέδο, είτε επι της οικοδομικής γραμμής είτε σε υποχώρηση από την οικοδομική γραμμή σε θέση της επιλογής μας.

Πιο αναλυτικά τα βήματα:

Α) Προσανατολίζεται το οικοπέδο μας ή το κτίριο στον ηλιακό χάρτη. Εάν είναι νότιο, ταυτίζεται η γωνία αζιμούθιου του οικοπέδου με τη γωνία 0° του ηλιακού χάρτη, η οποία αντιστοιχεί στον ηλιακό νότο. Εάν είναι ανατολικό ταυτίζεται με την γωνία των 90° στα αριστερά του νότου, ενώ αν είναι δυτικό με τη γωνία των 90° δεξιά του νότου. Δηλαδή, ως παρατηρητής βλέπουμε προς το νότο, οπότε αριστερά μας είναι η ανατολή και δεξιά μας η δύση.

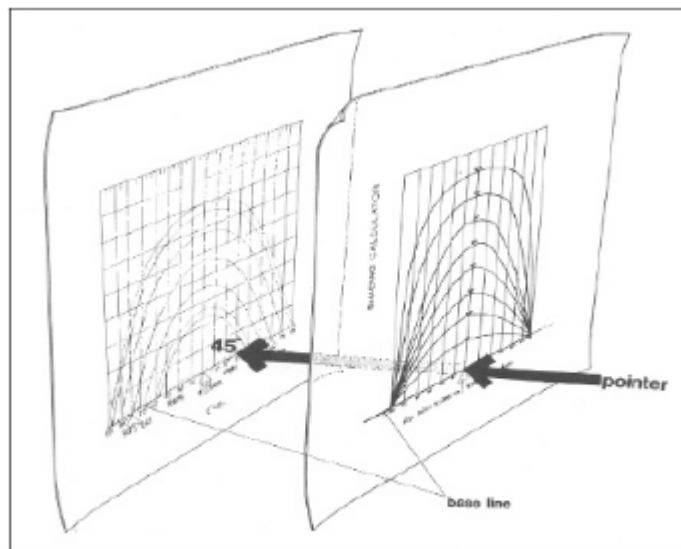
Β) Στην περίπτωση που το οικοπέδο ή το κτίριο έχει άλλο προσανατολισμό- όχι ακριβώς νότιο, ανατολικό ή δυτικό- χαράζεται η κάθετη στην οικοδομική γραμμή του οικοπέδου και προσδιορίζεται η γωνία απόκλισης από το νότο, η οποία σημειώνεται στον ηλιακό χάρτη με ένα βέλος (σχήμα 2.9).

⁴⁸ Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος

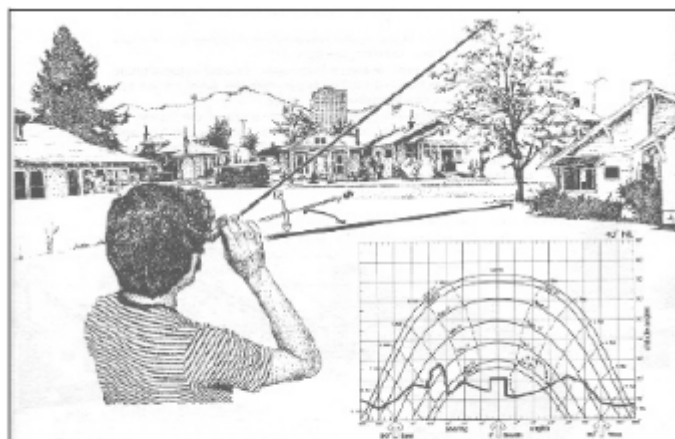
Γ) Στη συνέχεια ορίζονται τα αζιμούθια των απέναντι εμποδίων και υψώνονται κάθετες προς την οριζόντια ευθεία. Το σημείο τομής των γωνιών που αντιστοιχούν στη γωνία ύψους των εμποδίων με τις κάθετες που υψώθηκαν (γωνίες αζιμούθιου), ορίζουν σημειακά τα απέναντι εμπόδια (σχήμα 2.10).

Δ) Η ίδια διαδικασία ακολουθείται για κάθε εμπόδιο, οπότε προκύπτουν πολλά σημεία τομής (σχήμα 2.10). το αποτέλεσμα είναι μια τεθλασμένη γραμμή, η οποία καθορίζει τη σκιά του περιβάλλοντος χώρου. Η επιφάνεια που βρίσκεται κάτω από την τεθλασμένη βρίσκεται σε σκιά, ενώ η από πάνω δέχεται ήλιο.

Ε) εάν τα απέναντι κτίρια είναι ισοϋψή, λόγω ισχύοντος οικοδομικού κανονισμού, τότε η γραμμή σκιασμού είναι μια καμπύλη, η οποία αντιστοιχεί στη γωνία ύψους των απέναντι εμποδίων σε σχέση με το υπο εξέταση οικόπεδο ή κτίριο και μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα με τη χρήση του μετρητή σκιασμού, στον οποίο απεικονίζονται οι γωνίες ύψους των απέναντι εμποδίων.



Εικόνα 114: Ταύτιση ηλιακού χάρτη με τον μετρητή σκιασμού για γωνία 45° δυτικότερα του νότου



Εικόνα 115: Η χρήση του ηλιακού χάρτη για τον προσδιορισμό του σκιασμού από το περιβάλλον κτήρια, δέντρα.

III. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΚΑΜΙΝΑΔΑΣ (stack effect)

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική Εργασία, Αργυράκη Μαρία, Ε.Μ.Π Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα Ιούλιος 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Το φαινόμενο της καμινάδας μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα κτίριο, με ανοίγματα στην κορυφή και στη βάση του. Ο θερμός αέρας ανέρχεται και διαφεύγει προς τα έξω από την κορυφή και ο φρέσκος ψυχρός εισέρχεται διαμέσου των ανοιγμάτων στη βάση.

Δύο είναι οι κύριες μορφές του φαινομένου της καμινάδας και είναι ο πύργος αερισμού^{2,3III} και η ηλιακή καμινάδα.

- Πύργος Αερισμού

Αξιοποιεί την δύναμη του ανέμου μεταφέροντάς τον στο εσωτερικό. Το στόμιο εισόδου βρίσκεται στην προσήνεμη πλευρά, παγιδεύει τον άνεμο και τον οδηγεί προς τα κάτω. Ο αέρας βγαίνει από ένα απάνεμο άνοιγμα του κτιρίου. Εκμεταλλεύεται έτσι, το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού και όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με τη βοήθεια ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο ψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα.

Καμινάδες αερισμού μπορεί να είναι κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί σε κάθε σε οποιαδήποτε κατασκευή. Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν ανοίγματα προς τη σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα οδηγούν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενα, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.

- Ηλιακή Καμινάδα

Φέρει στη νότια ή νοτιοδυτική επιφάνειά της υαλοπίνακα αντί τοιχοποιίας (γενικά έναν μικρό ηλιακό τοίχο). Εκμεταλλεύεται τον ήλιο για να θερμάνει την εσωτερική επιφάνεια και η λειτουργία της βασίζεται στο φαινόμενο Venturi^{xxii} και συμβάλλει αποτελεσματικά στον αερισμό και στην απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, καθώς μέσω της υψηλής θερμοκρασίας του αέρα που προκύπτει μέσα στην καμινάδα, ενισχύεται σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού



Εικόνα 116: Ηλιακή καμινάδα

ελκυσμού και συνεπώς της ανανέωσης του αέρα μέσα στους χώρους. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται και ανεβαίνει προς τα πάνω και αντικαθιστάται από τον αέρα του σπιτιού. Έτσι, επιτυγχάνεται διαρκής ανακύκλωση και ανανέωση του εσωτερικού αέρα. Συνιστάται σε περιοχές με υψηλή σχετική υγρασία κατά τη θερινή περίοδο.

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ηλιακής καμινάδας είναι ότι δεν εξαρτάται από τον άνεμο και έτσι μπορεί να εφαρμοστεί σε καλοκαιρινές ζεστές μέρες με άπνοια, οπότε και χρειάζεται περισσότερο ο αερισμός. Επιπροσθέτως, η κίνηση του αέρα είναι σχετικά σταθερή και ελεγχόμενη σε σχέση με τις διακυμάνσεις ενός ανέμου.

IV. MACON : ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

Π: Χρήστος Στρογγύλης, Πολ. Μηχ/κος-MBA-DipM,

http://monosimacon.blogspot.com/2008/06/blog-post_26.html

Οι θερμογέφυρες για τη θερμομόνωση είναι ότι οι ηχογέφυρες για την ηχομόνωση και οι δύο μαζί ότι το βραχυκύκλωμα για ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Είναι τα μέρη εκείνα του περιβλήματος του κτιρίου τα ανεπαρκώς ή καθόλου θερμομονωμένα, τα οποία και παρουσιάζουν μειωμένη αντίσταση στη ροή της θερμότητας. Είναι συνεπώς τα εύκολα μονοπάτια για τη ροή της θερμότητας. Το πρόβλημα μπορεί να οφείλεται στη διακοπή- λόγω κατασκευαστικών δυσκολιών- της θερμομονωτικής στρώσης ή στη χρήση υλικών με υψηλούς συντελεστές θερμοαγωγιμότητας. Οι θερμογέφυρες επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη λειτουργικότητα και την απόδοση των κτιρίων.

ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΣΥΝΗΘΩΣ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

- Σε αμόνωτα στοιχεία από μπετόν: δοκάρια- κολώνες- τοιχεία
- Σε σημεία επαφής τοιχοποιίας- στοιχείου μπετόν όπου παρά τη θερμομόνωσή τους δεν μπορεί κατασκευαστικά να επιτευχθεί συνέχεια των θερμομονωτικών στρώσεων
- Στις γωνίες τοίχου-τοίχου, τοίχου-οροφής
- Γύρω από τα κουφώματα
- Σε πρέκια και σενάζ
- Σε περιπτώσεις που οι θερμομονωτικές πλάκες τοποθετούνται έτσι ώστε να μένουν αρμοί μεταξύ τους
- Σε τομές των πλακών και των εσωτερικών τοίχων με το εξωτερικό περίβλημα

Πολύ δύσκολες είναι οι περιπτώσεις ταράτσας και μπαλκονιού.

ΤΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝ ΟΙ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ

1. Λόγω της πολλαπλάσιάς τους θερμοπερατότητας σε σχέση με τις μονωμένες επιφάνειες οι θερμογέφυρες αποτελούν μια υπολογίσιμη και συνεχή σπατάλη ενέργειας. Οι απώλειες ενέργειας μάλιστα είναι δυσανάλογα μεγάλες σε σχέση με το μικρό ποσοστό των θερμογεφυρών στην επιφάνεια του εξωτερικού περιβλήματος.
2. Αυξάνουν κατακόρυφα τον κίνδυνο δημιουργίας επιφανειακής και κρυφής συμπύκνωσης υδρατμών και της δημιουργίας μούχλας. Πράγματι δημιουργούν ψυχρές εσωτερικές επιφάνειες των οποίων η θερμοκρασία πέφτει εύκολα κάτω από το σημείο δρόσου του εσωτερικού αέρα με αναπόφευκτη συνέπεια τη συμπύκνωση υδρατμών. Η συμπύκνωση υδρατμών αποτελεί και τη βασική προϋπόθεση για ανάπτυξη μούχλας. Η μούχλα θεωρείται ότι χρονίως προκαλεί ή βοηθάει στην πρόκληση ρινίτιδας, ιγμορίτιδας και άσθματος.
3. Μπορούν να προκαλέσουν μείωση της θερμικής άνεσης με δημιουργία κρύων ρευμάτων αέρα.
4. Τέλος, μπορούν να προκαλέσουν και δομικές βλάβες λόγω διαφορικών συστολοδιαστολών, υγρασίας και μούχλας.

ΤΟ ΠΡΟΛΑΜΒΑΝΕΙΝ ΚΑΛΛΙΟΝ ΤΟΥ ΘΕΡΑΠΕΥΕΙΝ ΕΣΤΙ

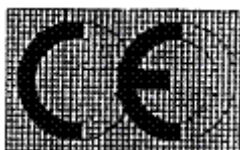
- ❖ Οι θερμογέφυρες πρέπει να αντιμετωπίζονται στο στάδιο του σχεδιασμού
- ❖ Η εξωτερική θερμομόνωση είναι μακράν η καλύτερη λύση θερμομόνωσης για την πρόληψη των θερμογεφυρών.

V. Σήμανση CE

Π:ΕΛΟΤ, http://www.elot.gr/48_ELL_HTML.aspx

Η σήμανση CE συμβολίζει τη συμμόρφωση προς όλες τις υποχρεώσεις που επιβάλλονται στους κατασκευαστές για το προϊόν, δυνάμει των κοινοτικών διατάξεων που προβλέπουν την τοποθέτησή της. Όταν τοποθετείται σε προϊόντα, αποτελεί δήλωση του φυσικού ή νομικού προσώπου που την έχει τοποθετήσει ή είναι υπεύθυνο για την τοποθέτησή της ότι το προϊόν συμμορφώνεται προς όλες τις εφαρμοστέες απαιτήσεις και ότι έχουν ολοκληρωθεί επιτυχώς οι κατάλληλες διαδικασίες αξιολόγησης της συμμόρφωσης. Τα κράτη μέλη δεν επιτρέπεται να περιορίζουν τη διάθεση στην αγορά και τη θέση σε λειτουργία προϊόντων που φέρουν τη σήμανση CE, εκτός εάν τέτοιου είδους μέτρα μπορούν να δικαιολογηθούν βάσει μη συμμόρφωσης του προϊόντος.

Πρέπει να λαμβάνει την κατωτέρω μορφή και εφόσον σμικρύνεται ή μεγεθύνεται, πρέπει να τηρούνται οι αναλογίες.



Εικόνα 117: Σήμανση CE

Πρέπει να τοποθετείται με ορατό, ευανάγνωστο και ανεξίτηλο τρόπο, σε κάθε συσκευή ή εάν αυτό δεν είναι εφικτό, τότε με βάση την ακόλουθη σειρά προτεραιότητας- συσκευασία/οδηγίες χρήσης/πιστοποιητικό εγγύησης. Η σήμανση αυτή είναι υποχρεωτική, μεταξύ άλλων στις οικογένειες προϊόντων που φαίνονται στην παρακάτω λίστα:

- τσιμέντο
- αδρανή
- κεραμικά τούβλα
- στοιχεία τοιχοποιίας
- κονιάματα τοιχοποιίας
- πρόσθετα σκυροδέματος, ενεμάτων και κονιαμάτων
- δομική άσβεστος
- μηχανές
- μέσα ατομικής προστασίας

VI. MEMBRANES ΚΕΡΑΜΟΣΚΕΠΩΝ

Π:ALTO special construction materials,

http://www.alto.gr/?pname=products_category&la=1&cat_id=79

Είναι προκατασκευασμένα λεπτά στεγανωτικά φύλλα που εφαρμόζονται σαν δεύτερη στεγανωτική στρώση σε όλους τους τύπους κεκλιμένων δωμάτων που θα καλυφθούν με πλάκες (π.χ κεραμικά κεραμίδια, σχιστόπλακες κ.α.). Προστατεύουν την θερμομόνωση και την κατασκευή κάτω από την κεκλιμένη στέγη από την υγρασία που δημιουργείται από τη βροχή, το χιόνι αλλά και τη σκόνη. Ταυτόχρονα εξασφαλίζουν την διαπερατότητα των υδρατμών που προέρχονται από το εσωτερικό του κτιρίου περιορίζοντας έτσι τον κίνδυνο καταστροφής των υλικών τη στέγης (π.χ. ξύλινο πέτσωμα, επιτεγίδες κλπ.) από την ενδεχόμενη συμπίκνωση υδρατμών. Ανάλογα με το βασικό συστατικό της σύνθεσής τους διαχωρίζονται σε:

- **Ασφαλτικές μεμβράνες**

Παράγονται από ειδικά τυποποιημένη άσφαλτο που εμποτίζεται σε πολυπροπυλενικές ή πολυεστερικές ίνες συγκολλημένες ή υφασμένες μεταξύ τους, οι οποίες λειτουργούν και ως

οπλισμός. Η επικάλυψή τους είναι χαλαζιακή άμμος ή ένα πολύ λεπτό διάτρητο φιλμ πολυαιθυλενίου (ώστε να είναι ατμοδιαπερατές).

- **Μεμβράνες πολυαιθυλενίου**

Είναι λεπτά φύλλα πολυαιθυλενίου με οπλισμό από οριζόντιο και κάθετο (καρέ) από νήματα πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας HPDE (High Density Polyethylene). Με μικροδιάτρηση δημιουργούνται στη μεμβράνη σπές, που επιτρέπουν στους υδρατμούς να περνούν, αλλά όχι στις σταγόνες νερού.

- **Σύνθετες μεμβράνες πολυαιθυλενίου**

Είναι συνδυασμός απλής μεμβράνης πολυαιθυλενίου στην οποία συγκολλάται ύφασμα, για επιπλέον βελτίωση των μηχανικών αντοχών.

Οι στεγανωτικές μεμβράνες κεραμοσκεπών εφαρμόζονται με μηχανική στερέωση σε συνεχές υπόστρωμα (πέτσωμα) ή ασυνεχές, παράλληλα με τις υδρορροές της στέγης. Πάνω από τη μεμβράνη τοποθετούνται πηγάκια για τη στερέωση των κεραμιδιών.

Οι μεμβράνες κεραμοσκεπών, σε σχέση με τις παλιές συμβατικές μεθόδους στεγάνωσης κεραμοσκεπών (πισσόχαρτα, ασφαλτόπανα κλπ.) έχουν σημαντικά πλεονεκτήματα όπως:

- Μικρό βάρος
- Ατμοδιαπερατότητα και ταυτόχρονα υδατοστεγανότητα
- Υψηλές μηχανικές αντοχές
- Αντιολισθηρότητα
- Ευκαμψία
- Ευκολία στην τοποθέτηση.

VII. ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ

Π: ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΞΥΛΙΝΗΣ ΣΤΕΓΗΣ,

http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2008_54_09.pdf

Ο αερισμός της στέγης είναι απαραίτητος για την εκτόνωση διαχεόμενων υδρατμών και την αποφυγή συμπυκνώσεών τους. Ανοίγματα αερισμού δημιουργούνται στα χαμηλά σημεία της περιμέτρου της στέγης αλλά και σε επιλεγμένες θέσεις των κεκλιμένων επιπέδων ή στις κορυφές. Ωστόσο, δεν πρέπει να δημιουργούνται θύλακες στάσιμου αέρα, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος διύγρανσης. Αυτό μπορεί να συμβεί σε συνθήκες άπνοιας, οπότε η μη κίνηση του αέρα επιτρέπει μεγάλες συγκεντρώσεις των διαχεόμενων υδρατμών από τον εσωτερικό χώρο και αυξάνει την πιθανότητα συμπύκνωσής τους. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και σε περιπτώσεις δυσμενών κλιματολογικών συνθηκών, χαμηλών θερμοκρασιών και υψηλής υγρασίας. Έτσι, ο διαρκής αερισμός του χώρου της στέγης αποτελεί βασική προϋπόθεση του φαινομένου αυτού.

Ωστόσο, ο αερισμός της στέγης από μόνος του δεν μπορεί να επιλύσει τα προβλήματα που δημιουργούνται λόγω του φαινομένου συμπύκνωσης ή διάχυσης των υδρατμών γι' αυτό και, όπως έχει προαναφερθεί, απαιτείται η άρτια θερμοϋγρομονωτική προστασία της στέγης. Η κατασκευαστική λύση της αεριζόμενης στέγης επιλέγεται σε περιπτώσεις μεγάλων κλίσεων, όταν η κάτοψη είναι σχετικά απλή και όταν δεν δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες κυκλοφορίας του αέρα γύρω από τη στέγη από φυσικά ή τεχνητά εμπόδια ή όταν δεν εμποδίζεται η είσοδος του αέρα σε αυτήν.

VIII. ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΙΣΜΟΣ

Π: «ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ

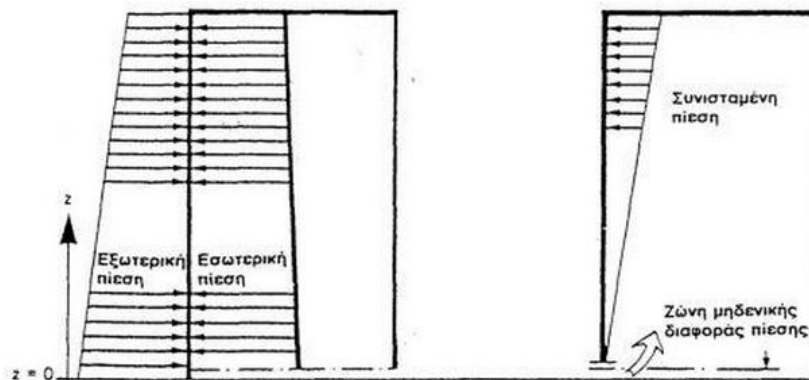
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ», Διδακτορική

Διατριβή, Παπαμανώλης Ν. ΑΠΘ τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχ., Θεσσαλονίκη 1992,

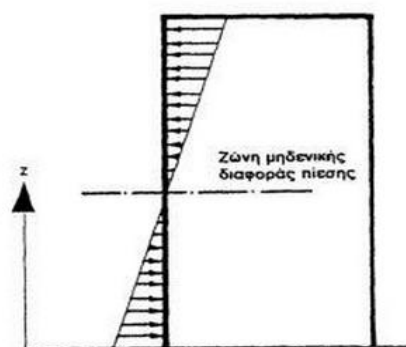
<http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/137/mode/1up>

Εάν 2 χώροι ενός κτιρίου, που χωρίζονται με κατακόρυφο διαχωριστικό στοιχείο, έχουν την ίδια αντίστοιχη θερμοκρασία, η στάθμη μηδενικής διαφοράς πίεσης απομακρύνεται σε άπειρο ύψος κι έτσι έχουν σταθερή διαφορά πίεσης εκατέρωθεν του διαχωριστικού στοιχείου. Για διαφορετικές θερμοκρασίες όμως, η στάθμη μηδενικής διαφοράς πίεσης, σε στάσιμη κατάσταση, εξαρτάται από την κατανομή των ανοιγμάτων στο κέλυφος. Στην περίπτωση ομοιόμορφης κατανομής εντοπίζεται στο μέσο ύψος, ενώ παρουσία μεγάλων, κύριων ανοιγμάτων βρίσκεται περίπου στο ύψος τους. Άλλα χαρακτηριστικά του κτιρίου, που αφορούν την επικοινωνία των εσωτερικών χώρων, επιδρούν επίσης στη θέση της στάθμης μηδενικής διαφοράς πίεσης και περιπλέκουν την κατανομή των πιέσεων στο κέλυφος λόγω θερμοσιφωνισμού και μόνο. Τέτοια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν εσωτερικά ανοίγματα, κλιμακοστάσια, φρεάτια για ανελκυστήρες, καμινάδες, αγωγοί αερισμού, μηχανικά συστήματα αερισμού κλπ.

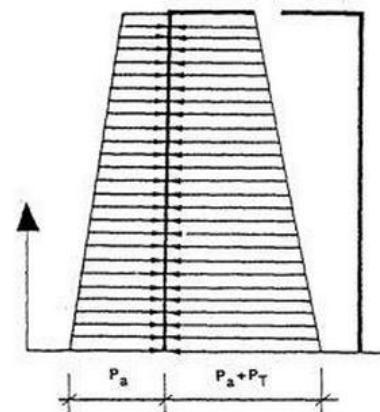
Όπως έχει αποδειχθεί οι τιμές της πίεσης υπεράνω της στάθμης μηδενικής διαφοράς πίεσης είναι μεγαλύτερες στο εσωτερικό, εφ' όσον η εσωτερική θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη. Ωστε στην περίπτωση αυτή, (εξ' αιτίας μόνο του θερμοσιφωνισμού), ο αέρας εισέρχεται στο κτίριο από τα κάτω από τη στάθμη αυτή ανοίγματα του κελύφους και απάγεται ψηλότερα. Το αντίστοιχο ισχύει για μικρότερες εσωτερικές θερμοκρασίες.



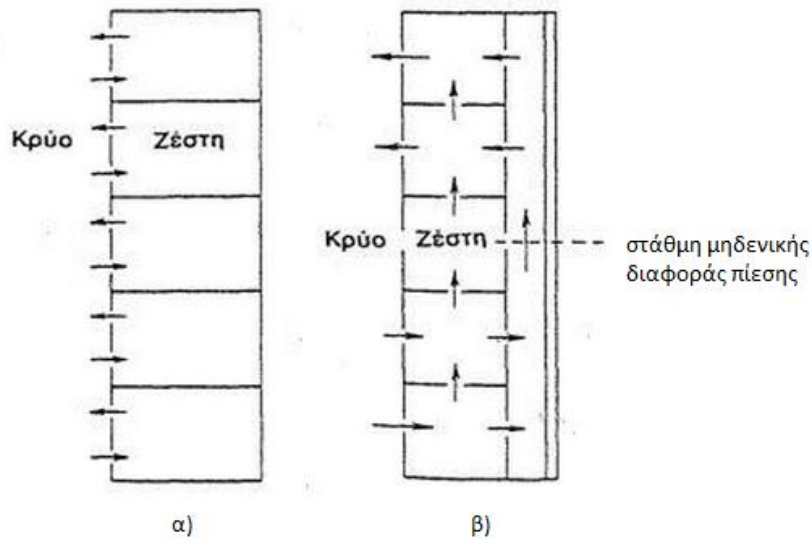
Εικόνα 118: Πεδίο πιέσεων και διαφορών πίεσης απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με μεγάλα ανοίγματα στη βάση



Εικόνα 119: Πεδίο διαμόρφωσης πιέσεων απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με ισοκαταναμημένα ανοίγματα στο κέλυφος



Εικόνα 120: Πεδίο πιέσεων απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με μεγάλα ανοίγματα στην οροφή



Εικόνα 121: Ροή αέρα λόγω θερμοσιφωνισμού σε πολώροφο κτίριο με αεροστεγή (α) ή αεροπερατά (β) μεταξύ ορόφων χωρίσματα

Σε πολώροφα κτίρια με αεροστεγή χωρίσματα μεταξύ των ορόφων, διαμορφώνεται σε κάθε όροφο ανεξάρτητο πεδίο πιέσεων, ενώ στην περίπτωση αεροπερατών χωρισμάτων το αντίστοιχο πεδίο λόγω θερμοσιφωνισμού προκύπτει σαν ενδιάμεση μεταξύ των δύο ακραίων καταστάσεων διαμόρφωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

4.1 Συστήματα και κατασκευές προστασίας κελύφους και θερμικής προστασίας κτιρίου.

Διαβάζοντας τους κανόνες που ακολουθεί ένας οικολογικός και εργονομικός σχεδιασμός των κατασκευών, μετά από έρευνες, πειράματα και με την συμβολή της τεχνολογίας στις περισσότερες από τις περιπτώσεις, ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός επιτάσσει κάποιες συγκεκριμένες τεχνικές για την εφαρμογή του. Με βάση αυτές τις τεχνικές, την εφαρμογή του κατά περίπτωση (όπου είναι εφικτό) και ακολουθώντας κάποιους κανόνες μπορεί ένα κτίριο να συγκαταλέγεται στα βιοκλιματικά ή οικολογικά.

Τα συστήματα που συμβάλουν στη θερμική προστασία του κτιρίου, συμπεριλαμβάνουν την ηλιοπροστασία και τη σκίασή του, ειδικές κατασκευές κουφωμάτων, ρυθμίσεις στο κέλυφος που ενισχύουν τον φυσικό αερισμό του καθώς και ειδικές διατάξεις και κατασκευές που βοηθούν την φυσική ψύξη του. Ο στόχος αυτών των συστημάτων είναι φυσικά και ο στόχος που θέτει γενικότερα η βιοκλιματική αρχιτεκτονική, η εξοικονόμηση ενέργειας και η προστασία του περιβάλλοντος δημιουργώντας παράλληλα συνθήκες άνεσης για τους χρήστες. Τέτοια παραδείγματα συστημάτων και δομικών στοιχείων είναι τα γυάλινα ανοίγματα κι ο εξοπλισμός τους, οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (λειτουργούν ως συλλέκτες θερμότητας), τα προσαρτημένα σε κτίριο θερμοκήπια, οι ηλιακές καμινάδες, η κατάλληλη γεωμετρία σκιάστρων, η δημιουργία ενεργειακής σκεπής, η χρήση οικολογικών δομικών υλικών, η βλάστηση σε εσωτερικό αλλά και εξωτερικό χώρο κλπ.

4.1.1 Ηλιοπροστασία- σκίαση- έλεγχος εισροής ακτινοβολίας

Στο κεφάλαιο 3.1 αναφέρθηκε η ιδιότητα ενός κτιρίου ως φυσικού ηλιακού συλλέκτη, από τι εξαρτάται η ιδιότητά του αυτή, τα πλεονεκτήματα αλλά και τα μειονεκτήματα που έχει η εισροή ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του. Είναι σαφές λοιπόν ότι όσο θετικά μπορεί να συμβάλει η ηλιακή ακτινοβολία στην βιωσιμότητα ενός κτιρίου, άλλο τόσο μπορεί να το επηρεάσει και αρνητικά. Για το λόγο αυτό, ένα σημαντικό κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού αφορά στην κατάλληλη ηλιοπροστασία και σκίαση του υπό μελέτη κτιρίου, ώστε να αποφεύγονται τυχόν προβλήματα.

Στο κεφάλαιο αυτό λοιπόν, θα παρουσιαστούν οι τεχνικές και οι λύσεις που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σχετικά με την προστασία μιας κατασκευής από την περίσσεια ηλιακή ακτινοβολία. Στο θέμα της ηλιοπροστασίας (αλλά και γενικότερα στις επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν σε αυτό), το κτίριο δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μονάδα καθώς αποτελεί μέρος ενός συνόλου αφού συνδέεται άμεσα με τον περιβάλλοντα χώρο.

Οι λύσεις που προσφέρονται, διαχωρίζονται σε εκείνες που αφορούν τον περιβάλλοντα χώρο και σε εκείνες που αφορούν το ίδιο το κτίριο. Οι πρώτες περιλαμβάνουν την εκμετάλλευση της *σκίασης από τα γειτονικά κτίρια*, όταν και όσο είναι εφικτό και τη *φύτευση- διαμόρφωση του εξωτερικού χώρου με τρόπο τέτοιο που ελέγχεται η εισροή ηλιακής ακτινοβολίας*. Οι λύσεις που σχετίζονται με το ίδιο το κτίριο, περιλαμβάνουν ειδικές κατασκευές, διατάξεις και υλικά πάνω στο ίδιο το κτίριο, με τον ίδιο στόχο, όπως ανακλαστικά επιχρίσματα, φράγμα ακτινοβολίας, ειδικά κρύσταλλα στα κουφώματα, σταθερά και κινητά σκίαστρα καθώς και φυτεμένα δώματα και τοιχοποιίες.

1. Σκίαση από γειτονικά κτίρια

Όσον αφορά τη σκίαση από γειτονικά κτίρια, το φαινόμενο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως σε θερμά και ξηρά κλίματα αφ' ενός και αφ' εταίρου σε αστικά κέντρα, όπου ο σχεδιασμός και η ανοικοδόμηση των πόλεων γίνεται σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους με στόχο τα κτίρια να σκιάζουν το ένα το άλλο σε κάποιο ποσοστό. Γενικότερα, όπως συμβαίνει και με την ηλιοφάνεια, η τοπογραφική θέση και η διαμόρφωσή της, μπορεί να δημιουργεί σκιά, η οποία εξαρτάται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό του κτιρίου αλλά και την κλίση του εδάφους. Όσο για τη φύτευση και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου αναλύεται εκτενέστερα παρακάτω (παράγραφος 4.4.2).

2. Ανακλαστικά επιχρίσματα

Ως προς τις ηλιοπροστατευτικές τεχνικές που αφορούν το ίδιο το κέλυφος και γενικά το κτίριο, υπάρχει πληθώρα, διαφορετικές μεν αλλά με τον ίδιο τελικό στόχο. Ένας από τους πλέον απλούς και οικονομικούς τρόπους, για παράδειγμα, είναι τα *ανακλαστικά επιχρίσματα*. Οι ανοιχτόχρωμοι χρωματισμοί (σε μεγάλο ποσοστό είναι βαμμένα τα κτίρια της Μεσογείου), στους τοίχους και τα δώματα, αντανακλούν⁴⁹ μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας, εν αντιθέσει με τους μουντούς και σκουρόχρωμους, οι οποίοι απορροφούν το 70-90% της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, με συνέπεια την αποθήκευση θερμότητας, η οποία τελικά μεταδίδεται στο εσωτερικό. Η θερμοκρασία μιας σκούρας επιφάνειας μπορεί να φτάσει μέχρι και τους 40°C, ψηλότερα φυσικά από μια ανοιχτού χρώματος επιφάνεια. Έχει αποδειχθεί, ότι βάφοντας τις σκούρες επιφάνειες των εξωτερικών όψεων ή του δώματος, με ανοιχτά χρώματα, το απαραίτητο ψυκτικό φορτίο μπορεί να μειωθεί κατά 25%. Και εφόσον η αλλαγή χρώματος δεν αποτελεί επέμβαση μεγάλου κόστους, αυτό την καθιστά μια αρκετά αποτελεσματική επέμβαση. Εφόσον οι ανοιχτοί χρωματισμοί ανακλούν μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας, μελέτες έχουν δείξει ότι αντανακλούν και βλαβερές ακτινοβολίες, με αποτέλεσμα οι επιφάνειες με τέτοιους χρωματισμούς να έχουν και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

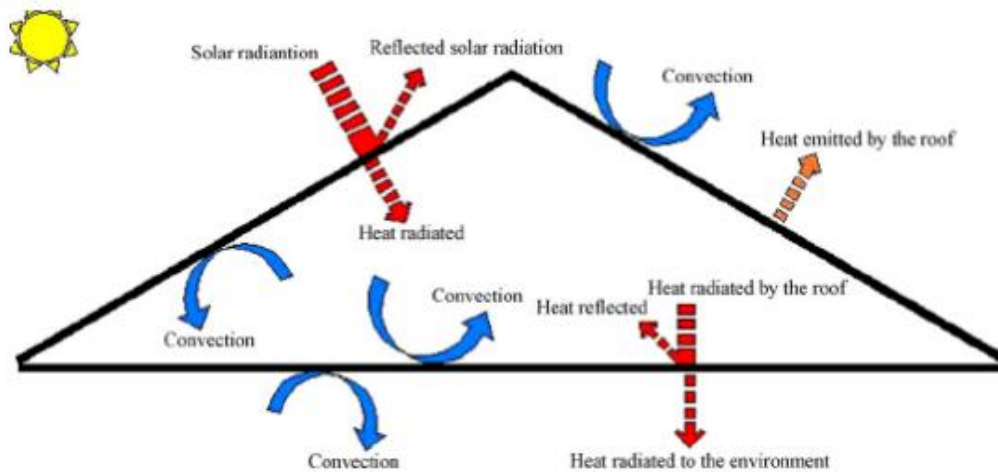
3. Φράγμα ακτινοβολίας¹

Άλλη τεχνική που αφορά την προστασία από την περιττή ηλιακή ακτινοβολία, είναι το *φράγμα ακτινοβολίας*. Εφόσον έχει ήδη αναφερθεί ο μηχανισμός ανταλλαγής θερμότητας μεταξύ κτιρίου και περιβάλλοντος, είναι γνωστό ότι όταν προσπίπτει ηλιακή ακτινοβολία στη στέγη (ή το δώμα) του, ένα μέρος της απορροφάται θερμαίνοντας τα δομικά στοιχεία της, ένα άλλο ακτινοβολείται προς το εξωτερικό περιβάλλον και ένα τρίτο μέρος της μεταφέρεται ως θερμότητα (με συναγωγή και ακτινοβολία) στο εσωτερικό του. Οι θερμικές συναλλαγές μέσω της στέγης απεικονίζονται στην Εικόνα 123.



Εικόνα 122: Φράγμα ακτινοβολίας

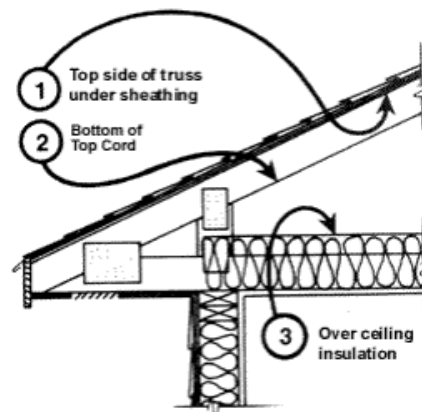
⁴⁹ Το μέτρο της ανακλαστικότητας ενός χρώματος είναι η τιμή ανάκλασης του φωτός LRV (Light Reflective Value), ο συντελεστής αυτής πόση ακτινοβολία οποιουδήποτε κύματος, ανακλά ένα χρώμα. Έτσι, υψηλή τιμή LRV υποδεικνύει ανοιχτόχρωμη επιφάνεια.



Εικόνα 123: Οι θερμικές συναλλαγές μέσω της στέγης

Το φράγμα ακτινοβολίας αποτελείται από λεπτά φύλλα υλικών υψηλής ανακλαστικότητας, συνήθεστερα από αλουμίνιο στη μία ή και στις δύο πλευρές του. Πέρα από μεγάλη ανακλαστικότητα όμως, τα φύλλα αυτά, έχουν και υψηλό συντελεστή εκπομπής⁵⁰, με συνέπεια να διαπερνώνται από ελάχιστα ποσοστά ακτινοβολίας. Τοποθετείται στη στέγη (ακολουθώντας την κλίση⁵¹ της) ή σε δώμα, προκειμένου να μειώνει τα θερμικά κέρδη το καλοκαίρι και τις απώλειες το χειμώνα με απώτερο στόχο να περιορίζονται οι ανάγκες σε ψυκτικά και θερμικά φορτία αντίστοιχα. Μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από τη στέγη στη σοφίτα, στο διάκενο δηλαδή, που υπάρχει αέρας μεταξύ στέγης και ταβανιού του τελευταίου ορόφου, ή και κατευθείαν κάτω από τη στέγη, ωστόσο αποδίδει περισσότερο όταν τοποθετηθεί στραμμένο προς το εξωτερικό περιβάλλον. Με την τοποθέτησή του στο διάκενο μεταξύ στέγης και οροφής τελευταίου ορόφου, λόγω της υψηλής ανακλαστικότητάς του, μεγάλο ποσοστό της απορροφόμενης ακτινοβολίας, ανακλάται και σε συνδυασμό με τη χαμηλή εκπομπή της κάτω πλευράς του (που είναι σε επαφή με την οροφή του τελευταίου ορόφου), εμποδίζει τη ροή θερμότητας στον εσωτερικό χώρο ακριβώς κάτω από αυτήν την οροφή.

Μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε κτήριο, οποιασδήποτε χρήσης (βιομηχανικό, εμπορικό οικιστικό κλπ) και αυτό αποτελεί ένα από τα πλεονεκτήματά του. Η συγκεκριμένη τεχνική παρέχει θερμική προστασία κυρίως κατά την περίοδο του καλοκαιριού λόγω της φύσης της κατασκευής και της λειτουργίας του. συνιστάται κυρίως για τμήματα ελαφρών κτιρίων σε θερμά και υγρά κλίματα, όπου είναι δύσκολο να παρασχεθεί προστασία από τη θερμότητα. Αποδίδει ιδιαίτερα σε χώρους όπου υπάρχει ροή θερμότητας προς τα κάτω, όπως για παράδειγμα σε μια σοφίτα κατά την θερινή περίοδο. Παρ' όλα αυτά, είναι απαραίτητος ο συνδυασμός με κατάλληλη μόνωση, γιατί το χειμώνα η ροή θερμότητας αντιστρέφεται και υπάρχει ο κίνδυνος



Εικόνα 124: Κατασκευαστική λεπτομέρεια σημείων τοποθέτησης του φράγματος ακτινοβολίας

⁵⁰ Ο συντελεστής αυτός δείχνει την ικανότητα ενός υλικού να εκπέμπει την ακτινοβολία που έχει απορροφήσει.

⁵¹ Σύμφωνα με έρευνες, η οριζόντια τοποθέτηση έχει 5% καλύτερη απόδοση από την κεκλιμένη τοποθέτηση.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

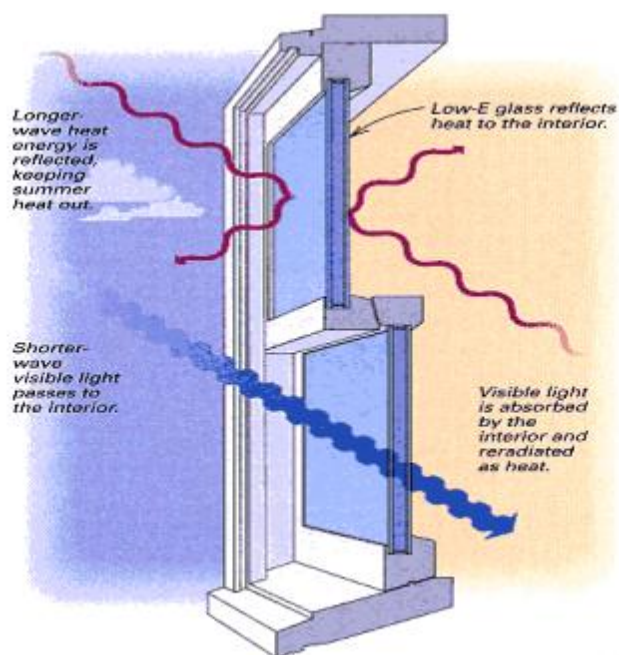
συμπύκνωσης. Βάσει αυτού του προβλήματος, με την βοήθεια της τεχνολογίας, έχουν δημιουργηθεί εξελιγμένα φράγματα ακτινοβολίας, τα οποία επιτρέπουν στους υδρατμούς να τα διαπερνούν και να μην εγκλωβίζονται. Στην περίπτωση που εγκλωβιστούν οι υδρατμοί που προέρχονται από τον κάτω όροφο, είναι πιθανό όχι μόνο να συμπυκνωθούν αλλά και να παγώσουν στην κάτω επιφάνεια του φράγματος που βρίσκεται στο δάπεδο της σοφίτας.

4. Ειδικά κρύσταλλα

Προχωρώντας ένα βήμα πιο κοντά στην κατασκευή του κελύφους, συναντά κανείς ακόμα έναν τρόπο ηλιοπροστασίας, που αφορά στα υαλοστάσια των κουφωμάτων. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, κρύσταλλα ειδικής σύνθεσης αποτελούν μία από τις λύσεις που προβάλλει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός. Πρόκειται, για ειδικά κρύσταλλα συγκεκριμένης τεχνολογίας, τα οποία ξεχωρίζουν από τα συμβατικά, σε ότι αφορά τα θερμικά και φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα να συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων κρυστάλλων όπως, *απορροφητικά, ανακλαστικά, κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής (low-e), έγχρωμοι υαλοπίνακες καθώς και φωτοχρωμικά, θερμοχρωμικά και ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα.*

Τα *απορροφητικά* σχετίζονται με τον περιορισμό της ακτινοβολίας που περνά διαμέσου του παραθύρου και αυξάνουν την επανεκπομπή της προς το εξωτερικό, μετά την απορρόφησή της. Σημειώνεται ότι ο μηχανισμός αυτός δεν προκαλεί θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου. Τα *ανακλαστικά* έχουν μια λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου που είναι έντονα ανακλαστικό και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών. Ωστόσο, σε αυτήν την περίπτωση μπορεί να προκληθεί θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο και στα γειτονικά κτίρια. Οι παραπάνω δύο τύποι κρυστάλλων, συνιστώνται κυρίως για δυτικά/ανατολικά κουφώματα.

Όσο για τα *κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής (low-e)*, είναι σχεδόν αδιαπέραστα από την υπέρυθη ακτινοβολία η οποία αντιστοιχεί στη θερμική ακτινοβολία που προέρχεται κυρίως από τα γύρω κτίρια. Είναι γνωστό ότι, λιγότερη από τη μισή ακτινοβολία του ήλιου είναι ορατή και μεγαλύτερου μήκους κύματος ακτινοβολία από την ορατή είναι η υπέρυθη, ενώ μικρότερου μήκους κύματος είναι η υπεριώδης. Η δεύτερη γίνεται αντιληπτή ως θερμότητα. Είναι επίσης γνωστό ότι όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε κάποιο παράθυρο, αντανακλώνται, απορροφώνται ή εκπέμπονται στο εσωτερικό του κτιρίου, ορατό φως,



θερμότητα και υπεριώδης ακτινοβολία. Έτσι με την τοποθέτηση τέτοιων κρυστάλλων σε θερμά κλίματα, επιτυγχάνεται η αντανάκλαση της θερμής ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, αλλά και ταυτόχρονα επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας. Αντίθετα, αν τοποθετηθούν σε ψυχρά κλίματα, υπάρχει μεν το ίδιο φαινόμενο ως προς την αντανάκλαση της θερμής ακτινοβολίας και την ταυτόχρονη διέλευση της ορατής, αλλά στην περίπτωση αυτή, η ορατή ακτινοβολία απορροφάται στη συνέχεια από τα δάπεδα,

Εικόνα 125: Κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής και ηλιακή ακτινοβολία

τους τοίχους και τα έπιπλα και επανεκπέμπεται ως θερμή πια ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος, που τα ανακλαστικά κρύσταλλα εγκλωβίζουν στο εσωτερικό. Κατά συνέπεια, αυτός ο τύπος κρυστάλλων λειτουργεί αποδοτικότερα όταν τοποθετείται σε θερμά κλίματα, στην εξωτερική επιφάνεια των κουφωμάτων, ενώ στα ψυχρά κλίματα στην εσωτερική.

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ/ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΕ ΤΥΠΙΚΟ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ ΑΠΟ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΔΙΠΛΩΝ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ ΣΕ 4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ			
ΠΕΡΙΟΧΗ	ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	Εξοικονόμηση ενέργειας (kWh)	Εξοικονόμηση πετρελαίου (λίτρα)
ΦΛΩΡΙΝΑ	Διπλός 4-6-4	12.216	1.222
	Διπλός 4-12-4	14.381	1.438
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	16.421	1.642
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ	Διπλός 4-6-4	8.551	855
	Διπλός 4-12-4	10.007	1.001
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	11.604	1.160
ΑΘΗΝΑ	Διπλός 4-6-4	5.192	519
	Διπλός 4-12-4	6.016	602
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό	7.473	747
ΧΑΝΙΑ	Διπλός 4-6-4	4.191	419
	Διπλός 4-12-4	4.449	445
	Διπλός-χαμηλής εκπομπής με αργό 4-12-4	5.491	549

Εικόνα 126: Εξοικονόμηση ενέργειας/πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα από τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας

Στην κατηγορία των ειδικών κρυστάλλων συμπεριλαμβάνονται και οι *έγχρωμοι υαλοπίνακες*. Μετά από χημική επεξεργασία παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα μεν, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών^{II} (εικόνα 127) ενός χώρου. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι κρύσταλλα μπλέ ή πράσινης απόχρωσης (τα οποία είναι σχεδόν αδιαπέραστα από την υπέρυθη ακτινοβολία) παρέχουν τόσο αισθητικό αποτέλεσμα όσο και μείωση των ηλιακών κερδών κατά 30-50%.

Στην ίδια κατηγορία συγκαταλέγονται και τα *φωτοχρωμικά, θερμοχρωμικά και ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα*. Αυτού του είδους τα κρύσταλλα τροποποιούν τις ακτίνες του ηλίου, καθώς εισέρχονται διαμέσου των παραθύρων. Τα θερμοχρωμικά, είναι κρύσταλλα τα οποία μεταβάλλουν τις οπτικές ιδιότητες ανάλογα με το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε αυτά. Τα θερμοχρωμικά, έχουν την ιδιότητα να μεταβάλλονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα, με την αύξηση της θερμοκρασίας και τέλος τα ηλεκτροχρωμικά, μεταβάλλονται ως προς τα οπτικά χαρακτηριστικά και την διαπερατότητά τους με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος.

Τύπος κλίματος	Τιμή SHGC
Θερμά	<0.40
Ψυχρά	>0.55
Εύκρατα	0.40-0.55

Εικόνα 127: Τιμές παράγοντα ηλιακού κέρδους

5. Σταθερά και κινητά σκίαστρα

Όπως αναφέρθηκε και προηγούμενα, η ηλιοπροστασία μιας κατασκευής μπορεί να συμβεί με διάφορους τρόπους. Όσον αφορά όμως σε κατασκευές και διατάξεις του κελύφους που, περιλαμβάνει δύο σκέλη, αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε ένα από τα δύο, είτε και τα δύο ταυτόχρονα. Το ένα σκέλος αφορά **σταθερές** κατασκευές από διάφορα υλικά (όπως σκυρόδεμα ή μέταλλο) στο ίδιο το κτίριο, οι οποίες πληρούν τόσο αρχιτεκτονικούς όσο και λειτουργικούς σκοπούς. Τέτοιες κατασκευές είναι οριζόντια⁵² ή κατακόρυφα⁵³ προεξέχοντα στοιχεία της πρόσοψης που συχνά αποτελούν και αρκετά επαρκείς λύσεις, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Το άλλο σκέλος αφορά **κινητά** προπετάσματα, τα οποία ενισχύουν την ηλιοπροστασία του κτιρίου και προσαρμόζονται καλύτερα στις ιδιαίτερες απαιτήσεις, όταν τα κατασκευαστικά στοιχεία της πρόσοψης δεν επαρκούν ή για οποιονδήποτε αρχιτεκτονικό ή μορφολογικό λόγο δεν μπορούν να συμπεριληφθούν στις προσόψεις.

Είναι φυσικό, και τα δύο συστήματα (σταθερά και κινητά), να παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα συγκρινόμενα μεταξύ τους. Έτσι, για τα σταθερά μπορεί να αξιολογηθεί με ακρίβεια η αποτελεσματικότητά τους, σχετικά με τα κινητά και πλεονεκτούν επίσης (σε σχέση με τα κινητά) ως προς το αρχικό κόστος – και συνήθως και στο κόστος συντήρησης- γιατί, αποφεύγονται οι αδυναμίες λειτουργίας όπως ο χειρισμός, η συντήρηση, ο θόρυβος, ο μικρότερος χρόνος ζωής κ.α. για παράδειγμα, σε σχολικό κτίριο, είναι πολύ σημαντική, η αποφυγή λύσεων που απαιτούν χειρισμό καθώς και η μείωση των εξόδων συντήρησης. Το μεγάλο τους όμως μειονέκτημα είναι η ανελαστικότητα που παρουσιάζουν στο σκιασμό, σε σχέση με τη θέση του ήλιου (γωνία ύψους και γωνία αζιμουθίου), στους ισοδύναμους μεν, αλλά με διαφορετική απαίτηση σκιασμού, μήνες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, στα εύκρατα κλίματα, στις ενδιάμεσες περιόδους (άνοιξη- φθινόπωρο), όπου το θερμικό φορτίο είναι μικρό ή ανύπαρκτο, οι έντονες κλιματικές εναλλαγές με μεγάλη ποσότητα προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας, σε συνδυασμό με την τροχιά του ήλιου, να οδηγούν στην ανάγκη για δυναμικές λύσεις ηλιοπροστασίας.

A) Σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας

Πρόκειται για σταθερό μέρος του κτιρίου, και χρησιμοποιούνται στις εξωτερικές όψεις του, προλαμβάνοντας την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας, στο εσωτερικό, αφού απορροφάται και διαχέεται στον εξωτερικό αέρα, από τα συστήματα αυτά, ή αντανακλάται από ανακλαστικές επιφάνειες (θα αναλυθούν παρακάτω). Ο σχεδιασμός τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό και το σχήμα του ανοίγματος (σε σχέση με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της μέρας και του έτους) που χρήζει ηλιοπροστασίας.

Στα σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας συγκαταλέγονται;

⁵² Για γεωγραφικό πλάτος 40° οι αναλογίες των οριζοντίων προπετασμάτων πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να σχηματίζεται ανάμεσα στο εξωτερικό σκίαστρο και στο κατώφλι του ανοίγματος γωνία ύψους 55°, ενώ για γεωγραφικό πλάτος 36° συνιστάται γωνία 60°. Οπότε, για την Αθήνα καλές αναλογίες προβόλου είναι αυτές για τις οποίες η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της εξωτερικής πλευράς του σκιάστρου και του κατωφλιού του ανοίγματος να είναι 55°-60°.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Αργυράκη Μαρία ΕΜΠ, Αθήνα 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

⁵³ Για τη χώρα μας, το μήκος προεξοχής καθορίζεται από τη γωνία ύψους των 35°.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Αργυράκη Μαρία ΕΜΠ, Αθήνα 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

- Η προέκταση της πλάκας ή της στέγης, συμπαγείς ή διάτρητοι πρόσθετοι οριζόντιοι πρόβολοι από σκυρόδεμα, σίδηρο ή αλουμίνιο, οι οποίοι εκτείνονται σε όλο το μήκος της πρόσοψης ή μόνο πάνω από τα ανοίγματα (ιδανικό σύστημα ηλιοπροστασίας για νότιες προσόψεις). Στην περίπτωση του νότιου προσανατολισμού απαιτούνται μεγάλα μήκη, συνεπώς παρουσιάζονται όλα τα δευτερογενή μειονεκτήματα (μεγάλο κόστος, πιθανή έλλειψη αισθητικής, μείωση φυσικού φωτισμού) στα ηλιοπροστατευτικά συστήματα και γι' αυτό, όσο ο προσανατολισμός αποκλίνει από νότιος, η απόδοση αυτών των μέτρων μειώνεται.
- Κατακόρυφες αρχιτεκτονικές προεξοχές, κάθετες προς την πρόσοψη ή με κλίση ως προς αυτήν, εκτεινόμενες σε όλο το ύψος της ή μόνο πλευρικά από τα ανοίγματα και με χαρακτηριστικά ανάλογα με αυτά των οριζοντίων προβολών. Αυτά τα μέτρα, συμβάλλουν ικανοποιητικά στην ηλιοπροστασία ανατολικών και δυτικών ανοιγμάτων.
- Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω αποτελεί λύση που ικανοποιεί κάθε προσανατολισμό.
- Πρόσθετα πετάσματα, συμπαγή ή διάτρητα, κατασκευασμένα από ξύλο, μέταλλο, αλουμίνιο ή σκυρόδεμα.
- Οριζόντια⁵⁴ προστεγάσματα από σκυρόδεμα στο πρέκι του ανοίγματος, το οποίο προστατεύει είτε ολόκληρο το άνοιγμα, είτε τμήμα του και αφήνει ακάλυπτο το φεγγίτη⁵⁵.
- Οριζόντια πετάσματα μικρού μήκους από σκυρόδεμα ή μέταλλο, τοποθετημένα σε αποστάσεις καθ' ύψος.
- Οριζόντια περσιδωτά πετάσματα από μεταλλικά ελάσματα (αλουμινίου ή χάλυβα), τα οποία τοποθετούνται οριζόντια ή με κλίση σε ορισμένες αποστάσεις μεταξύ τους, κατόπιν υπολογισμού.
- Κατακόρυφα πετάσματα από σκυρόδεμα ή μεταλλικά, κάθετα προς τα ανοίγματα σε αποστάσεις μεταξύ τους, που εξαρτώνται από το μήκος τους.
- Κατακόρυφα πετάσματα υπο κλίση, η οποία υπολογίζεται ως προς το άνοιγμα.
- Σχαρωτή κατασκευή κατασκευή από κεκλιμένα οριζόντια και κατακόρυφα (με ή χωρίς κλίση) πετάσματα.

Εννοείται βέβαια, πως στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, με πιο δυναμικούς όγκους και μεγέθη στις κατασκευές, τα σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας μπορούν να ενσωματώνονται στο σχεδιασμό, τονίζοντας ευθείες ή καμπύλες γραμμές της κατασκευής. Και μάλιστα, τις περισσότερες φορές, όταν πρόκειται για προσεγγμένες μελέτες, είναι δύσκολο να διακρίνει κανείς ότι ο σκοπός τέτοιων εσοχών-εξωχών είναι η ηλιοπροστασία του κτιρίου, θεωρώντας ότι αποτελούν μέρος του δυναμικού σχεδιασμού.



Εικόνα 128: Σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας ενσωματωμένα στην οργανική αρχιτεκτονική

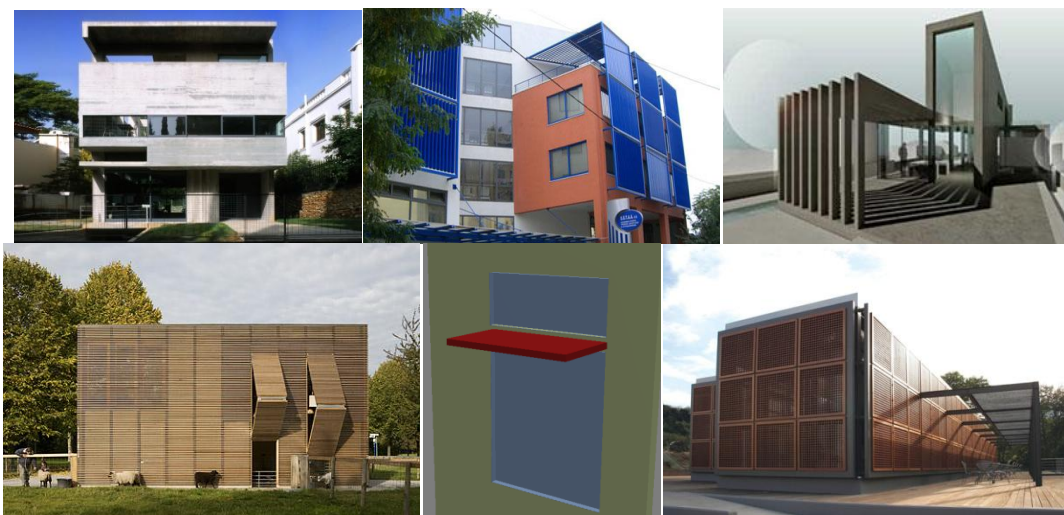
⁵⁴ Για γεωγραφικό πλάτος 40° οι αναλογίες των οριζοντίων προπετασμάτων πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να σχηματίζεται ανάμεσα στο εξωτερικό σκιάστρο και στο κατώφλι του ανοίγματος γωνία ύψους 55°, ενώ για γεωγραφικό πλάτος 36° συνιστάται γωνία 60°. Οπότε, για την Αθήνα καλές αναλογίες προβόλου είναι αυτές για τις οποίες η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ της εξωτερικής πλευράς του σκιάστρου και του κατωφλιού του ανοίγματος να είναι 55°-60°.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Αργυράκη Μαρία ΕΜΠ, Αθήνα 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

⁵⁵ Μικρό παραλληλόγραμμο ή ημικυκλικό παράθυρο πάνω από πόρτα ή άλλο παράθυρο,

Π: Βικιλεξικό,

<http://el.wiktionary.org/wiki/%CF%86%CE%B5%CE%B3%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82>



Εικόνα 129: Σταθερά ηλιοπροστατευτικά συστήματα. Από αριστερά προς τα δεξιά και απο πάνω προς τα κάτω, προέκταση της πλάκας σκυροδέματος, κατακόρυφα μεταλλιά πετάσματα σε αποστάσεις μεταξύ τους, συνδυασμός κατακόρυφων και οριζόντιων προεξοχών απο σκυρόδεμα, περσιδωτή κατασκευή, οριζόντια προεξοχή που αφήνει ακάλυπτο φεγγίτη, σχαρωτή ξύλινη κατασκευή

B) Κινητά συστήματα ηλιοπροστασίας.

Είναι εύκολο να κατανοήσει κανείς τη δυσκολία «παρακολούθησης» της ηλιακής τροχιάς και θέσης, που παρουσιάζουν τα σταθερά συστήματα και τη «συμμόρφωση» στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις ηλιοπροστασίας. Για το λόγο αυτό, υπάρχουν κινητά συστήματα τα οποία παρέχουν ηλιοπροστασία, που αποτελούν ρυθμιζόμενους μηχανισμούς σκίασης. Διακρίνονται σε :

- Εξωτερικά, τα οποία είναι γενικά μεταλλικές οριζόντιες περσίδες για νότιο προσανατολισμό και κατακόρυφες για δυτικό και ανατολικό. Τέτοια συστήματα είναι τα ρολά, τα εξώφυλλα των ανοιγμάτων κ.α. Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται και οι κοινές υφασμάτινες τέντες.
- Εσωτερικά, τα οποία συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς και υπάρχουν σε διάφορους τύπους και υλικά, όπως στόρια, κουρτίνες κλπ.

Με τη διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία, οι κατηγορίες εξωτερικά-εσωτερικά αρχίζουν να μπλέκονται μεταξύ τους καθώς νέοι τρόποι τοποθέτησης παρουσιάζονται, επιτρέποντας σε κάποια από τα συστήματα να τοποθετούνται είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, ανάλογα με τις ανάγκες του κτιρίου και τις απαιτήσεις του ιδιοκτήτη. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα διάτρητα ρολά, τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν είτε έξω από τον υαλοπίνακα, είτε μέσα από τον υαλοπίνακα είτε ακόμα και εσωτερικά σε πολλαπλούς υαλοπίνακες στο διάκενο μεταξύ τους.

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποια από τα συστήματα όπως οι κοινές τέντες, οι οποίες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65%, σε νότιες όψεις, ενώ για ανατολικές και δυτικές το ποσοστό αγγίζει το 80%. Η αποδοτικότητά τους εξαρτάται από τα υλικά, την ηλικία και τη φθορά τους από τις καιρικές συνθήκες. Άλλο σύστημα που περιλαμβάνεται σ' αυτήν την κατηγορία είναι τα ενετικά στόρια, τα οποία επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση. Μπορούν να τοποθετηθούν είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά, αλλά είναι πιο αποτελεσματικά όταν είναι τοποθετημένα εξωτερικά. Με τη βοήθεια της τεχνολογίας, έχουν δημιουργηθεί ειδικά υφασμάτινα διάτρητα ρολά, τα οποία επίσης μπορούν να τοποθετηθούν είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά. Είναι κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς και μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 80%, ενώ παράλληλα

συμβάλλουν στη μείωση της θάμβωσης. Η ύφανσή τους είναι αραιή και αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου, με αποτέλεσμα να επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν είναι κατεβασμένα.

Η συμβολή των κινητών συστημάτων στην εργονομία ενός κτιρίου, δεν περιορίζεται μόνο στη θερινή περίοδο, καθώς χρησιμεύουν στην ενίσχυση της θερμομόνωσης και κατά τη χειμερινή περίοδο, πράγμα που αποτελεί πλεονέκτημά τους. Αντίθετα, η ανάγκη για σχετικά συχνή συντήρηση των κινητών συστημάτων, αποτελεί μειονέκτημα. Ο έλεγχος τέτοιων συστημάτων ελαφριάς κατασκευής, και η ρύθμισή τους, μπορεί να γίνεται χειροκίνητα ή μηχανοκίνητα. Έχουν τη δυνατότητα δηλαδή, να περιστρέφονται ακολουθώντας την τροχιά του ήλιου κάνοντάς τα πιο αποτελεσματικά σε σχέση με τα σταθερά, αφού προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες, χρονικά, απαιτήσεις για ηλιασμό-σκιασμό.

Όταν λοιπόν η ρύθμιση γίνεται χειροκίνητα, βασίζεται αρχικά στην επιθυμία των χρηστών για ηλιασμό-σκιασμό και φωτισμό και επιπλέον στη γνώση και τη συνειδητοποίησή τους για τις επιπτώσεις του ηλιασμού στην υπερθέρμανση. Η αυτόματη ρύθμιση από την άλλη, παρά τα εμφανή πλεονεκτήματα (άνεση, ακρίβεια κλπ.), έχει υψηλό κόστος μηχανισμών (τόσο αρχικό όσο και συντήρησης) και συμβάλλει στη συνεχή και ανεξέλεγκτη διακύμανση της έντασης του φωτισμού, γεγονός που, σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπως σχολικά κτίρια, την καθιστά ανεπιθύμητη.

Εν κατακλείδι, αξίζει να σημειωθεί ότι πολλές φορές εμφανίζεται αποτελεσματικότητα σε ίδια επίπεδα, ως προς τον σκιασμό, μεταξύ διαφορετικών συστημάτων (π.χ. μεταξύ ολόσωμου οριζοντίου προστεγάσματος από σκυρόδεμα και οριζοντίου διαφράγματος από μεταλλικά ελάσματα), οπότε άλλα κριτήρια καθορίζουν την τελική επιλογή, όπως συσσώρευση θερμού αέρα, θόρυβος, μείωση φωτισμού, συντήρηση κλπ.).

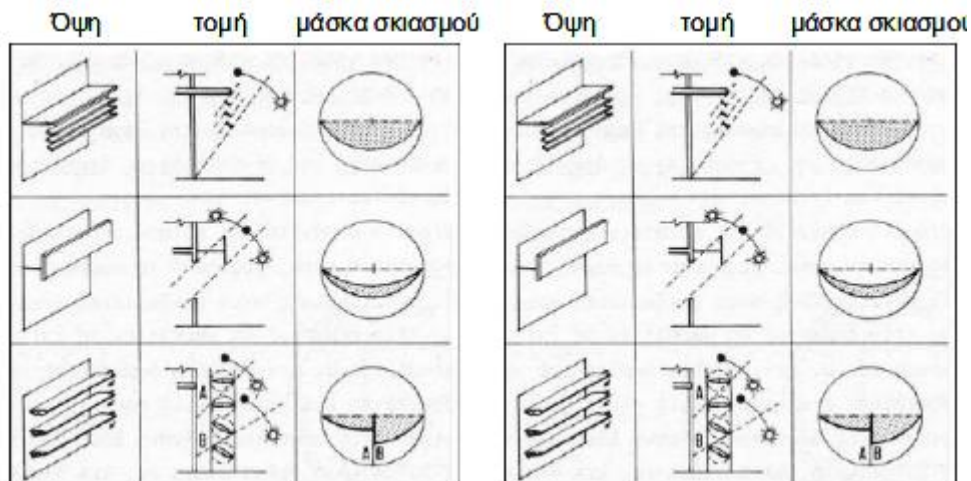
Ειδικότερα όμως, για τα ανοίγματα, η σκίαση πρέπει να επιτυγχάνεται από σύστημα τοποθετημένο στην εξωτερική πλευρά του υαλοστασίου (εκτός από περιπτώσεις στις οποίες δεν μπορεί να συμβεί αυτό), προκειμένου η ηλιακή ακτινοβολία να προλαμβάνεται και ο έλεγχός της να ρυθμίζεται προτού εισέλθει στον εσωτερικό χώρο. Η προστασία από συστήματα τοποθετημένα στην εσωτερική πλευρά του υαλοστασίου προσφέρει μείωση της θάμβωσης, αλλά δεν απαλλάσσει τον χώρο από την υπερθέρμανση.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων και η επιλογή του κατάλληλου συστήματος σκίασης σχετικά με το μέγεθος, τη θέση και τη μορφή εξαρτάται άμεσα από τον προσανατολισμό της όψης που μελετάται κάθε φορά. Υπάρχουν όμως και συγκεκριμένα κριτήρια που λαμβάνονται υπ' όψη όπως:

- ✓ Προσανατολισμός όψης
- ✓ Χρήση του χώρου (κατοικία, σχολείο, επαγγελματικός χώρος κλπ.)
- ✓ Η μορφή των ανοιγμάτων (π.χ ανοίγματα συνεχόμενα ή διακοπτόμενα από τοίχους)
- ✓ Η αισθητική του κτιρίου και η γενικότερη αρχιτεκτονική του
- ✓ Το κόστος τόσο της αρχικής επένδυσης όσο και της λειτουργίας του κτιρίου.

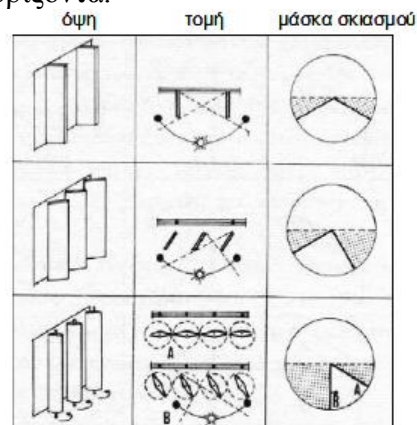
Ως προς τον προσανατολισμό λοιπόν, διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι :

- a) Για **νότιο** προσανατολισμό, τα καταλληλότερα στοιχεία σκιασμού είναι τα οριζόντια είτε πρόκειται για σταθερά είτε για κινητά. Αυτό απορρέει από την υψηλή τροχιά του ήλιου για τον Ιούνιο, Ιούλιο και Αύγουστο. Έτσι, το κρίσιμο σημείο του συστήματος σκιασμού είναι το πλάτος της προεξοχής (προβόλου ή περσίδων) από το κτίριο, ούτως ώστε από τη μια το καλοκαίρι να διασφαλίζεται πλήρης σκιασμός των ανοιγμάτων, από την άλλη όμως, τον χειμώνα, να επιτρέπεται η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό.



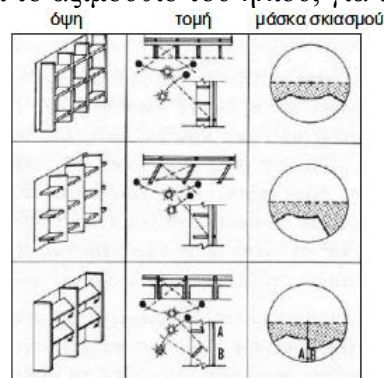
Εικόνα 130: Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για νότιο προσανατολισμό

- b) Για **ανατολικό** και **δυτικό** προσανατολισμό, η πιο αποτελεσματική λύση είναι οι κατακόρυφες περσίδες, κάθετες στην όψη ή και υπό κλίση, γιατί ο ήλιος βρίσκεται σε χαμηλή θέση κοντά στον ορίζοντα.



Εικόνα 131: Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό

- c) Για **νοτιοανατολικό** και **νοτιοδυτικό** προσανατολισμό, αποτελεσματικότερη λύση αποτελούν οι τα σχαρωτά ηλιοπροστατευτικά συστήματα. Η διάταξη των περσίδων καθορίζεται από το ύψος και το αζιμούθιο του ήλιου, για τους καλοκαιρινούς μήνες.



Εικόνα 132: Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμό

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθούν κάποια αρκετά σημαντικά στοιχεία, τα οποία πολλές φορές παραβλέπονται ως λεπτομέρειες, αλλά επηρεάζουν σημαντικά τις εσωτερικές συνθήκες άνεσης. Πιο συγκεκριμένα, τα εσωτερικά σκίαστρα ή περσίδες, τα οποία τοποθετούνται ανάμεσα στους υαλοπίνακες, μειώνουν μεν τον κίνδυνο θάμβωσης, δεν παρέχουν δε την απαραίτητη προστασία από την υπερθέρμανση του εσωτερικού χώρου. Μια ακόμα παράμετρος που επηρεάζει τις εσωτερικές συνθήκες του κτιρίου, αλλά στην πράξη συναντάται αρκετά συχνά, είναι ο εγκλωβισμός του θερμού αέρα κάτω από τα σκίαστρα. Αυτό συμβαίνει σε συμπαγείς προεξοχές, προβόλους, μαρκίζες κ.α. και είναι ένας παράγοντας αρκετά επιβαρυντικός. Κατασκευές με τις οποίες μπορεί να αποφεύγεται το φαινόμενο αυτό είναι τα διάτρητα σκίαστρα (μεταλλικά, ξύλινα ή ακόμα και συμπαγή με κενό ανάμεσα στον πρόβολο και στο κτίριο), οι οποίες επιτρέπουν την απομάκρυνση του θερμού αέρα. Ακόμα, το υλικό κατασκευής του συστήματος επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την αποδοτικότητά του, αφού σκίαστρα από υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα (όπως σκυρόδεμα) αποθηκεύουν θερμότητα την οποία αργότερα ακτινοβολούν και έτσι, μπορεί να εμποδίζουν την εισροή ακτινοβολίας ωστόσο δεν εμποδίζουν την υπερθέρμανση του χώρου.

Συνοψίζοντας, συμπεραίνει κανείς ότι τα σκίαστρα, εξαρτώμενα από τα παραπάνω κριτήρια, δεν μπορούν να επιλεγούν μονοσήμαντα και δεν υπάρχει μία και μοναδική λύση, παρά συνδυασμός ο οποίος εξαρτάται από τις απαιτήσεις της κάθε περίπτωσης. Για παράδειγμα ως προς την κατηγορία χρήσης ενός κτιρίου, η ηλιοπροστασία μιας κατοικίας μπορεί να καλυφθεί πλήρως από μια τέντα ενώ οι ανάγκες σε σκίασμό ενός κτιρίου γραφείων ή μια βιβλιοθήκη καθορίζονται από τις απαιτήσεις των σταθερών θέσεων εργασίας. Επιπλέον, στον τομέα της αισθητικής, ο “διάλογος” μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού χώρου, το “παιχνίδισμα” φωτός -σκιάς (ανάλογα με τη θέση του ήλιου) και η διαφάνεια του κελύφους αποτελούν ζητήματα στη σύνθεση του κτιρίου. Οι διάφοροι τύποι ηλιοπροστατευτικών συστημάτων λοιπόν, προσφέρουν έναν ακόμα παράγοντα σχεδιασμού και μορφοποίησης των όψεων ανάλογα με το αποτέλεσμα που θέλει και δύναται να δώσει ο μελετητής.

6. Φυτεμένα δώματα και τοιχοποιίες

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται σχετικά νέες τεχνικές, οι οποίες αποκτούν ολοένα και περισσότερη φήμη ως προς το αισθητικό τους αποτέλεσμα και την συμβολή τους στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και της αποφόρτισης των αστικών κέντρων από προβλήματα θερμοκρασίας, ρύπανσης ακόμα και θάμβωσης. Πρόκειται για τεχνική σύμφωνα με την οποία διαμορφώνεται ένα περιβάλλον χλωρίδας είτε σε οριζόντια επιφάνεια του κτιρίου (δώμα) είτε ακόμα και σε κατακόρυφη (τοιχοποιίες). Για λόγους όμως ευκολότερης κατανόησης του συγκεκριμένου εγχειριδίου, η εκτενέστερη ανάλυση των τεχνικών αυτών συμπεριλαμβάνεται στην παράγραφο 4.4, όπου συγκεντρώνονται όλες οι βιοκλιματικές χρήσεις και ωφέλειες της φύτευσης στην αρχιτεκτονική.



Εικόνα 134: Παράδειγμα φυτεμένης στέγης



Εικόνα 133: παράδειγμα φυτεμένου τοίχου

4.1.2 Φυσικός αερισμός- κατασκευές και διατάξεις στο κέλυφος

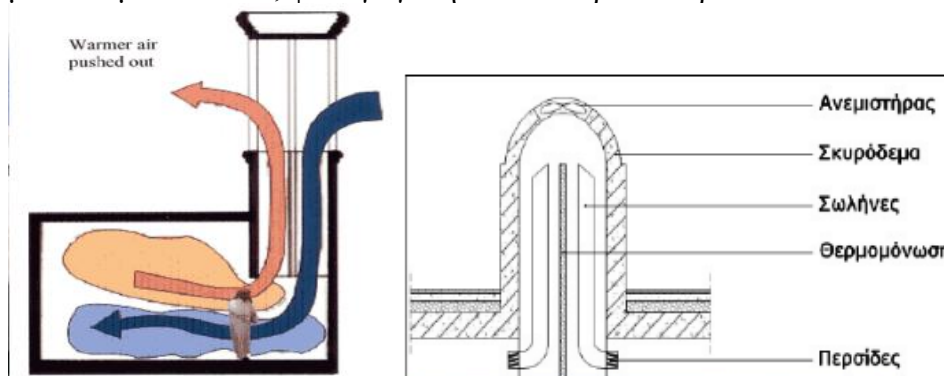
Στο κεφάλαιο 3 αναφέρθηκαν επιγραμματικά, ε σκοπό μια πρώτη επαφή, κάποιες από τις τεχνικές που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμό όσον αφορά διατάξεις στο κέλυφος που συμβάλλουν στο φυσικό αερισμό μιας κατασκευής. Σε αυτήν την παράγραφο θα παρατεθούν αναλυτικότερα, η κατασκευή τους και η προσφορά τους σε μια οικολογικότερη και οικονομικότερη αρχιτεκτονική. Οι τεχνικές που έχουν αυτό το σκοπό είναι, ο πύργος αερισμού, η ηλιακή καμινάδα, η διπλή επιδερμίδα του κελύφους και το αεριζόμενο κέλυφος.

Α) **Πύργος αερισμού.** Ακούγεται αλλιώς ως καμινάδα αερισμού ή και ανεμοσυλλέκτης. Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα πάνω δημιουργώντας (αέριο) ρεύμα στους εσωτερικούς χώρους. Η φυσική αυτή κίνηση των αέριων μαζών μεταφέρουν τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία του επιτυγχάνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα στο κτίριο ,προσανατολισμένα στα σημεία που φυσούν οι επικρατούντες άνεμοι της κάθε περιοχής. Σε περίπτωση που δεν

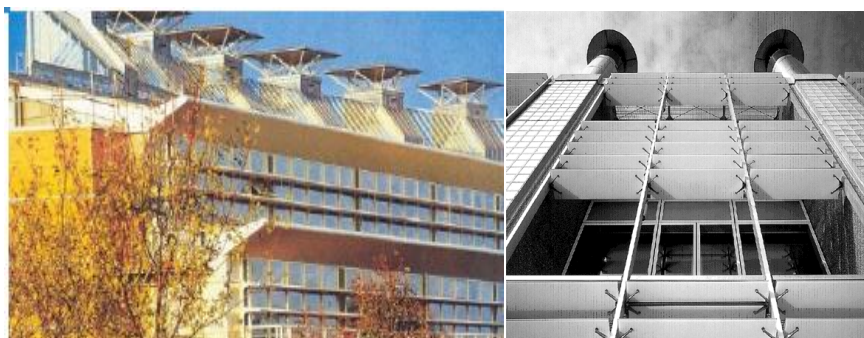


υπάρχουν έντονα ρεύματα αέρος γύρω από το κτίριο μπορεί να λειτουργήσει και ως υβριδικό σύστημα, με την υποστήριξη ανεμιστήρα στην απόληξή του, ο οποίος εξασφαλίζει συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Πιο συγκεκριμένα, το άνοιγμα εισόδου του αέρα τοποθετείται στην προσήνεμη πλευρά, ώστε παγιδεύονται οι ψυχρές μάζες αέρα, εισερχόμενες στο κτίριο εναλλάσσονται με τις θερμότερες μάζες και εξέρχονται από άνοιγμα που βρίσκεται σε απήνεμη πλευρά.

Σαν διάταξη, μπορεί να ενσωματωθεί σχετικά εύκολα στη σύνθεση και τη λειτουργικότητα μιας κατασκευής, αφού σαν πύργοι ανέμου μπορούν να λειτουργήσουν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια, φωταγωγοί ή και εσωτερικά αίθρια

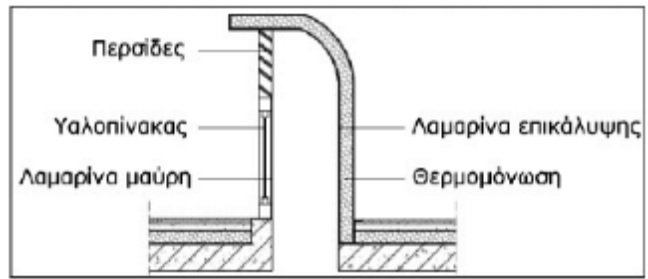


Εικόνα 136: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας πύργου αερισμού

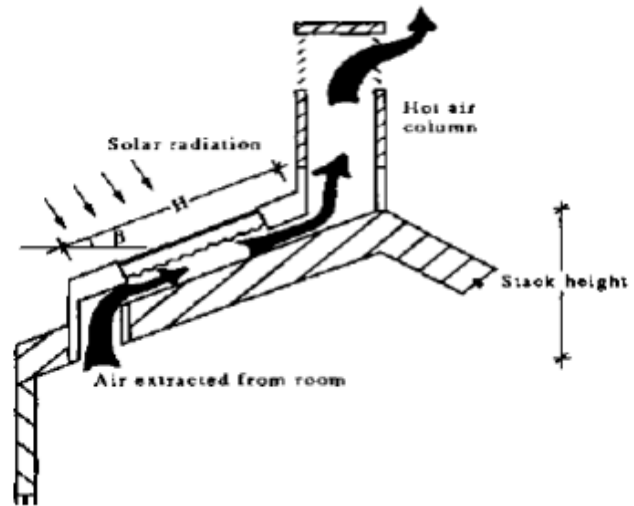


Εικόνα 137: Παραδείγματα χρήσης πύργου αερισμού

Β) Ηλιακή καμινάδα. Είναι κι αυτή μια αποτελεσματική λύση στο φυσικό αερισμό και την απομάκρυνση της υγρασίας από τους εσωτερικούς χώρους, που φέρει αρκετά όμοια στοιχεία με τον πύργο αερισμού. Η συνήθης κατασκευή είναι κι αυτή σε μορφή καμινάδας, η οποία προεξέχει από την οροφή του κτιρίου. Σε αντίθεση όμως με τον πύργο αερισμού, αυτή η κατασκευή, στη νότια τη δυτική ή την ανατολική της πλευρά φέρει γυάλινη επιφάνεια με περσίδες στο πάνω μέρος. Ωστόσο, συναντάται και ως ορθογωνική διατομή, προσαρτημένη στην εξωτερική πλευρά του τοίχου, η οποία συνδέεται με τον εσωτερικό χώρο με κάποιο άνοιγμα-θυρίδα. Στο ανώτατο τμήμα της καμινάδας, υπάρχει άνοιγμα αερισμού προς το εξωτερικό περιβάλλον, με σκοπό τη συνεχή κίνηση του αέρα. Ανάλογα με τη λειτουργία που επιλέγεται σε κάθε περίπτωση, για ημερήσιο ή νυχτερινό αερισμό, επιλέγονται και τα κατάλληλα υλικά κατασκευής, όπως με μεγάλη θερμική μάζα ή ελαφριά, αντίστοιχα. Ως προς την εξωτερική



Εικόνα 140: Τομή ηλιακής καμινάδας



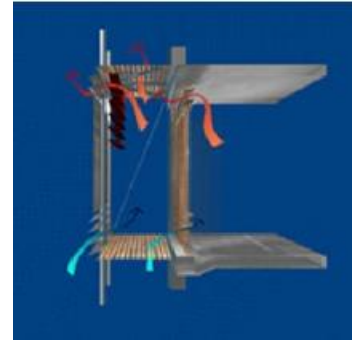
Εικόνα 138: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ηλιακής καμινάδας

επιφάνειά της, υπάρχουν διάφορες επιλογές. Μπορεί να έχει θερμική μάζα απ' ευθείας εκτεθειμένη στον ήλιο ή καλυμμένη με γυάλινη επιφάνεια. Μπορεί να έχει γυάλινη εξωτερική επιφάνεια και θερμική μάζα στην εσωτερική παρειά της καμινάδας, κάποια ελαφριά κατασκευή ή μεταλλική επιφάνεια κ.α. Αποδίδει περισσότερο με νότιο ή νοτιοδυτικό προσανατολισμό, με βέλτιστο τον δεύτερο. Στην περίπτωση του ημερήσιου αερισμού, ο αέρας που βρίσκεται μέσα στην καμινάδα ζεσταίνεται από τον ήλιο. Έτσι γίνεται θερμότερος άρα και ελαφρύτερος και απομακρύνεται προς τα πάνω, ενώ ο ψυχρότερος που προέρχεται από κάτω τον αντικαθιστά. Από την άλλη, για απογευματινό- νυχτερινό αερισμό, η ηλιακή καμινάδα εκμεταλλεύεται τη θερμική της μάζα. Παραμένει δηλαδή, κλειστή κατά την ημέρα αποθηκεύοντας θερμότητα, η οποία αποδίδεται στον αέρα όταν αρχίσει η διαδικασία του αερισμού, οπότε και ακολουθείται η ίδια διαδικασία με τον ημερήσιο αερισμό. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται και έτσι επιτυγχάνεται η διαρκής ανανέωση του εσωτερικού αέρα και κατ' επέκταση του φυσικού δροσισμού του χώρου. Όπως και ο πύργος αερισμού έτσι και η ηλιακή καμινάδα μπορεί να ενσωματωθεί στη σύνθεση του κτιρίου αποτελώντας μορφολογικό στοιχείο του κτιρίου.



Εικόνα 139: Παράδειγμα χρήσης ηλιακής καμινάδας

Γ) **Διπλή επιδερμίδα ή διπλό κέλυφος ή αεριζόμενο κέλυφος.** Αποσκοπεί είτε στην ανανέωση του εσωτερικού αέρα, είτε στην απαγωγή της θερμότητας από το εσωτερικού του κτιρίου. Κατασκευαστικά, μπορεί να αποτελείται από δύο επιφάνειες γυαλιού ή από μια εσωτερική επιφάνεια με συνήθη δομικά υλικά (εσωτερικά) και μια γυάλινη (εξωτερικά) που έχουν κενό ανάμεσά τους, στο οποίο και υλοποιείται η κίνηση του αέρα. Και αυτή η τεχνική, όπως και οι παραπάνω, βασίζεται στο φαινόμενο Venturi^{xxii}.



Εικόνα 141: Τομή αεριζόμενου κελύφους



Εικόνα 142: Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους

Στην περίπτωση των γυάλινων διπλών κελυφών, η κατασκευή αποτελείται από το βασικό κέλυφος του κτιρίου (εσωτερικό) ενώ σε απόσταση⁵⁶ από αυτό τοποθετείται μια δεύτερη γυάλινη όψη (εξωτερική επιδερμίδα). Ανάλογα με τον τύπο του συστήματος, στην βάση και στην κορυφή του εξωτερικού κελύφους υπάρχουν θυρίδες που έχουν ως σκοπό την εισαγωγή και εξαγωγή του αέρα. Τα ανοίγματα στο εσωτερικό κέλυφος πρέπει να φέρουν διπλούς υαλοπίνακες ενώ συχνά τοποθετείται στο διάκενο (κλωβός), συνήθως πίσω από την γυάλινη όψη, σε απόσταση ίση με το 1/3 του πλάτους του κλωβού και ηλιοπροστατευτική διάταξη για την προστασία από υπερθέρμανση και θάμβωση.

Τα διπλά κέλυφη κατηγοριοποιούνται με διάφορα κριτήρια, όπως τη γεωμετρία τους αλλά και τη θέρμανση, τον αερισμό και τον δροσισμό που παρέχουν (HVAC). Με κριτήριο τη γεωμετρία τους οι κατηγορίες είναι οι εξής:

1. **Όψη κιβωτοειδούς παραθύρου.** Σε αυτόν τον τύπος όψης διαμορφώνεται κάρναβος ο οποίος αποτελείται από ανεξάρτητα και σχετικά μικρά κουτιά-παράθυρα, με δύο φύλλα από γυαλί σε απόσταση μεταξύ τους. Τα εσωτερικά φύλλα συνήθως είναι ανακλινόμενα ή ανοιγόμενα, ενώ στα εξωτερικά υπάρχουν άνω και κάτω θυρίδες για την ανανέωση του αέρα με σκοπό τον αερισμό τόσο του κλωβού όσο και των εσωτερικών χώρων του κτιρίου. Ο οριζόντιος και κατακόρυφος διαχωρισμός μεταξύ παραθύρων μπορεί είτε να ακολουθεί τον κατασκευαστικό κάρναβο, είτε απλώς να ακολουθεί τον σχεδιασμό των χώρων που εξυπηρετούν. Αυτή η μορφή

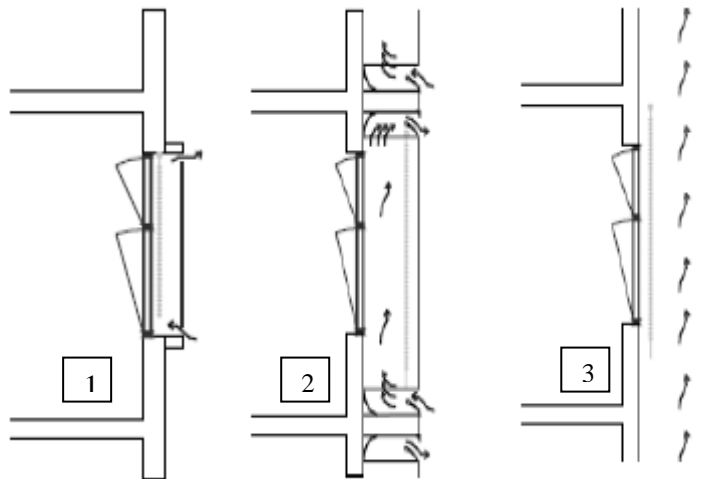
⁵⁶ Σε όλες τις περιπτώσεις διπλών κελυφών η απόσταση-διάκενο μεταξύ των δύο επιδερμίδων κυμαίνεται από 0,25-1,50m

Π: «magazine BUILDING GREEN»,

<http://buildinggreen.gr/articles/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CE%BB%CF%85%CF%86%CE%B5%CF%82-%CF%8C%CF%88%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B3/>

όψης εμποδίζει τη μετάδοση του ήχου από χώρο σε χώρο ή από το εξωτερικό περιβάλλον αλλά και τη μετάβαση του χρησιμοποιούμενου αέρα, των οσμών κλπ.

2. Όψη τύπου διαδρόμου. Σε αυτόν τον τύπο όψεων, ο κλωβός είναι προσπελάσιμος και συνήθως έχει το ύψος του ορόφου. Είναι πιθανό ο διάδρομος αυτός να διακόπτεται από κατακόρυφα στοιχεία για λόγους πυροπροστασίας, αλλά και βελτίωσης του αερισμού και της ακουστικής. Οι θυρίδες αερισμού στο εξωτερικό κέλυφος τοποθετούνται συνήθως σε εναλλασσόμενες θέσεις, προκειμένου ο εξαγόμενος αέρας των κάτω ορόφων να μην εισέρχονται στον αμέσως επόμενο.
3. Πολυώροφες συνεχείς όψεις. Η διαφορά σε αυτόν τον τύπο όψεων είναι ότι ο κλωβός είναι συνεχής και εκτείνεται σε όλο το ύψος του κτιρίου. Με τον τρόπο αυτό, η κίνηση του αέρα μέσα σε αυτόν είναι συνεχής και εισαγωγή και εξαγωγή του επιτυγχάνεται από ανοίγματα στη βάση και στην οροφή του κτιρίου.

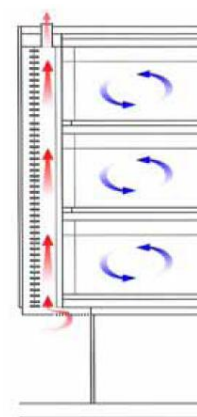


Εικόνα 143: Είδη διπλών κελυφών με βάση τη γεωμετρία τους. Από αριστερά προς τα δεξιά 1,2,3

Στην κατηγορία της διπλής επιδερμίδας (εσωτερική και εξωτερική επιδερμίδα από γυαλί) υπάρχει η κατηγοριοποίηση σχετικά με την ύπαρξη ή μη ανοιγμάτων στα κελύφη. Έτσι διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

- **Ενιαίο διπλό κέλυφος**

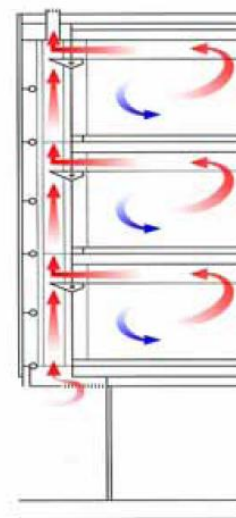
Είναι ο παλαιότερος τύπος διπλού κελύφους, ανακαλύφθηκε πριν την εφεύρεση του μονωτικού γυαλιού για να αυξήσει τη θερμομόνωση και την ηχοαπορροφητικότητα, χωρίς να μειώνει την είσοδο του ηλιακού φωτός. Αποτελείται από δύο γυάλινες επιφάνειες σε απόσταση μεταξύ τους, χωρίς να έχουν ανοίγματα σε μορφή παραθύρων ούτε στην εξωτερική ούτε στην εσωτερική επιδερμίδα και ο αερισμός του κτιρίου επιτυγχάνεται με σύστημα αεραγωγών. Η διπλή όψη, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, μεταδίδει θερμότητα, με αγωγιμότητα, από το εσωτερικό κέλυφος στον εσωτερικό χώρο του κτιρίου και οι αεραγωγοί παραμένουν κλειστοί όλη την ημέρα για να αποφεύγονται οι απώλειες, κυρίως κατά τη διάρκεια της νύχτας. Την θερινή περίοδο, τα ανοίγματα παραμένουν ανοιχτά ώστε να αποφευχθεί η υπερθέρμανση. Και σε αυτήν την περίπτωση μπορούν να τοποθετηθούν σκίαστρα στο διάκενο.



Εικόνα 144:
Ενιαίο διπλό
κέλυφος

- Διπλό κέλυφος εξαγωγής αέρα

Αυτός ο τύπος διπλού κελύφους αποτελείται από την κύρια διπλή επιδερμίδα από μονωτικό γυαλί (και οι δύο επιφάνειες) μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται μια δεύτερη επιφάνεια απλού γυαλιού, καθώς κι από κοιλότητες μεταξύ των ορόφων. Ο αέρας που βρίσκεται στο διάκενο και έχει ήδη θερμανθεί εξάγεται από την κοιλότητα με την χρήση ανεμιστήρων και έτσι θερμαίνει την εσωτερική γυάλινη επιφάνεια ενώ η εξωτερική (μονωτικού γυαλιού) συμβάλει στην ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών. Το συγκεκριμένο σύστημα χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που ο φυσικός αερισμός δεν είναι δυνατός, όπως σε περιοχές με υψηλά ποσοστά θορύβου, αέρα ή και ρύπανσης. Τα ανοίγματα για την κυκλοφορία του αέρα, τοποθετούνται στον εξωτερικό φλοιό του συστήματος. Τους χειμερινούς μήνες ανοίγονται οι θυρίδες που φέρνουν σε επικοινωνία την κατακόρυφη κοιλότητα με τις οριζόντιες, ώστε ο ζεστός αέρας



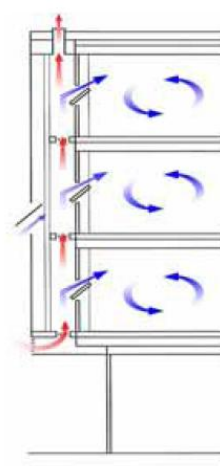
Εικόνα 145: Διπλό

κέλυφος εξαγωγής αέρα

που βρίσκεται στο διάκενο να διαχέεται και στις οριζόντιες κοιλότητες οι οποίες είναι σε επαφή με τους εσωτερικούς χώρους. Τις νυχτερινές ώρες κλείνουν προς αποφυγή θερμικών απωλειών. Στο σημείο αυτό να σημειωθεί ότι, οι εσωτερικοί χώροι, ταυτόχρονα θερμαίνονται και από τη μεταφορά θερμότητας από την εσωτερική γυάλινη επιφάνεια. Κατά τη θερινή περίοδο, τα ανοίγματα του εξωτερικού συστήματος αεραγωγού ανοίγουν ώστε με την κυκλοφορία του αέρα να αποτρέπεται η υπερθέρμανση στο διάκενο. Τα εσωτερικά ανοίγματα όμως, παραμένουν κλειστά για να αποτρέπεται η είσοδος του ζεστού αέρα στις οριζόντιες κοιλότητες (για να μην θερμαίνονται οι εσωτερικοί χώροι), ενώ με τη βοήθεια των ανεμιστήρων και την ανοδική πορεία του, ο ζεστός αέρας εξάγεται από τα ανοίγματα στην κορυφή. Τις νυχτερινές ώρες διατηρείται η παραπάνω διαδικασία με στόχο τον δροσισμό του κτιρίου. Τέλος να αναφερθεί ότι και σε αυτήν την περίπτωση μπορούν να τοποθετηθούν σκίαστρα στο διάκενο.

- Διπλά ανοιγόμενο κέλυφος

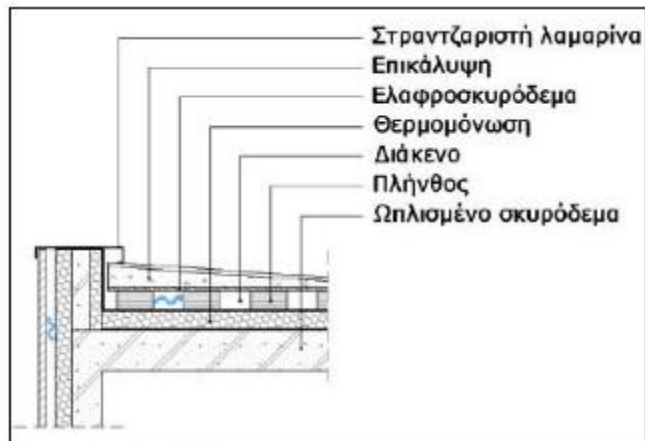
Το διπλά ανοιγόμενο κέλυφος από ένα γυάλινο ή συμπαγές πέτασμα με μια εξωτερική επιφάνεια γυαλιού σε απόσταση από αυτό, το οποίο προστατεύει τα σκίαστρα που τοποθετούνται στο διάκενο μεταξύ των δύο επιφανειών. Στο συγκεκριμένο σύστημα, η εσωτερική επιφάνεια λειτουργεί σαν μόνωση με σκοπό την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών. Η διαφορά αυτού του τύπου σε σχέση με το διπλό κέλυφος εξαγωγής αέρα είναι ότι σε αυτήν την περίπτωση, επιτρέπονται τα ανοίγματα στην εξωτερική γυάλινη επιφάνεια, τα οποία συμβάλουν στον φυσικό αερισμό, ενώ ταυτόχρονα μετριάζουν τις ακραίες θερμοκρασίες του αέρα στο διάκενο. Τα παράθυρα στην εσωτερική όψη είναι ανοιγόμενα ή και ανακλινόμενα και επιτρέπουν τον φυσικό δροσισμό κατά τις νυχτερινές ώρες. Τη χειμερινή περίοδο αξιοποιείται ο θερμός αέρας στο διάκενο, ο οποίος μπορεί να εισέρχεται στο



Εικόνα 146: Διπλά
ανοιγόμενο κέλυφος

εσωτερικό του κτιρίου, ενώ τα ανοίγματα προς το εξωτερικό περιβάλλον παραμένουν κλειστά για λόγους απωλειών. Για λόγους ηχομόνωσης, τα ανοίγματα στην εξωτερική επιφάνεια μπορούν να επικαλύπτονται ή να τοποθετούνται μακριά από τα εσωτερικά παράθυρα.

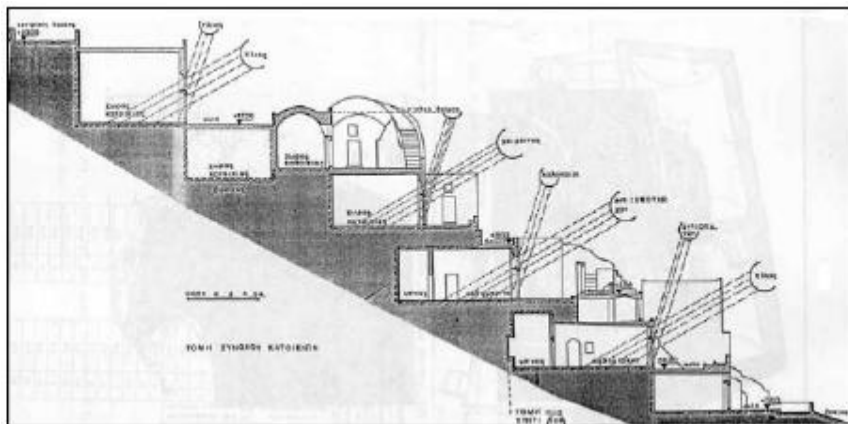
Η τεχνολογία του διπλού κελύφους μπορεί να εφαρμοστεί και στο δώμα των κτιρίων. Κατασκευαστικά, πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή στην τοποθέτηση της θερμομόνωσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται σε επαφή με την πλάκα του οπλισμένου σκυροδέματος. Το διάκενο κυκλοφορίας του αέρα, πρέπει να δημιουργείται πάνω από τη θερμομόνωση και ακολουθούν οι στεγανωτικές στρώσεις. με τη χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής αποτρέπονται φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην τοιχοποιία ή την οροφή αντίστοιχα, και τις επικαλύψεις, ενώ παράλληλα προστατεύονται τα δομικά υλικά.



Εικόνα 147: Κατασκευαστική λεπτομέρεια διπλού κελύφους σε δώμα

4.1.3 Φυσική ψύξη-δροσισμός

Οι τεχνικές που προβάλλει και προτείνει μια οικολογική και εργονομική αρχιτεκτονική, όσον αφορά τον φυσικό δροσισμό μιας κατασκευής είναι συνάρτηση του κατάλληλου αερισμού, της σωστής θέσης και προσανατολισμού του κτιρίου, των δομικών υλικών που θα



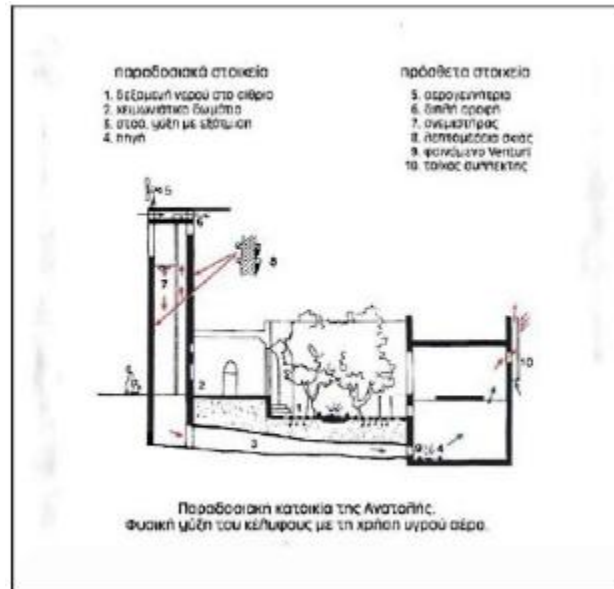
Εικόνα 148: Τομή ημιυπόσκαφων κατασκευών

χρησιμοποιηθούν με τις ανάλογες θερμικές μάζες, της θερμομόνωσης και άλλων τέτοιων παραγόντων. Οι κατασκευαστικές λύσεις που προτείνονται, είναι οι ημιυπόσκαφες κατασκευές, οι υπεδάφιοι αγωγοί, αλλά και οι δεξαμενές νερού.

Εφόσον εξ' ορισμού ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός προωθεί την χρήση όσο το δυνατόν περισσότερο των εναλλακτικών πηγών ενέργειας αλλά και τα προϊόντα που έχει να προσφέρει η φύση, είναι φυσικό και επόμενο να έχουν μελετηθεί και οι ευεργετικές ιδιότητες του εδάφους- χώματος. Έτσι, σε περιοχές ξηρές και ζεστές, το έδαφος προσφέρει καλύτερα θερμικά αποτελέσματα από το οπλισμένο σκυρόδεμα, εξ' αιτίας της μεγάλης θερμικής αδράνειας που παρουσιάζει αλλά και της δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί σε ορισμένο βάθος. Αυτές οι ιδιότητες μπορούν να εκμεταλλευτούν για τη δημιουργία ημιυπόσκαφων κατασκευών (Εικόνα 148). Η συγκεκριμένη τεχνική απαιτεί κάποιες συγκεκριμένες προϋποθέσεις όπως ανάγλυφο έδαφος με μεγάλη κλίση, συγκεκριμένη σύστασή του αλλά και συγκεκριμένη χρήση κτιρίου. Χαρακτηριστικό δείγμα τέτοιας κατασκευής αποτελεί οικισμός στην Οία της Σαντορίνης, όπου ο εσωτερικός χώρος επηρεάζεται ελάχιστα από την αύξηση της εξωτερικής θερμοκρασίας γύρω στον Αύγουστο. Πιο συγκεκριμένα, δεν

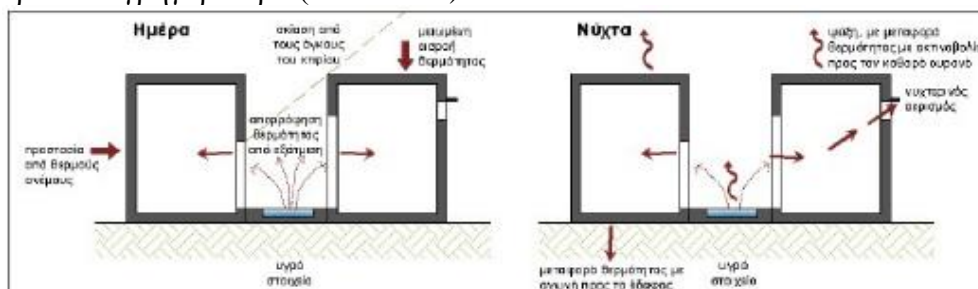
συνηθίζουν να παρατηρούνται στο εσωτερικό αυτών των κτισμάτων θερμοκρασίες άνω των 26°C.

Όσο για τους υπεδάφιους αγωγούς (Εικόνα 149), μπορούν να λειτουργήσουν ως παθητικό σύστημα ή ακόμα και ως υβριδικό. Ως παθητικό, μπορεί, σε συνδυασμό με κάποιον πύργο αερισμού, να τροφοδοτεί το κτίριο με δροσερό αέρα το καλοκαίρι, αλλά από την άλλη, μπορεί να υποβοηθηθεί από ανεμιστήρες και να λειτουργεί με εξαναγκασμένη κίνηση του αέρα μέσα στους αγωγούς. Η διαδικασία που ακολουθείται για τη λειτουργία αυτού του συστήματος είναι η εξής: όπως είναι γνωστό, η θερμοκρασία του εδάφους διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα από τον αέρα που βρίσκεται πάνω από το έδαφος, έτσι εισερχόμενος ζεστός αέρας, ψύχεται διαπερνώντας τους αγωγούς. Εξέλιξη του συστήματος αυτού αποτελούν οι εφαρμογές της αβαθούς γεωθεμίας. Τέλος, να αναφερθεί ότι παραδείγματα αυτής της τεχνικής συναντώνται σε κτίρια της Μέσης Ανατολής.

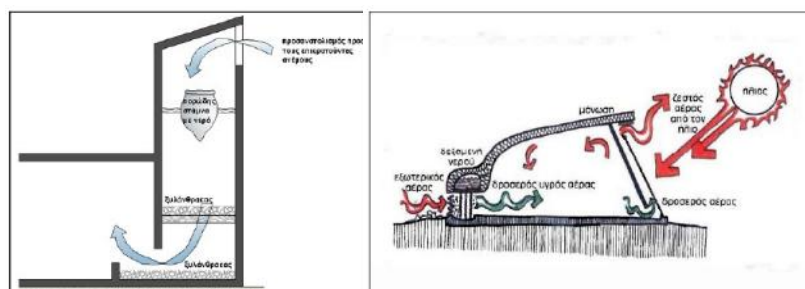


Εικόνα 149: Υπεδάφιοι αγωγοί

Η χρήση του νερού αποδεικνύεται ευεργετική, σε περιοχές με ζεστό και ξηρό κλίμα, όπου η σχετική υγρασία είναι χαμηλή. Η εξάτμιση του νερού προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας του αέρα και αύξηση της σχετικής υγρασίας. Σε παραδοσιακά κτίρια ο τρόπος αυτός φυσικού δροσισμού συνδύαζε τη ροή ζεστού αέρα πάνω από νησίδες νερού, πριν την είσοδό του στο κτίριο (Εικόνες 149). Στη σύγχρονη εποχή, επανέρχεται στην αρχιτεκτονική η χρήση μικρών δεξαμενών νερού σε κατάλληλες θέσεις, ώστε ο ζεστός εξωτερικός αέρας που διέρχεται πάνω από το νερό να προκαλεί εξάτμιση, λόγω της απορροφούμενης θερμότητας από την επιφάνεια του νερού και κατά συνέπεια, να εισέρχεται πιο δροσερός μέσα στο κτίριο. Μάλιστα, αν συνδυαστεί με την κατασκευή ηλιακής καμινάδας, τότε η ροή του ζεστού αέρα επιταχύνεται και απομακρύνεται γρηγορότερα (Εικόνα 151).



Εικόνα 150: Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας δεξαμενής νερού



Εικόνα 151: Συνδυασμός δεξαμενής νερού με ηλιακή καμινάδα

Παρακάτω παρατίθενται κάποιες προτάσεις ώστε να αξιοποιείται όσο το δυνατόν περισσότερο ο φυσικός αερισμός για τον δροσισμό του κτιρίου. Οι προτάσεις αυτές αν εφαρμοστούν στο στάδιο του σχεδιασμού μιας κατασκευής, δηλαδή αν έχουν προβλεφθεί, αποφέρουν αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα.

4. Επιμελής ανάλυση των κλιματικών δεδομένων της περιοχής, του κτιρίου και των απαιτήσεων των χρηστών του κτιρίου ώστε να επιλεγεί η βέλτιστη λύση δροσισμού, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κάθε περίπτωσης. Προσοχή! Ο στόχος δεν είναι η κάλυψη όλων των πιθανών περιπτώσεων, αλλά αντίθετα να μουν οι σωστότερες προτεραιότητες για το ποιες ανάγκες είναι επιτακτικότερες.
5. Σχεδιασμός του κτιρίου έτσι, ώστε να ανταποκρίνεται σε όλες τις διευθύνσεις πρόσπτωσης του ανέμου.
6. Πρόβλεψη ανοιγμάτων εισόδου και εξόδου του αέρα σε όλους τους χώρους του κτιρίου, αλλά με ιδιαίτερη προσοχή στις θέσεις τους ώστε να αποφεύγονται φαινόμενα ανάμιξης.
7. Πρόβλεψη αποτελεσματικότερου αερισμού των χώρων που χρησιμοποιούνται συχνότερα και έχουν αυξημένες απαιτήσεις άνεσης.
8. Πρόβλεψη επαρκούς αερισμού και στους δευτερεύοντες χώρους (υπόγειο, πατάρι, γκαράζ, σοφίτα κλπ.). ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους χώρους κάτω από κεκλιμένες στέγες γιατί λόγω της μεγάλης γωνίας πρόσπτωσης των ακτίνων παρουσιάζονται υψηλές θερμοκρασίες.
9. Πρόβλεψη τόσο για την οριζόντια όσο και την κατακόρυφη κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό του κτιρίου με αξιοποίηση του θερμοσιφωνισμού.
10. Τεχνικές λύσεις που ευνοούν τον αερισμό είναι οι θόλοι, οι πύργοι ανέμου και οι ηλιακές καμινάδες.
11. Σωστή τοποθέτηση των ανοιγμάτων, κατάργηση της παραδοσιακής αντιστοίχισης των ανοιγμάτων αερισμού και φωτισμού.
12. Δημιουργία χαμηλών ανοιγμάτων εισόδου και ψηλών ανοιγμάτων εξόδου του αέρα, για καλύτερη ανάμιξη και ευκολότερη απαγωγή του θερμότερου αέρα.
13. Λαμβάνοντας υπ' όψη τις απαιτήσεις φυσικού φωτισμού, ηχοπροστασίας και ηλιοπροστασίας, οι διαστάσεις κάθε κατηγορίας ανοιγμάτων στο κέλυφος θα πρέπει να μεγαλώνουν. Σύμφωνα με μελέτες, η ταχύτητα των αερίων ρευμάτων στο εσωτερικό του κτιρίου αυξάνει όταν τα ανοίγματα εξόδου είναι μεγαλύτερα.
14. Περιορισμός αντιστάσεων στη ροή του αέρα στο εσωτερικό (εσωτερικά χωρίσματα, έπιπλα κλπ). οι απλούστερες κατόψεις με συγκέντρωση των χώρων, σε αντίθεση με την σε σειρά παράταξή τους, διευκολύνουν το στόχο του φυσικού δροσισμού.
15. Προτίμηση κουφωμάτων που επιτρέπουν την ελευθέρωση όλου του ανοίγματος και προκαλούν ελάχιστη αντίσταση στη ροή του ανέμου.
16. Τα παράθυρα που εκτείνονται κατά την οριζόντια διεύθυνση, ευνοούν την εκμετάλλευση περισσότερων διαφορετικών διευθύνσεων πρόσπτωσης του ανέμου.
17. Τα ανοίγματα να είναι προσιτά και εύκολα στο χειρισμό.
18. Όλα τα ανοίγματα και οι αγωγοί αερισμού θα πρέπει να μπορούν να κλείνουν αποτελεσματικά σε αντίξοες συνθήκες (οι περσίδες δεν αποτελούν αποτελεσματική λύση στο σκοπό αυτό).
19. Να αποφεύγεται η τοποθέτηση εμποδίων πολύ κοντά στην εξωτερική πλευρά των ανοιγμάτων, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι θα παραβλέπεται η σκιάσή τους.
20. Τα ανοίγματα να συγκεντρώνονται σε περιοχές του κτιρίου με υψηλότερες απαιτήσεις αερισμού.

21. Να προτιμώνται οι πρόβολοι, οι προεξέχοντες δοκοί και οι τέντες, κοντά στα ανοίγματα, έναντι των πατζουριών, γιατί τα προστατεύουν ενώ παράλληλα δημιουργούν μεγαλύτερες διαφορές πίεσης (άρα και ροή ανέμου) εξ' αιτίας του ανέμου.
22. Οι ανεμοφράχτες (φυσικοί και τεχνητοί), με σωστή τοποθέτηση, βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες αερισμού του κτιρίου.
23. Πρόβλεψη συστημάτων στήριξης και υποβοήθησης του φυσικού αερισμού (ανεμιστήρες), συστήματα αυτόματου ελέγχου του φυσικού αερισμού και συστήματα ανάκτησης θερμότητας (heat recovery systems) για τις ψυχρές περιόδους.
24. Προσοχή θα πρέπει να δίνεται στο στάδιο του σχεδιασμού μιας κατασκευής, στην αποτίμηση και σύγκριση μεταξύ του συνολικού κόστους και της απόδοσης του συστήματος φυσικού αερισμού. Δεν πρέπει να θεωρείται αυτονόητα ευνοϊκότερο, γιατί η κάθε περίπτωση είναι διαφορετική.

Τέλος να αναφερθεί ότι φυσικό δροσισμό παρέχει και η κατάλληλη αξιοποίηση και διαμόρφωση της βλάστησης αντικείμενο που θα αναλυθεί παρακάτω στο Κεφάλαιο 4.4

4.2 Ηλιακά Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης-ψύξης

Πέρα από την «έξυπνη» χρήση και εκμετάλλευση των φυσικών φαινομένων από τις παλαιότερες γενιές, που στόχο είχαν την βελτίωση των συνθηκών ζωής όταν η τεχνολογία δεν είχε προοδεύσει τόσο, ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός των κατασκευών, στη σύγχρονη εποχή, εκμεταλλεύμενος την τεχνολογία, παραθέτει νέες τεχνικές οι οποίες προωθούν την εξοικονόμηση ενέργειας παράλληλα με την άνεση των χρηστών.

Μια από τις βασικές και καίριες σημασίας προτάσεις ενός τέτοιου σχεδιασμού είναι τα Ηλιακά Παθητικά Συστήματα Θέρμανσης. Είναι συστήματα, που όπως είναι προφανές κι από την ονομασία τους, εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν περισσότερο τις ιδιότητες της ηλιακής ακτινοβολίας και ενέργειας, που μπορούν να φανούν χρήσιμες στην αρχιτεκτονική και τον άνθρωπο. Συμβάλουν θετικά στις θερμικές απαιτήσεις μιας κατασκευής, σε ψυχρό καιρό, ενώ σε περιόδους υψηλών θερμοκρασιών, ρυθμίζουν ή ακόμα και αποτρέπουν τη διείσδυση του θερμού εξωτερικού αέρα περιορίζοντας τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, ώστε να εξασφαλίζουν τις απαραίτητες συνθήκες θερμικής άνεσης για τους χρήστες.

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους (από θερμικής απόψεως) χωρίζονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- Τα συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους, στα οποία χρησιμοποιούνται υλικά με υψηλή θερμοχωρητικότητα σε συνδυασμό όμως με κατάλληλη θερμική προστασία (θερμομόνωση κελύφους, διπλοί υαλοπίνακες κλπ.), την απαιτούμενη ηλιοπροστασία για τους θερινούς μήνες και επιπλέον, ανοίγματα με κατάλληλο προσανατολισμό.
- Τα συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται οι *Ηλιακοί τοίχοι*, που αποτελούνται από συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοστασίου, εξωτερικά τοποθετημένο ή τοίχο ηλιακής συλλογής και θερμικής αποθήκευσης (αμόνωτο τοίχο) ή θερμομονωμένο τοίχο με θυρίδες –θερμοσιφωνικό πανέλο. Τέτοιοι τοίχοι είναι τοίχοι μάζας Trombe, τοίχοι Barra Constantini, τοίχοι νερού, θερμοσιφωνικό πανέλο και οροφή νερού. Συστήματα έμμεσου κέρδους είναι και τα *προσαρτημένα θερμοκήπια* και τα *ηλιακά αίθρια*.
- Τα συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους (υβριδικά), όπου η επιφάνεια συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας διαχωρίζεται από το χώρο θερμικής αποθήκευσης. Τα συστήματα αυτά βασίζονται στη ροή κάποιου ρευστού (π.χ. αέρα) και

χρησιμοποιούνται και απλά μηχανικά μέσα (π.χ ανεμιστήρες) για τη μεταφορά της θερμότητας.

Για να λειτουργήσουν σωστά τα παθητικά συστήματα, βασική προϋπόθεση είναι ένα σωστά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο, σύμφωνα με τις αρχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού. Ιδιαίτερα όμως το κέλυφος, πρέπει να διαμορφώνεται με τρόπο τέτοιο, που να επιτρέπει τη μέγιστη δυνατή συλλογή ηλιακής ενέργειας, τη μέγιστη δυνατή αποθήκευση θερμικής ενέργειας αλλά ταυτόχρονα και τις ελάχιστες δυνατές θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον. Η λειτουργία τους βασίζεται σε νόμους της φυσικής για την κάθε πτυχή τους. Έτσι, η συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας στηρίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου^{III}, η αποθήκευση της θερμότητας στη θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών, και η μεταφορά της θερμότητας στους βασικούς νόμους της θερμοδυναμικής.

4.2.1 Υλικά κατασκευής Ηλιακών Παθητικών Συστημάτων

Από την ονομασία των συγκεκριμένων συστημάτων θέρμανσης, είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς ότι απαιτούνται υλικά ικανά τόσο να συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία, όσο και να αποθηκεύουν την θερμότητα που προκύπτει. Έτσι, τα υλικά κατασκευής τους διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, μία συλλογής και μια αποθήκευσης.

4.2.1.1 Υλικά συλλογής ηλιακής ακτινοβολίας

Στην Παράγραφο 3.1 έγινε αναφορά στους τομείς εκείνους που κάνουν το κτίριο φυσικό ηλιακό συλλέκτη. Η ικανότητα συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας είναι συνάρτηση του προσανατολισμού, της θέσης του κτιρίου (και κατ' επέκταση των ανοιγμάτων) αλλά και των δομικών υλικών. Και στην περίπτωση των ηλιακών συστημάτων, είναι επόμενο, τα δομικά υλικά να αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας.

Υλικά με τέτοια ικανότητα είναι προπάντων **διαφανή** (διαπερατά από τις ηλιακές ακτίνες) και διαθέτουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία είναι εκείνα που τα κατατάσσουν σ' αυτήν την κατηγορία και ταυτόχρονα αποτελούν και τα κριτήρια επιλογής μεταξύ τους, αναλόγως τις απαιτήσεις. Οι *θερμοφυσικές ιδιότητες*⁵⁷ (διαπερατότητα, απορροφητικότητα, ανακλαστικότητα, ικανότητα εκπομπής της θερμικής ακτινοβολίας, θερμοπερατότητα κλπ.) των υλικών αυτών είναι από τα βασικότερα κριτήρια, η *αισθητική* (καθοριστικός παράγοντας διαμόρφωσης των εξωτερικών όψεων), η οποία συνδέεται με τις θερμοφυσικές τους ιδιότητες (π.χ. συντελεστής απορροφητικότητας, συντελεστής ηλιακής ανακλαστικότητας κ. α.), η *αντοχή* (σε μηχανικές καταπονήσεις, θερμοκρασιακές μεταβολές και ανεμοπιέσεις), *το βάρος* τόσο του ίδιου του υλικού όσο και εκείνου που μπορεί να αντέξει και τέλος, *το κόστος* αγοράς, τοποθέτησης και συντήρησης που πρέπει να συμβαδίζει με τον προϋπολογισμό της κατασκευής.

Πιο συγκεκριμένα, τα πιο διαδεδομένα διαφανή υλικά που χρησιμοποιούνται συνηθέστερα για τέτοιους σκοπούς είναι:

Α) οι υαλοπίνακες, που είναι και οι πιο διαδεδομένοι, αποτελούν άκαμπτο υλικό, με αντοχές στις καιρικές μεταβολές το φως και τις χημικές αντιδράσεις. Ωστόσο, έχουν

⁵⁷ Όταν οι τιμές αυτών των ιδιοτήτων δεν δίνονται από τον κατασκευαστή, μπορούν να χρησιμοποιούνται οι σχετικοί συντελεστές που αναφέρονται στην TOTEE 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.» και στην TOTEE 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτική επάρκειας των κτιρίων».

Π: «ΤΕΧΝΙΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΤΕΧΝΙΚΟΥ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟΥ ΕΛΛΑΔΑΣ Τ.Ο.Τ.ΕΕ 20702-5/2010, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ»,
<http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>

μειονεκτήματα που πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη όπως, μικρή αντοχή σε μηχανική κρούση (εκτός αν έχουν υποστεί ειδική επεξεργασία π.χ υαλοπίνακες ασφαλείας τύπου security). Το κοινό γυαλί έχει διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία από 0.78-0.91 ανάλογα φυσικά την ποιότητα και το πάχος του. στην περίπτωση χρήσης πολλαπλών υαλοπινάκων, μειώνεται η διαπερατότητα του συστήματος, αλλά βελτιώνεται σημαντικά ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στη χρήση ανακλαστικών και απορροφητικών υαλοπινάκων με υψηλούς συντελεστές, γιατί μειώνουν το εισερχόμενο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας. Από την άλλη μεριά, ενδείκνυται υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low emissivity ή low-e), με σωστή τοποθέτηση, οι οποίοι περιορίζουν τις απώλειες θερμικής ενέργειας με ακτινοβολία προς το εξωτερικό περιβάλλον. Εκτός από τα κριτήρια επιλογής, επιπλέον στοιχεία που συμβάλουν στην επιλογή του κατάλληλου υαλοπίνακα είναι οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής και ειδικότερα οι ανάγκες σε ψυκτικά και θερμικά φορτία του εκάστοτε κτιρίου και οι απαιτήσεις του σε φυσικό φως.

Β) τα σκληρά πλαστικά (ακρυλικά, πολυεστερικά, πολυκαρβονικά) ανήκουν στην κατηγορία των θερμοπλαστικών πολυμερών. Ανάλογα με την επεξεργασία που έχουν υποστεί και τη χημική τους σύσταση διακρίνονται σε ακρυλικά, πολυεστερικά, πολυκαρβονικά και προϊόντα πολυαιθυλενίου. Συγκριτικά με το κοινό γυαλί, έχουν μεγάλη αντοχή σε μηχανικές κρούσεις και μικρότερο βάρος. Ωστόσο, έχουν και μειονεκτήματα, όπως μικρότερο συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους και μικρότερη αντίσταση σε φωτιά. Τα πολυακρυλικά PMMA, γνωστά και ως πλεξιγκλας, ανήκουν κι αυτά στα θερμοπλαστικά πολυμερή. Αποτελούν σκληρά, διαφανή και αρκετά ελαφριά υλικά (πυκνότητα 1150-1190 kg/m³). Η διαπερατότητά τους στο ορατό φως είναι 0.92 και η θερμική τους αγωγιμότητα 0.200 W/mK. Έχουν μεγαλύτερη σταθερότητα σε ότι αφορά τους περιβαλλοντικούς παράγοντες, σχετικά με τα πολυκαρβονικά και μικρή αντίσταση σε διαλύτες και αρκετές χημικές ενώσεις. Τα πολυεστερικά έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την ανθεκτικότητά τους στις κλιματικές μεταβολές και στη γήρανση. Εμφανίζουν καλή συμπεριφορά στην υπεριώδη ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται σε θερμοκρασιακό εύρος από -40°C έως +100°C, ενώ όταν ενισχύονται με ίνες γυαλιού (fiber glass) αυξάνεται η αντοχή τους, αλλά ταυτόχρονα μειώνεται η διαύγειά τους. Τέλος, τα πολυκαρβονικά (polycarbonate-PC) είναι διαφανή και σκληρά, παρουσιάζουν αντίσταση στη φωτιά και πλαστικότητα ως προς το να σχηματίζουν καμπύλες μορφές. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητάς τους κυμαίνεται μεταξύ 0.190-0.220 W/mK και η διαπερατότητά τους στο ορατό φως μεταξύ 0.40-0.80, αναλόγως με το χρωματισμό τους. Είναι σχετικά ελαφριά υλικά (πυκνότητα 1200 kg/m³). Αντίθετα, παρουσιάζουν χαμηλή αντοχή σε ρηγμάτωση, λόγω μηχανικών καταπονήσεων, έκθεση σε οργανικά υγρά και περιβαλλοντικούς παράγοντες, που μπορεί όμως να μετριαστεί με την κατάλληλη επεξεργασία. Όταν δέχονται αρκετά αυξημένη ηλιακή ακτινοβολία αλλοιώνεται η χρωματική τους εμφάνιση και η ρητίνη τους μπορεί να διαβρωθεί, σε βάθος 25μm από την εκτιθέμενη επιφάνεια.

Γ) η διαφανής θερμομόνωση (TIM- transparent Insulation Material) είναι ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης. Λόγω της δομής του επιτρέπει την εισροή ηλιακής ακτινοβολίας και φυσικού φωτός, ενώ παράλληλα μειώνει τις θερμικές απώλειες. Ανάλογα με τη δομή του θερμομονωτικού, την τοποθέτηση δηλαδή των κυψελών σε σχέση με τη διατομή του τοίχου, η διαπερατότητά του από το ορατό φως κυμαίνεται από 0.73 έως 0.82, με αντίστοιχες τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας μεταξύ 0.800-1.100 W/m²K.

4.2.1.2 Υλικά αποθήκευσης θερμότητας

Αμέσως μετά τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας, και το ίδιο σημαντικό για ένα βιοκλιματικό κτίριο, είναι η ικανότητα αποθήκευσης της θερμότητας (από τη συλλεχθείσα ακτινοβολία). Σε αυτόν τον στόχο αποσκοπεί η χρήση υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα⁵⁸. Συνήθως είναι δομικά υλικά που συναντώνται στον φέροντα οργανισμό ή εν γένει του κελύφους, στις εσωτερικές διαχωριστικές τοιχοποιίες ή και υλικά επενδύσεων τοιχοποιίας ή δαπέδων. Αναλυτικότερα,

- Το **σκυρόδεμα** βρίσκεται στην πλεονεκτική θέση να αποτελεί συγχρόνως σημαντικό στοιχείο του φέροντα οργανισμού και υλικό με μεγάλη θερμοχωρητικότητα και κατ' επέκταση, προσδίδει μεγάλη θερμική μάζα σε κατασκευές που έχουν τέτοιο σκελετό, εφόσον είναι σε μεγάλη έκταση.
- Η **πέτρα, οι ωμόπλινθοι, οι οπτόπλινθοι (συμπαγείς ή διάτρητοι) και τα κεραμικά πλακίδια** αποτελούν κι αυτά κατ' εξοχήν υλικά αποθήκευσης θερμότητας. Συναντώνται είτε στον φέροντα οργανισμό είτε σε στοιχεία πλήρωσης ή επένδυσης τοίχων και δαπέδων.
- Το **νερό** είναι το υλικό που έχει τη μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα αλλά παράλληλα υστερεί έναντι των άλλων γιατί αντιμετωπίζονται δυσκολίες στη χρήση του στα δομικά στοιχεία. Ωστόσο μπορεί να τοποθετηθεί σε δεξαμενές οι οποίες με τη σειρά τους ενσωματώνονται στα δομικά στοιχεία (π.χ. τμήμα εξωτερικής τοιχοποιίας) ή σε μεμονωμένα στοιχεία-δοχεία.
- Τα **υλικά αλλαγής φάσης** (Phase Change Materials-PCM), όπως είναι τα εύηκτα άλατα όπως το άλας του Glauber. Είναι σχετικά νέα υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται μέσα σε ειδικές δεξαμενές σε επιλεγμένες θέσεις της κατασκευής με σκοπό την αποθήκευση θερμότητας. Αυτό συμβαίνει γιατί αλλάζοντας φάση (δηλαδή φυσική κατάσταση π.χ. από στερεά σε υγρή), αυτά τα υλικά, αποθηκεύουν θερμότητα την οποία αποδίδουν αργότερα για να επιστρέψουν στην αρχική τους φάση.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στο θέμα της θερμομόνωσης σε περιπτώσεις χρήσης υλικών με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, λόγω του ότι τα ίδια τα θερμομονωτικά υλικά διαθέτουν ελάχιστη από αυτή και η τοποθέτησή τους στην εσωτερική παρειά δομικών στοιχείων σχεδόν μηδενίζει τη συνεισφορά της θερμικής μάζας του στοιχείου. Σε κτίρια λοιπόν που κάνουν χρήση παθητικών συστημάτων, η εφαρμογή θερμομόνωσης εσωτερικά πρέπει να αξιολογείται σε σχέση με το σύνολο και όχι μονοσήμαντα και στην περίπτωση που τελικά κρίνεται αναγκαία, δεν πρέπει να τοποθετείται σε όλο το κέλυφος του χώρου που προβλέπεται να θερμαίνεται, εκτός αν έχουν προβλεφθεί και άλλα σημεία θερμικής μάζας όπως κάποιος εσωτερικός τοίχος ή δάπεδο μεγάλου πάχους με υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας.

Στην περίπτωση κτιρίων με εξωτερική τοιχοποιία από εμφανή λιθοδομή (μεγάλη θερμοχωρητικότητα), η θερμομόνωση για αισθητικούς λόγους τοποθετείται εσωτερικά έχοντας σαν αποτέλεσμα την ακύρωση της θερμοχωρητικότητας του υλικού. Ως λύση προτείνεται είτε η προσθήκη στοιχείου μεγάλης θερμοχωρητικότητας στο εσωτερικό του κτιρίου (εσωτερικές τοιχοποιίες, δάπεδα κλπ με μεγάλες θερμοχωρητικότητες), είτε η

⁵⁸ όπως έχει προαναφερθεί, η θερμοχωρητικότητα όλων των οικοδομικών υλικών αναφέρεται στην TOTEE 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων». Η θερμοχωρητικότητα προκύπτει ως το γινόμενο του φαινόμενου ειδικού βάρους (ρ : kg/m³) με την ειδική θερμοχωρητικότητα (c_p : J/(Kg K)). Επομένως υλικά με μεγάλη ικανότητα θερμικής αποθήκευσης είναι αυτά που διαθέτουν ικανή θερμική μάζα από 1.2 MJ/ m³K και πάνω.

λιθοδομή να μετατρέπεται σε τοιχοποιία με πυρήνα, με τη θερμομόνωση τοποθετημένη στο διάκενο και το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στην εσωτερική στρώση να έχει επίσης ικανή θερμοχωρητικότητα (π.χ. οπτόπλινθοι).

Υλικό	Ειδική Θερμότητα Wh/kg.K	Πυκνότητα Kg/m ³	Θερμοχωρητικότητα Wh/m ³ K	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας W/m.K
Νερό (20°C)	1.16	998	1.157	0,60
Χάλυβας	0.14	7.800	1.092	50
Αλουμίνιο	0.25	1.800	450	160
Χαλκός	0.12	8.900	1.068	200
Γρανίτης	0.25	2.600	650	2,50
Ασβεστόλιθος	0.20	2.180	436	1,49
Μάρμαρο	0.22	2.500	550	2,00
Σκυρόδεμα	0.23	2.100	483	1,40
Ελαφροσκυρόδεμα	0.28	1.200	336	0,42
Οπτοπλινθοδομή (10εκ.)	0.22	1.300	286	0,49
Πλήρη τούβλα	0.22	1.900	418	1,09
Γυαλί	0.5	2.500	1.250	1,05
Ξυλεία μαλακή	0.38	630	239	0,13
Ξυλεία σκληρή	0.35	750	262	0,15
Κοντραπλακέ	0.34	530	180	0,14
Μοριοσανίδες	0.28	800	224	0,15
Γυψόπλακες	0.23	950	218	0,16
Κεραμικά πλακίδια	0.22	1.900	418	0,85
Ορυκτοβάμβακας	0.27	25	6.7	0,04
Εξηλασμ. πολυστερίνη	0.34	25	8.5	0,034
Αέρας (24°C)	0.28	1,29	0,36	0,024

Εικόνα 152: Θερμικά στοιχεία διάφορων δομικών υλικών

4.2.2 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους

Το συνηθέστερο ηλιακό παθητικό σύστημα θέρμανσης είναι εκείνο του άμεσου ή απ' ευθείας ηλιακού κέρδους κι αυτό γιατί αποτελεί την πιο άμεση λύση, αφού με σωστό σχεδιασμό του κτιρίου μπορούν να αξιοποιήσουν στο μέγιστο δυνατό τα ανοίγματά του. Απαρτίζεται από δύο σκέλη, ισάξια και το ίδιο απαραίτητα για τη λειτουργία και την αποδοτικότητα του συστήματος. Αφ' ενός η πρώτη και πιο άμεση προσέγγιση είναι τα ανοίγματα, για τη συλλογή της ηλιακής ακτινοβολίας και αφ' εταίρου η απαραίτητη θερμική μάζα (των διαφόρων αντικειμένων και των δομικών υλικών στο εσωτερικό του θερμαινόμενου χώρου), για την αποθήκευση της θερμικής ενέργειας.

Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν ο προσανατολισμός, η θέση και οι διαστάσεις των ανοιγμάτων, αφού, συμμετέχουν στο θερμικό ισοζύγιο του κτιρίου ανεξάρτητα από το αν ο σχεδιασμός του είναι συμβατικός ή ενεργειακός. Ο ενδεδειγμένος προσανατολισμός των μεγάλων ανοιγμάτων είναι ο νότιος ή μεσημβρινός με κάποια απόκλιση (έως 30°) προς την ανατολή ή τη δύση και των μικρότερων ο βορινός (για την αποφυγή απωλειών). Ωστόσο, εφόσον αποτελεί σύστημα, αυτό αυτόματα σημαίνει την «συνεργασία» διαφόρων παραγόντων για την σωστή απόδοσή του. Εκτός από τα κατάλληλα ανοίγματα, απαιτούνται η εξασφάλιση της απαιτούμενης θερμικής μάζας, η σωστή θερμική προστασία του κελύφους και η σωστά σχεδιασμένη ηλιοπροστασία για τους θερινούς μήνες.

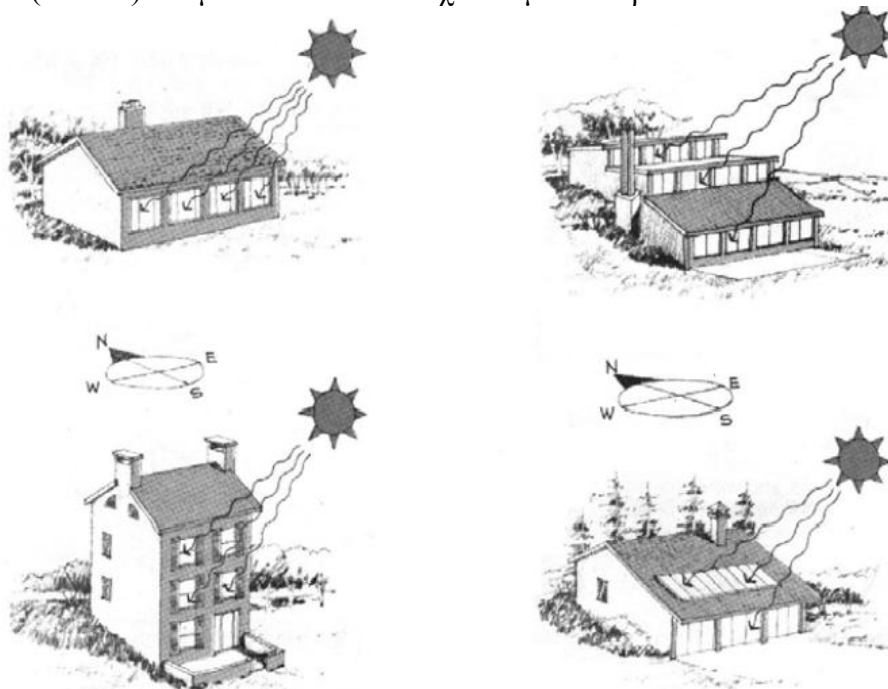
Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τις διαστάσεις και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων, το σχεδιασμό του κελύφους αλλά και των υλικών με θερμοχωρητικότητα που χρησιμοποιούνται στην κάθε περίπτωση, είναι δυνατόν, η εξοικονόμηση θερμικής ενέργειας, να κυμανθεί μεταξύ 30-100%. Επομένως, τα κριτήρια σχεδιασμού ενός τέτοιου συστήματος είναι συγκεκριμένα και αφορούν τις ώρες ηλιασμού του κάθε ανοίγματος τόσο τους χειμερινούς όσο και τους θερινούς μήνες, με ιδιαίτερη προσοχή στον προσανατολισμό και την κατάλληλη ηλιοπροστασία, τον τύπο του υαλοστασίου που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί και τέλος, τις απαιτήσεις σε φυσικό φωτισμό, που οφείλουν να

ανταποκρίνονται στις ανάγκες των χρηστών, αποφεύγοντας κινδύνους θαμπώματος και μείωσης της ιδιωτικότητας.

Η λειτουργία του συστήματος ακολουθεί μια ιεραρχία βημάτων ξεκινώντας από την είσοδο της ακτινοβολίας στον θερμαινόμενο χώρο. Στη συνέχεια, ένα μέρος της ανακλάται ενώ το υπόλοιπο εγκλωβίζεται και αποθηκεύεται στη θερμική μάζα που συνθέτουν τα εσωτερικά δομικά στοιχεία (τοιχοποιίες, φέρων οργανισμός, έπιπλα και αντικείμενα στο χώρο) ιδιαίτερα σε εκείνα που δέχονται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία. Η θερμότητα που αποθηκεύεται αποδίδεται με χρονική υστέρηση (αναλόγως των χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων), καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η σταδιακή αυτή απόδοση της αποθηκευμένης θερμοκρασίας συμβάλει στην ομαλοποίηση των εσωτερικών θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κι έτσι αποφεύγεται η υπερθέρμανση κατά τις περιόδους μεγάλης ηλιοφάνειας, ενώ κατά τη θερινή περίοδο, τα δομικά στοιχεία αποφορτίζονται όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία κατά τις απογευματινές και νυχτερινές ώρες, ώστε να είναι διαθέσιμα να αποθηκεύσουν εκ νέου θερμότητα την επόμενη μέρα.

Είναι το πιο χαμηλό σε κόστος παθητικό σύστημα, καθώς τα υαλοστάσια αποτελούν σχετικά οικονομικό υλικό και είναι διαθέσιμα παντού. Επιπλέον, τα γυάλινα ανοίγματα καλύπτουν ταυτόχρονα πολλές από τις λειτουργικές ανάγκες ενός κτιρίου, επιτρέποντας την είσοδο του φυσικού φωτός αλλά και την οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Επίσης, κατασκευαστικά δεν παρουσιάζει δυσκολίες αφού στις περισσότερες περιπτώσεις, αρκεί η σωστή χωροθέτηση των ανοιγμάτων σχετικά με την εκάστοτε περιοχή. Τέλος, για συμμετοχή του συστήματος στη θέρμανση του χώρου έως και 25%, δεν απαιτείται πρόσθετη θερμική μάζα.

Αντίθετα, αν δεν σχεδιαστεί σωστά, υπάρχει ο κίνδυνος θαμπώματος από τα μεγάλα ανοίγματα καθώς και η μείωση της ιδιωτικότητας του χώρου. Η υπερίσθια ακτινοβολία που εισέρχεται στο χώρο είναι ικανή να αλλοιώσει υφάσματα, αντικείμενα και χρωματισμούς. Επίσης, για συμμετοχή στη θέρμανση του χώρου μεγαλύτερη από 50% απαιτείται μεγάλη επιφάνεια θερμικής μάζας αλλά και εμφανίζει μεγάλο κόστος νυχτερινής μόνωσης για τη μείωση απωλειών. Τέλος, εμφανίζονται σχετικά μεγάλες διακυμάνσεις στην εσωτερική θερμοκρασία (9-12°C) ακόμα και σε σωστά σχεδιασμένα κτίρια.



Εικόνα 153: Νότια ανοίγματα ως σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους

4.2.2.1 Κριτήρια σχεδιασμού ανοιγμάτων

Εφόσον τα ανοίγματα αποτελούν καθοριστικό παράγοντα των συστημάτων άμεσου κέρδους, είναι επόμενο να απαιτείται ο προσεκτικός σχεδιασμός τους. Τα κριτήρια σχεδιασμού σχετίζονται με :

- Την περίοδο ηλιασμού του ανοίγματος. Ο πρωταρχικός στόχος ενός τέτοιου συστήματος θέρμανσης είναι η μεγαλύτερη δυνατή αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Έτσι, το χειμώνα, πρέπει να επιτρέπεται η είσοδος του μεγαλύτερου ποσοστού ηλιακής ακτινοβολίας , ενώ το καλοκαίρι να αποτρέπεται, για την αποφυγή υπερθέρμανσης. Ένα σωστό αποτέλεσμα αυτής της παραμέτρου επιτυγχάνεται, όπως έχει προαναφερθεί, με τη συμβολή του προσανατολισμού και της ηλιοπροστασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι καταλληλότερες λύσεις είναι:
 - 1) Νότια πρόσοψη (αποδεκτή και η απόκλιση 30° ανατολικά ή δυτικά), η οποία επιτυγχάνει την ευνοϊκότερη κατανομή της ηλιακής ακτινοβολίας στις διάφορες εποχές –μέγιστη μέση τιμή τον χειμώνα με μεγαλύτερη διάρκεια ηλιασμού και ελάχιστη το καλοκαίρι.
 - 2) Μονώροφα κτίρια, με μικρό βάθος, με την κύρια όψη τους τοποθετημένη στο Νότο
 - 3) Πολύωροφα κτίρια με νότια πρόσοψη
 - 4) Κλιμακωτές διατάξεις κτιρίων οι οποίες εκμεταλλεύονται τον νότιο προσανατολισμό
 - 5) Τοποθέτηση ανοίγματος σε θέση τέτοια, ώστε να δέχεται ηλιακή ακτινοβολία για τη μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια.
 - 6) Άλλες διατάξεις που μπορούν να αξιοποιήσουν την ηλιακή ακτινοβολία, συμβάλλοντας στη διανομή της ακόμα και σε δυσμενείς προσανατολισμούς, όπως βορινό είναι τα παράθυρα οροφής, οι πριονωτές στέγες και οι φεγγίτες.
 - 7) Τοποθέτηση ανακλαστικών επιφανειών σε κατάλληλες θέσεις, ώστε να κατευθύνουν την ηλιακή ακτινοβολία όπου υπάρχει θερμική μάζα.
 - 8) Τοποθέτηση των ανοιγμάτων με τρόπο τέτοιο που η θερμική μάζα να δέχεται άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία
 - 9) Τα ανοίγματα θα πρέπει να τοποθετούνται και με γνώμονα τις απαιτήσεις για φυσικό φωτισμό.
 - 10) Μεγάλη προσοχή απαιτείται σε τοποθέτηση ανοιγμάτων σε προσανατολισμούς που απαιτούν ηλιοπροστασία (όπως ο νότιος την θερινή περίοδο, και ο ανατολικός).
- Την ηλιοπροστασία. Η ανεξέλεγκτη είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό των κτιρίων έχει σαν αποτέλεσμα την υπερθέρμανση των χώρων, κατά τη θερινή περίοδο και τις διακυμάνσεις στις θερμοκρασιακές διαφορές, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν δυσφορία στους χρήστες. Ο αποτελεσματικότερος τρόπος εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας στα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους είναι ο σχεδιασμός και η μελέτη ηλιοπροστασίας όπου απαιτείται. Ως λύση, προτείνεται η σωστή διαστασιολόγηση και ο συνδυασμός ηλιοπροστατευτικών διατάξεων που συμβάλουν στη ρύθμιση των απαιτούμενων ψυκτικών και θερμικών φορτίων. Τα κριτήρια επιλογής του καταλληλότερου ηλιοπροστατευτικού συστήματος αναλύονται στην παράγραφο 4.2.5
- Την επιλογή υαλοστασίου. Το υαλοστάσιο αποτελεί σημαντική δίοδο θερμότητας σε μια κατασκευή, πράγμα που σημαίνει ότι η επιλογή τόσο του πλαισίου όσο και του υαλοπίνακα θα πρέπει να γίνεται με προσοχή και σύμφωνα με τις προδιαγραφές που επιτάσσει η ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Ως προς το πλαίσιο, υπάρχει πληθώρα επιλογών με διαφορετικά χαρακτηριστικά, που όμως στοχεύουν όλα προς την κατεύθυνση πλαισίων με χαμηλό συντελεστή θερμοπερατότητας, όπως θερμομονωμένο πλαίσιο, μεταλλικό πλαίσιο με θερμική διακοπή, ξύλινο πλαίσιο κ.α.). Το αντίστοιχο συμβαίνει και με τους υαλοπίνακες (διπλοί υαλοπίνακες, ειδικοί θερμομονωτικοί υαλοπίνακες, υαλοπίνακες με κατάλληλη χημική επεξεργασία κλπ. (βλ. Παράγραφο 3.2.2 Δι).

Ωστόσο, με σκοπό την αύξηση της αποδοτικότητας των συστημάτων άμεσου κέρδους το χειμώνα, μπορεί να εφαρμοστεί στα ανοίγματα η λεγόμενη **νυχτερινή κινητή θερμομόνωση**. Αφορά ειδικά θερμομονωτικά φύλλα ασφαλείας και θερμομονωτικά πετάσματα και περιορίζει τις θερμικές απώλειες τις νυχτερινές ώρες. Παρ' όλα αυτά, ακόμα και τα συμβατικά ρολά είναι ικανά να μειώσουν τις θερμικές απώλειες κατά 30% ενώ τα βενετικά στόρια και οι κουρτίνες κατά 5%. Αναμενόμενο είναι η εφαρμογή νυχτερινής μόνωσης να είναι ανάλογη του μεγέθους του ανοίγματος, δηλαδή όσο μεγαλύτερο είναι το άνοιγμα τόσο επιτακτικότερη γίνεται η εφαρμογή της. Αντίθετα, το άνοιγμα μπορεί να γίνει υπαίτιο για την αρνητική απόδοση στο σύνολο του 24ώρου, λόγω των αυξημένων θερμικών απωλειών κατά τη νύχτα. Στο σημείο αυτό, να σημειωθεί ότι η εφαρμογή συστημάτων αυτόματου ελέγχου συμβάλει στη βελτίωση της λειτουργίας τη κινητής μόνωσης, ιδιαίτερα σε κτίρια εμπορικής χρήσης ή διαφόρων υπηρεσιών (τριτογενής τομέας).

- Τις απαιτήσεις φυσικού φωτισμού με ταυτόχρονη αποφυγή θάμβωσης. Η ανάγκη για φυσικό φωτισμό κατά το μεγαλύτερο δυνατό μέρος της μέρας, με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, οδηγεί εμπειρικά στην επιλογή ανοιγμάτων μεγάλων διαστάσεων. Αυτό όμως με τη σειρά του, δημιουργεί κινδύνους θάμβωσης. Έτσι, για τη χρήση συστημάτων άμεσου κέρδους θα πρέπει να συνυπολογίζονται η χωροθέτηση και διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων σε σχέση με το βάθος του φωτιζόμενου χώρου, η προστασία των ανοιγμάτων, η λαμπρότητα των επιφανειών που περιβάλλουν τον φωτιζόμενο χώρο, η διαπερατότητα του υαλοπίνακα στην φωτεινή ακτινοβολία καθώς και το επίπεδο φυσικού φωτισμού που παρέχει και οι συνθήκες οπτικής άνεσης.

4.2.2.2 Κριτήρια σχεδιασμού για θερμική αποθήκευση.

Όσον αφορά το δεύτερο σκέλος των συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους, τη θερμική μάζα, υπάρχουν και σε αυτήν την περίπτωση κριτήρια τα οποία καθορίζουν τον σχεδιασμό. Εδώ, σχετίζονται με:

- Τη θέση και τη διανομή στο χώρο των στοιχείων αποθήκευσης. Τα δομικά στοιχεία που λειτουργούν ως θερμική αποθήκη του κτιρίου θερμαίνονται με δύο τρόπους, είτε από την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας είτε από τον αέρα του χώρου που έχει ήδη θερμανθεί. Αυτό προϋποθέτει την τοποθέτηση τέτοιων δομικών στοιχείων σε καίριες θέσεις ώστε να δέχονται όσο το δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό άμεσης πρόσπτωσης ακτινοβολίας. Γενικά, όταν τα δομικά στοιχεία θερμαίνονται από τον αέρα του χώρου απαιτείται τετραπλάσια θερμική μάζα από όταν θερμαίνονται από απευθείας πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας. Επιπλέον, το δάπεδο αποτελεί την αποδοτικότερη θερμική αποθήκη μιας και δέχεται απ' ευθείας την ηλιακή ακτινοβολία σχετικά με άλλα δομικά στοιχεία. Για το λόγο αυτό προτείνεται να αποφεύγεται η κάλυψη των σημείων άμεσης πρόσπτωσης με έπιπλα, χαλιά ή άλλα αντικείμενα.
- Το υλικό της θερμικής αποθήκης. Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενο κεφάλαιο, η θερμική αποθήκη μιας κατασκευής εξαρτάται άμεσα από το υλικό κατασκευής και τα χαρακτηριστικά του όπως θερμοχωρητικότητα και συντελεστής θερμοπερατότητας. (βλ. Παράγραφο 3.2)
- Το μέγεθος της επιφάνειας και το πάχος του υλικού. Μελέτες έχουν δείξει ότι αποδοτικά είναι συνήθως τα πρώτα 10cm του δομικού στοιχείου, ενώ μετά τα 20cm η μάζα δεν αποδίδει σχεδόν κανένα αποτέλεσμα στην ημερήσια αποθήκευση θερμότητας και στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας. Αντίθετα, μια μεγάλη επιφάνεια συμβάλει ενεργά στις μικρότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις, άρα προτιμάται οι θερμικές αποθήκες να διανέμονται σε μεγάλες επιφάνειες παρά σε μεγάλο πάχος υλικού.

4.2.3 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

Ενώ στα συστήματα άμεσου κέρδους -η λειτουργία τους είναι προφανής κι από το όνομά τους- η θέρμανση προκύπτει από την εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας άμεσα, στην περίπτωση των συστημάτων έμμεσου κέρδους ακολουθείται η αλληλουχία:

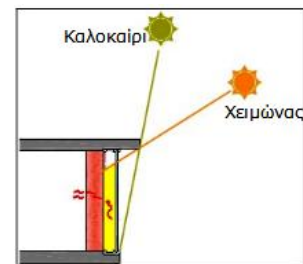
ήλιος ➡ συλλογή ➡ αποθήκευση ➡ θέρμανση

στα συστήματα αυτά λοιπόν περιλαμβάνονται δυο τύποι, οι *τοιχοί θερμικής αποθήκευσης* με διάφορες παραλλαγές και οι *ηλιακοί χώροι*. Η πρώτη περίπτωση αφορά κατασκευές στην τοιχοποιία του κτιρίου, με διάφορες παραλλαγές του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν και η δεύτερη, αφορά προσαρτημένα στο κτίριο θερμοκήπια ή ηλιακά αίθρια κλπ.

4.2.3.1 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης και ηλιακής συλλογής

1) Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

Ο εν λόγω τοίχος αποτελεί συνδυασμό τοιχοποιίας και υαλοπίνακα ή άλλου διαφανούς στοιχείου με υψηλό συντελεστή διαπερατότητας από την ηλιακή ακτινοβολία. Είναι τμήμα του κελύφους του κτιρίου (**εικόνα ...**) και κατά κανόνα νότια προσανατολισμένος. Η απόσταση μεταξύ διάφανου υλικού και τοιχοποιίας μπορεί να είναι από 10cm και πάνω, ενώ για την καλύτερη λειτουργία του, το βάθος του θερμαινόμενου χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 4,5-6m, που είναι η μέγιστη απόσταση για να είναι αποτελεσματική η θέρμανση του χώρου από την ακτινοβολία που εκπέμπεται από τον τοίχο. Υπάρχουν παραλλαγές ανάλογα με την κατασκευή του, οι οποίες διακρίνονται σε :



Εικόνα 154: Σχηματική απεικόνιση τοίχου θερμικής αποθήκευσης

A) Ηλιακός τοίχος μη θερμοσιφωνικής ροής (τοιχος μάζας και ηλιακός τοίχος νερού).

- **Ο τοίχος μάζας** αποτελεί την απλούστερη μορφή των τοίχων θερμικής αποθήκευσης. Η ηλιακή ακτινοβολία, εισερχόμενη από το διαφανές στοιχείο, στην εξωτερική παρειά της τοιχοποιίας, μετατρέπεται σε θερμότητα στο χώρο μεταξύ υαλοστασίου και τοίχου και ακολούθως αποθηκεύεται ως θερμική ενέργεια στη θερμική μάζα του τοίχου. Μετά την αποθήκευσή της, η θερμότητα μεταδίδεται με αγωγιμότητα, ακτινοβολία ή και μεταφορά, αναλόγως της κατασκευής του συστήματος, στον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα με την παραπάνω διαδικασία, το διαφανές υλικό και το ακίνητο στρώμα αέρα, σε κάποιες περιπτώσεις, μεταξύ τοίχου και υαλοστασίου λειτουργεί ως θερμομόνωση συμβάλλοντας στη μείωση απωλειών θερμότητας από τον θερμό τοίχο προς το ψυχρό εξωτερικό περιβάλλον. Επιπλέον, όσο πιο απορροφητική, στην ηλιακή ακτινοβολία, είναι η εξωτερική επιφάνεια του τοίχου, τόσο πιο αποδοτικό είναι το σύστημα. Η απορροφητικότητα αυξάνεται με βαφή σε σκούρο χρώμα και δημιουργία όσο το δυνατόν πιο αδρής επιφάνειας. Σε σκουρόχρωμο τοίχο, έχει μετρηθεί, ότι αναπτύσσεται επιφανειακή θερμοκρασία μέχρι και 65°C.

Πλεονεκτήματα

- Δεν παρουσιάζονται κίνδυνοι θάμβωσης και αλλοίωσης των αντικειμένων και των υφασμάτων από την υπεριώδη ακτινοβολία.
- Παρουσιάζονται σχετικά μικρές (συγκριτικά με τα συστήματα άμεσου κέρδους και τον μεταφορικό βρόχο) διακυμάνσεις της εσωτερικής θερμοκρασίας.
- Υπάρχει μεγάλη χρονική καθυστέρηση στη μετάδοση της θερμότητας με αποτέλεσμα η θερμότητα να αποδίδεται τις βραδινές ώρες που είναι και πιο απαραίτητη.

Μειονεκτήματα

- Δημιουργείται κλειστή νότια όψη, μειώνοντας τα ανοίγματα.
- Μειώνεται ο ωφέλιμος χώρος του κτιρίου εξ' αιτίας του χοντρού, συμπαγούς τοίχου.
- Αυξάνεται το κόστος, λόγω της απαραίτητης νυχτερινής μόνωσης.

Ανάλογα με τα υλικά κατασκευής τέτοιων τοίχων, παρουσιάζονται διαφορετικές εκδοχές. Υπάρχουν λοιπόν τοίχοι που κατασκευάζονται από υλικά τοιχοποιίας (με μεγάλο συντελεστή θερμοχωρητικότητας) όπως χυτό σκυρόδεμα, τσιμεντόλιθους, οπτόπλινθους (με οπές ή μη), πέτρα και ωμόπλινθους, αλλά και εκείνοι που αποτελούνται από δοχεία μεταλλικά, πλαστικά ή από μπετόν που περιέχουν νερό.

- ii. **Ο τοίχος νερού** κατασκευάζεται από πλαστικά, μεταλλικά ή από μπετόν στεγανά δοχεία σκούρου χρώματος που περιέχουν νερό, τα οποία τοποθετούνται πίσω από γυάλινη επιφάνεια νότιου προσανατολισμού. Η χρήση του νερού (μεγάλη θερμοχωρητική ικανότητα) αυξάνει τη θερμοχωρητικότητα του συστήματος βελτιώνοντας την αποδοτικότητά του. Κατασκευαστικά, η εσωτερική παρειά του τοίχου αυτού μπορεί είτε να έρχεται σε άμεση επαφή με τον εσωτερικό χώρο είτε να διαχωρίζεται από αυτόν, με έναν λεπτό τοίχο ή με κάποιο στρώμα μόνωσης.



Εικόνα 155: Τοίχος νερού

Πλεονεκτήματα

- Καταλαμβάνει μικρότερη επιφάνεια, αφήνοντας περισσότερο ωφέλιμο χώρο (συγκριτικά με τον τοίχο μάζας), λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητας του νερού.
- Αποτελεί αισθητικά όμορφο και διαφορετικό από τα συνηθισμένα αποτέλεσμα.

Μειονεκτήματα

- Λόγω της ομοιόμορφης θέρμανσης της μάζας του νερού, παρουσιάζεται η ίδια θερμοκρασία τόσο στην εσωτερική όσο και στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου, κάνοντας επιτακτική την ανάγκη για νυχτερινή θερμομόνωση στην εξωτερική του πλευρά, με σκοπό να αποφεύγεται η ακτινοβολία της θερμότητας προς το περιβάλλον τις νυχτερινές ώρες, έτσι αυξάνεται και το κόστος κατασκευής.
- Δεν επιτρέπει την άμεση διείσδυση φυσικού φωτός και αέρα ενώ παράλληλα διακόπτει την οπτική επικοινωνία με τον εξωτερικό χώρο.

Στον παρακάτω πίνακα απεικονίζονται οι τιμές μετρήσεων από μελέτη στην Αμερική σχετικά με την επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης σε σχέση με τις κλιματικές συνθήκες. Το κριτήριο για την επιλογή του κατάλληλου συσχετισμού μεγέθους επιφάνειας τοίχου/επιφάνειας χώρου ήταν οι διακυμάνσεις εσωτερικής θερμοκρασίας μεταξύ 18 και 24 °C.

Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες		
Μέση εξωτερική χειμερινή θερμοκρασία (σε °C)	Επιφάνεια τοίχου για τη μοναδιαία επιφάνεια του χώρου (σε m ²)	
Κλίμα ψυχρό	Τοίχος μάζας	Τοίχος νερού
-9,5	0,72-1,0	0,55-1,0
-6,7	0,60-1,0	0,45-0,85
-4,0	0,51-0,93	0,38-0,70
-1,0	0,43-0,78	0,31-0,55
Κλίμα εύκρατο		
+1,5	0,35-0,60	0,25-0,43
+4,5	0,28-0,46	0,20-0,34
+7,2	0,22-0,35	0,16-0,25

Πίνακας 7: Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες
*πηγή: Ανδρεαδάκη 1985

B) Ηλιακός τοίχος θερμοσιφωνικής ροής (τοίχος Trombe-Michelle)

Πρόκειται για παραλλαγή των τοίχων μάζας και νερού, αφού είναι τοίχος θερμικής αποθήκευσης στην ίδια φιλοσοφία με τους παραπάνω, μόνο που φέρει θυρίδες στο επάνω και κάτω μέρος του συμπαγούς τμήματος, ώστε η μεταφορά θερμότητας υλοποιείται τόσο με αγωγιμότητα όσο και με φυσικό θερμοσιφονισμό. Μελετήθηκε ιδιαίτερα στη Γαλλία από τους F. Trombe και J. Michel και γι' αυτό φέρει την ονομασία τους. Κατασκευαστικά, ο τοίχος είναι συνήθως πάχους 30-40cm, ανάλογα με την απαιτούμενη θερμική μάζα, βαμμένος σε σκούρο χρώμα (εξωτερικά), ενώ το υαλοστάσιο τοποθετείται σε απόσταση 5-15cm. Ο αέρας που βρίσκεται μεταξύ τοιχοποιίας και υαλοστασίου, θερμαίνεται καθώς έρχεται σε επαφή με τον τοίχο και εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο από τις θυρίδες που βρίσκονται στο πάνω τμήμα του τοίχου, ενώ ταυτόχρονα, από τις κάτω θυρίδες, περνά από τον εσωτερικό χώρο στο διάκενο ο ψυχρός αέρας, ο οποίος θερμαίνεται με τη σειρά του στο διάκενο και ανακυκλώνεται η διαδικασία. Με τον τρόπο αυτό, σε περιόδους ηλιοφάνειας, κατά το χειμώνα, η θέρμανση του χώρου ξεκινά αμέσως με τη θέρμανση του τοίχου και διατηρείται έως και 2-3 ώρες μετά τον σκιασμό του.

Ωστόσο, για να μην προκαλείται αντίστροφη κυκλοφορία του αέρα, οι θυρίδες κατά τις νυχτερινές ώρες πρέπει να κλείνουν. Το κλείσιμο των επάνω θυρίδων είναι αρκετό. Η ρύθμιση των θυρίδων (άνοιγμα-κλείσιμο) μπορεί να γίνεται χειροκίνητα, με αυτοματισμό, με χρονομετρητή ή και με θερμική ή οπτική διέγερση (με τη μείωση της εξωτερικής θερμοκρασίας ή του επιπέδου φωτισμού). Η θέση τους πρέπει να είναι κατά μήκος όλου του τοίχου και όσο το δυνατόν πιο κοντά στην οροφή και στο δάπεδο. Η απόσταση μεταξύ πάνω και κάτω θυρίδων δεν πρέπει να είναι μικρότερη των 2m και η συνολική επιφάνειά τους να μην είναι μικρότερη του 2% της συνολικής επιφάνειας του τοίχου.

Το πάχος του τοίχου είναι καθοριστικό (ειδικά εκείνου που λειτουργεί χωρίς θυρίδες), γιατί το βέλτιστο πάχος του τοίχου με υλικά τοιχοποιίας αυξάνεται με την αύξηση του

συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας των υλικών. Έτσι, όσο αυξάνεται το πάχος, η χρήση θυρίδων γίνεται απαραίτητη, γιατί τότε η κυκλοφορία του θερμού αέρα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο, από τη μετάδοση θερμότητας με αγωγιμότητα από την εξωτερική στην εσωτερική επιφάνεια του τοίχου, στη γρήγορη θέρμανση του χώρου. Επιπλέον, το πάχος, επηρεάζει και τη διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα στον θερμαινόμενο χώρο, γιατί, γενικά, όσο μεγαλύτερο πάχος τοίχου τόσο μεγαλύτερη είναι η χρονική υστέρηση στη μετάδοση θερμότητας και μικρότερες οι διακυμάνσεις στην επιφανειακή θερμοκρασία της εσωτερικής παρειάς του τοίχου και συνεπώς και του εσωτερικού αέρα.

Όσον αφορά τις θερμικές απώλειες, η χρήση διπλού υαλοπίνακα είναι αρκετά ικανοποιητική, ενώ είναι απαραίτητη και η κινητή νυχτερινή μόνωση στις ψυχρότερες περιοχές. Επίσης, για τη βελτίωση του συστήματος, απαιτείται η μόνωση του τοίχου από όλα τα γειτονικά δομικά στοιχεία για τον περιορισμό των θερμογεφυρών. Όπως και στα υπόλοιπα ηλιακά παθητικά συστήματα, για το καλοκαίρι, απαραίτητα πρέπει να προβλέπεται κατάλληλη ηλιοπροστασία καθώς επίσης να υπάρχουν ανοιγόμενα τμήματα (φεγγίτες ή θυρίδες) στο επάνω και κάτω μέρος του υαλοστασίου για να επιτρέπεται η διαφυγή του θερμού αέρα, που εγκλωβίζεται στο διάκενο, προς το εξωτερικό περιβάλλον με σκοπό την αποφόρτιση της θερμότητας και κατ' επέκταση τον δροσισμό του τοίχου. Πέραν της εξωτερικής σκίασης, οι θυρίδες προς τον εσωτερικό χώρο, πρέπει να κλείνουν για να μην λειτουργεί το σύστημα και εισάγει θερμό αέρα.

Στο συγκεκριμένο σύστημα, υπάρχει και η δυνατότητα συνδυασμού του με διαμπερή αερισμό, αν προβλεφθούν αντιδιαμετρικά ανοίγματα στο χώρο, σε συνδυασμό με τις θυρίδες του τοίχου και ανοιγμάτων (φεγγίτες) στα υαλοστάσια. Πιο συγκεκριμένα, με το άνοιγμα ενός φεγγίτη στο άνω μέρος του υαλοστασίου σε συνδυασμό με ανοίγματα στη βόρεια όψη του κτιρίου, με κλειστή την επάνω θυρίδα αερισμού του τοίχου και ανοιχτή την κάτω, δημιουργείται κίνηση του αέρα στο χώρο σύμφωνα με το φαινόμενο της καμινάδας. Έτσι, ο δροσισμός επιτυγχάνεται λόγω του δροσερού αέρα που εισέρχεται από το βόριο άνοιγμα και την κίνησή του στο χώρο, ενώ μπορεί να ενισχυθεί και με την τοποθέτηση ανεμιστήρα οροφής. Ως προς την συντήρηση αλλά και τον καθαρισμό του συστήματος, θα πρέπει να προβλέπεται κινητό υαλοστάσιο ή κάποιο που να μπορεί να αποσυναρμολογηθεί εύκολα για μεγαλύτερη ευκολία.

Επιπλέον, υπάρχουν διάφορες παραλλαγές του τοίχου Trombe με στόχο τη βελτίωση της αποτελεσματικότητάς του. Η ύπαρξη παραθύρων στον τοίχο είναι μία από τις επιλογές, που μειώνει μεν την απόδοσή του, εφαρμόζεται δε για αισθητικούς λόγους και για την είσοδο φυσικού φωτισμού. Σε αυτήν την περίπτωση, αν το εξωτερικό υαλοστάσιο παρουσιάζει υψηλά επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας και το παράθυρο που είναι τοποθετημένο στον τοίχο είναι από απλό γυαλί, τότε το υπεριώδες φως μπορεί να αξιοποιηθεί για θέρμανση, αλλά ταυτόχρονα προστατεύονται οι χρήστες και τα αντικείμενα στο εσωτερικό, από την ακτινοβολία, πολύ περισσότερο από όταν τοποθετούνται τζάμια υψηλής εκπομπής υπεριώδους ακτινοβολίας.

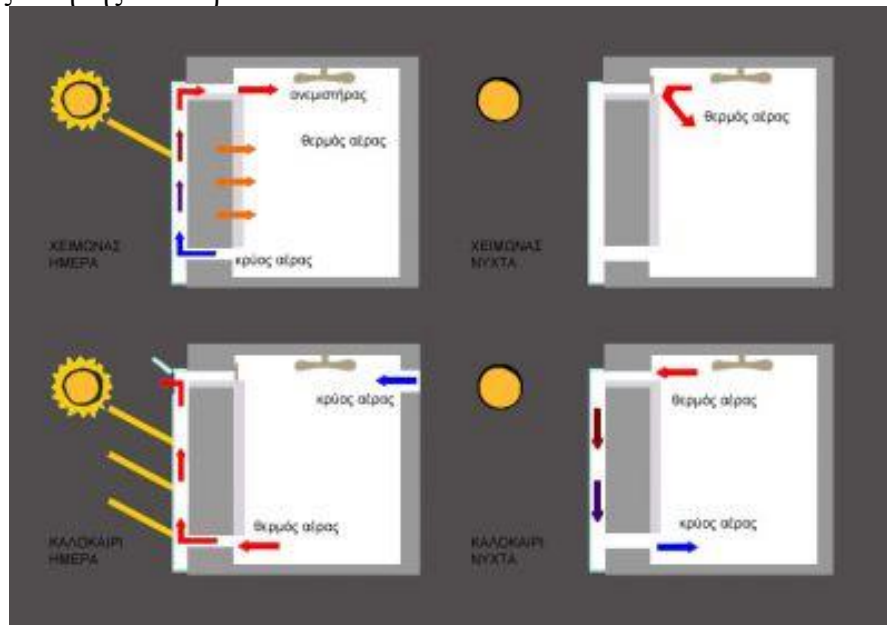
Άλλη παραλλαγή, είναι η χρήση μιας επιλεκτικής επιφάνειας, η οποία βελτιώνει την απόδοσή του λόγω του περιορισμού της υπέρυθρης ακτινοβολίας από το τζάμι. Αυτή η επιφάνεια είναι ένα μεταλλικό φύλλο που επικολλάται στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου ή μια επιφάνεια περασμένη με ειδικές βαφές. Απορροφά σχεδόν όλη την ακτινοβολία του ορατού τμήματος του ηλιακού φάσματος, μετατρέποντας το φως σε θερμότητα, ενώ παράλληλα εκπέμπει πολύ μικρό μέρος της υπέρυθρης ακτινοβολίας και η χαμηλή ανακλαστικότητα προστατεύει από την ακτινοβολία θερμότητας προς το γυαλί.

Πλεονεκτήματα

- Απλός σχεδιασμός και τρόπος κατασκευής
- Χαμηλό κόστος κατασκευής
- Σημαντική ενεργειακή απόδοση
- Αποδίδει άμεσο ηλιακό κέρδος στον εσωτερικό χώρο, ιδιαίτερα τις πρωινές ώρες, ενώ ταυτόχρονα διατηρεί όλα τα πλεονεκτήματα της χρονικής υστέρησης
- Μπορεί να τοποθετηθεί και σε υφιστάμενη κατασκευή

Μειονεκτήματα

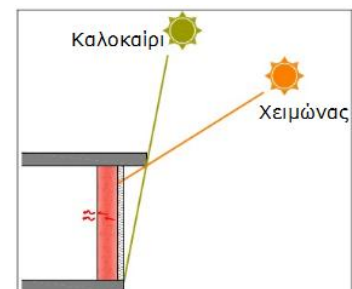
- Σε ψυχρά κλίματα, αν δεν έχει προβλεφθεί νυχτερινή μόνωση, υπάρχει πιθανότητα η θερμοκρασία της εσωτερικής παρειάς του τοίχου να πέσει στους 15°C.
- Στο μεσογειακό κλίμα μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο, κυρίως αν η επιφάνεια του τοίχου είναι μεγάλη και δεν έχει προβλεφθεί κατάλληλη ηλιοπροστασία.
- Μπορεί να δημιουργηθούν θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο χώρο, λόγω της διαρκούς κίνησης του αέρα.



Εικόνα 156: Χειμερινή και θερινή λειτουργία ,αντίστοιχα, τοίχου Trombe

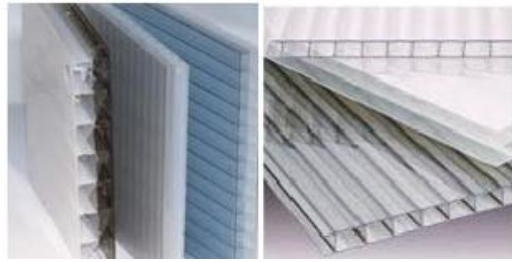
2) Τοίχος με διαφανή μόνωση

Και αυτή η περίπτωση αφορά νότιο τοίχο, με τις περισσότερες από τις συνθήκες, ίδιες με τους παραπάνω τοίχους θερμικής αποθήκευσης, όπως με την αποδεκτή απόκλιση $\pm 30^\circ$ και υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας –συνηθέστερα τούβλο. Η εξωτερική του επιφάνεια βάφεται με σκούρο χρώμα και επιπλέον τοποθετείται διαφανής μόνωση χωρίς επίχρισμα, έτσι αποτελεί ουσιαστικά θερμομονωμένο τοίχο μάζας. Αυτή η επιλογή έχει λιγότερες θερμικές ηλιακές απολαβές από το απλό γυαλί μεν, αλλά εφόσον ο τοίχος είναι θερμομονωμένος, έχει μεγαλύτερα καθαρά κέρδη σχετικά με τον απλό τοίχο μάζας.



Εικόνα 157: Τοίχος με διάφανη μόνωση

Η διάφανη μόνωση που χρησιμοποιείται είναι θερμομονωτικό υλικό κυψελωτής δομής τα χαρακτηριστικά της οποίας θα σχολιαστούν αναλυτικότερα παρακάτω στην παράγραφο 4.5. Λόγω της δομής της επιτρέπει την εισροή ηλιακής ακτινοβολίας από τη μάζα της ενώ παράλληλα μειώνει τις θερμικές απώλειες. Αποδίδει αρκετά



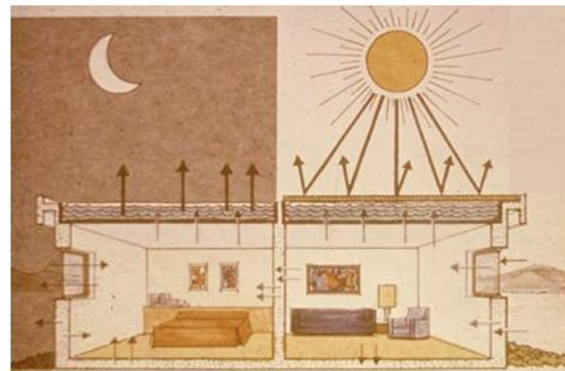
Εικόνα 158: Διάφανα μονωτικά υλικά

ιδιαίτερα την χειμερινή περίοδο και δεν απαιτούνται αυτοματισμοί ή ακόμα και η συμμετοχή του χρήστη για την λειτουργία του συστήματος. Η ενέργεια που αποδίδει το σύστημα προς το εσωτερικό εξαρτάται προφανώς από τον προσανατολισμό, τη σκίαση του τοίχου από τον περιβάλλοντα χώρο, πιθανές προεξοχές του κτιρίου ή σκιάστρα, από τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά (συντ. θερμικής διαπερατότητας, συντ. θερμικών ηλιακών απολαβών) του διαφανούς υλικού και τέλος, από το εμβαδόν της συλλεκτικής επιφάνειας του τοίχου, την απορροφητικότητα και τη θερμοπερατότητά της.

Γενικά, μετρήσεις που έχουν προκύψει από μελέτες, αποδεικνύουν ότι οι τοίχοι συλλέκτες μπορούν να συνεισφέρουν σε εξοικονόμηση ενέργειας, για θέρμανση, σε ποσοστό μεταξύ 10-40%. Η συνεισφορά τους είναι μεγαλύτερη όταν πρόκειται για περιοχές με σχετικά ήπιο κλίμα. Ειδικότερα, με το σωστό σχεδιασμό ενός τέτοιου τοίχου, η θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων που είναι σε επαφή μ' αυτόν, παραμένει σταθερά, στα όρια της ζώνης θερμικής άνεσης κυμαινόμενη μεταξύ 20°C-28 °C, κατά τη χειμερινή περίοδο, χωρίς πρόσθετες θερμαντικές πηγές.

4.2.3.2 Στέγη θερμικής αποθήκευσης/ οροφή νερού (roof ponds)

Η εν λόγω κατασκευή αποτελεί παραλλαγή του τοίχου νερού. Υπάρχουν δύο τρόποι κατασκευής του συστήματος αυτού. Ο ένας τρόπος είναι η δημιουργία τεχνητής λίμνης στο δώμα και ο δε'υτερος τρόπος είναι η τοποθέτηση πλαστικών σκουρόχρωμων σάκων, στην οροφή, οι οποίοι περιέχουν νερό και δεν διαπερνούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία.



Εικόνα 159: Οροφή νερού

Και στις δύο περιπτώσεις, η κατασκευή είναι αβαθής ούτως ώστε να επιτυγχάνονται τα

επιθυμητά αποτελέσματα σχετικά με την ρύθμιση της ηλιακής ακτινοβολίας και των

θερμικών κερδών. Όπως και στον τοίχο νερού, έτσι και σ' αυτήν την περίπτωση, η κατασκευή βασίζεται στην εξαιρετική θερμική αγωγιμότητα και απορροφητικότητα του νερού. Τη χειμερινή περίοδο, κατά τη διάρκεια της ημέρας, ο ρόλος του είναι να απορροφά και να αποθηκεύει θερμότητα, ενώ κατά τη θερινή περίοδο χρησιμεύει στο να δροσίζει τα δομικά υλικά της οροφής, αφού είναι ικανό να διατηρεί τη θερμοκρασία του.

Το σύστημα αυτό είναι χρήσιμο τόσο τον χειμώνα όσο και το καλοκαίρι αφού μπορεί να αλλάξει τον κύκλο λειτουργίας του ανάλογα με την εξωτερική κινητή μόνωση. Κατασκευαστικά λοιπόν, πάνω από τη δεξαμενή νερού ή τους σάκους νερού, τοποθετείται κινητό ανοιγοκλεινόμενο μονωτικό πάνελ, που ρόλος του είναι να προστατεύει ή να επιτρέπει τη ροή ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, κατά τις νυχτερινές ώρες το πάνελ αυτό κλείνει έτσι ώστε να αποφεύγονται οι απώλειες θερμότητας λόγω ακτινοβολίας προς τον ουρανό, αλλά να

ακτινοβολείται η θερμότητα προς τον εσωτερικό χώρο κάτω από την οροφή. Αντίθετα, το καλοκαίρι, το πάνελ διατηρείται κλειστό κατά τη διάρκεια της ημέρας, ώστε να αποτρέπεται το ανεπιθύμητο ηλιακό κέρδος και η υπερθέρμανση των χώρων. Όταν κατά τις νυχτερινές ώρες το πάνελ μετακινηθεί, η μάζα νερού απορροφά τη θερμότητα των εσωτερικών χώρων που έρχεται σε επαφή και την αποβάλλει είτε με ακτινοβολία προς τον ουρανό, είτε μέσω φυσικής συναγωγής με τον εξωτερικό αέρα ή και λόγω εξάτμισης του νερού. Για να υπάρξει βέβαια αισθητό αποτέλεσμα η κατασκευή θα πρέπει να καταλαμβάνει τουλάχιστον το 50% της συνολικής κάτοψης του κτιρίου.

Το εν λόγω σύστημα αποδίδει περισσότερο σε περιοχές χαμηλής υγρασίας, με καλοκαιρινές νύχτες χωρίς σύννεφα. Όταν πρόκειται για θερμά και ήπια κλίματα με μικρό ποσοστό κατακρημνίσεων, το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ' ευθείας ως ταβάνι του κτιρίου, με αποτέλεσμα την απ' ευθείας θέρμανση ή ψύξη των υποκείμενων χώρων. Ενώ στα ψυχρότερα κλίματα, με συχνές χιονοπτώσεις, η αποδοτικότητα της κατασκευής επιτυγχάνεται με την τοποθέτησή της κάτω από την κεκλιμένη στέγη, συνδυασμένη με νότιο υαλοστάσιο, με στόχο το μέγιστο ηλιακό κέρδος και με βαφή της οροφής με ανακλαστικά χρώματα ή με χρήση επένδυσης από ανακλαστικά υλικά.

Πλεονεκτήματα

- Οι υποκείμενοι του δώματος χώροι δέχονται θερμότητα από ακτινοβολία, ανεξάρτητα του προσανατολισμού τους.
- Τόσο η θέρμανση όσο και η ψύξη διανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το κτίριο, συγκριτικά με άλλα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Υπάρχουν μικρές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της τάξης 1,2 με 2,4 °C.
- Συνδυάζει αυξημένα ηλιακά κέρδη χωρίς καθόλου θάμπωμα και αλλοίωση των αντικειμένων από την υπερϊώδη ακτινοβολία.
- Αξιοποιείται ταυτόχρονα για θέρμανση και ψύξη.

Μειονεκτήματα

- Αυξημένο κόστος κατασκευής
- Στατικές επιβαρύνσεις του κτιρίου και δυσκολίες στην αρχιτεκτονική διαμόρφωση των χώρων
- Μειονεκτική διαστρωμάτωση του νερού κατά τη χειμερινή περίοδο, καθώς το ζεστό νερό βρίσκεται στην επιφάνεια της λίμνης και όχι στον πυθμένα δηλαδή σε άμεση επαφή με τους υποκείμενους χώρους, κάτι που όμως αποδεικνύεται πλεονέκτημα για το καλοκαίρι με αποτέλεσμα το ψυχρότερο νερό στον πυθμένα να τους δροσίζει.
- Δέντρα, κτίρια και άλλα αντικείμενα του περιβάλλοντος χώρου μπορούν να μειώσουν τον βαθμό ψύξης αφού μειώνουν την νυχτερινή ακτινοβολία προς τον ουρανό, που βέβαια εξαρτάται και από την καθαρότητά του. Σε περιοχές με συχνές εμφανίσεις σύννεφων και ομίχλης, μειώνεται η αποδοτικότητα του συστήματος.

4.2.3.3 Ηλιακοί χώροι

- **Θερμοκήπιο**

Αφορά κατασκευή αρκετά γνωστή μεν, όχι τόσο εφαρμοσμένη δε, σε αστικά κέντρα. Είναι χώρος, ο οποίος προσαρτάται ή ενσωματώνεται στη νότια πλευρά ενός κτιρίου, αποτελείται από μία έως τρεις πλευρές από υαλοστάσιο και η πλευρά ένωσης με το κυρίως κτίριο κατασκευάζεται από δομικά υλικά μεγάλης θερμικής χωρητικότητας. Στην ουσία η όλη κατασκευή, συνδυάζει σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους με τοίχο θερμικής μάζας.

Ιστορικά, η επινόηση αυτή, έχει τις ρίζες της στην ευρωπαϊκή αρχιτεκτονική του 19^{ου} αιώνα, όπου εμφανίζονται αίθρια, ηλιακά δωμάτια, σκεπαστοί γυάλινοι

δρόμοι κλπ, ενώ και η Ελληνική παραδοσιακή αρχιτεκτονική έχει δείγματα όπως το «λιακωτό» ή «ηλιακός». Σαν κατασκευή μπορεί να τοποθετηθεί εξ' αρχής σε ένα κτίριο ή ακόμα και να προστεθεί εκ των υστέρων σε μια ήδη υπάρχουσα κατασκευή και μπορεί να εξυπηρετήσει πολλές λειτουργίες.

Η λειτουργία του στηρίζεται τόσο στην απευθείας εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας όσο και στην αποθήκευση της θερμότητας στον τοίχο θερμικής μάζας. Οι δύο αυτές περιπτώσεις συνδυάζονται και είναι εξίσου σημαντικές για τη λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, σε πρώτη φάση, ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται από την απευθείας προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, ενώ παράλληλα ενέργεια απορροφάται στον συμπαγή θερμικής μάζας τοίχο που βρίσκεται σε επαφή με το κυρίως κτίριο, μετατρέπεται σε θερμότητα και αποδίδεται με χρονική υστέρηση, στο εσωτερικό του. Υπάρχει βέβαια και η περίπτωση να μεταφέρεται η θερμική ενέργεια μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων στο διαχωριστικό δομικό στοιχείο.

Πιο συγκεκριμένα, όταν οι ακτίνες του ήλιου προσπίπτουν στα υαλοστάσια, μεγάλο μέρος της ορατής (μικρού μήκους κύματος) ακτινοβολίας μεταδίδεται στο εσωτερικό, απορροφάται από τα διαφανή στοιχεία ή στερεά στοιχεία που υπάρχουν εκεί (δάπεδο, τοίχοι, έπιπλα κλπ), τα οποία θερμαίνονται και η ακτινοβολία επανεκπέμπεται ως μεγάλο μήκους πια. Μέρος αυτής με τη σειρά του, απορροφάται εκ νέου από τα υαλοστάσια και η υπόλοιπη ανακλάται. Η ενέργεια αυτή επανεκπέμπεται στη συνέχεια και στις δυο πλευρές του υαλοστασίου κι έτσι, τμήμα της εισερχόμενης ακτινοβολίας παγιδεύεται στο εσωτερικό και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας (φαινόμενο του θερμοκηπίου). Κατά τις νυχτερινές ώρες το σύστημα αυτό αποβάλλει, πάλι ως ακτινοβολία, όση θερμότητα έχει συλλέξει καθ' όλη τη διάρκεια της μέρας κι έτσι εξισορροπούνται οι θερμοκρασίες και οι συνθήκες άνεσης με το θερμικό ισοζύγιο (θερμικό κέρδος μείον θερμικές απώλειες) να είναι αρνητικό.

Υπό αυτήν την οπτική ένα προσαρτημένο θερμοκήπιο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί και ως εκτεταμένο σύστημα τοίχου θερμικής αποθήκευσης με τη διαφορά ότι το διάκενο μεταξύ υαλοστασίου και συμπαγούς τοιχοποιίας δεν είναι σε απόσταση λιγιστών εκατοστών αλλά δημιουργείται ωφέλιμος χώρος διημέρευσης ή και τοποθέτησης βλάστησης. Αυτή ακριβώς η διαφοροποίηση είναι που το κάνει να λειτουργεί και ως φράγμα θερμικών απωλειών προς το εξωτερικό περιβάλλον (tampon espace, buffer zone). Αυτό συμβαίνει γιατί σχεδόν όλες τις ώρες της ημέρας ο ηλιακός χώρος έχει υψηλότερη θερμοκρασία από εκείνη του περιβάλλοντος, και εφόσον παρεμβάλλεται μεταξύ εσωτερικών χώρων και εξωτερικού



Εικόνα 160: Θερμοκήπιο

περιβάλλοντος εμποδίζει τις θερμικές απώλειες. Χωρίς ηλιοφάνεια, σε θερμοκήπιο με διπλό υαλοστάσιο, η θερμοκρασία φτάνει τουλάχιστον τους 10°C όταν η εξωτερική είναι 0°C. Ωστόσο για την ενίσχυση της προστασίας από θερμικές απώλειες, προτείνεται η νυχτερινή κινητή ηλιοπροστασία των υαλοστασίων με εσωτερικά πετάσματα, εκτός αν υπάρχει ήδη επαρκής θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου. Επίσης, σε περιοχές με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά το χειμώνα, προτείνεται η εφαρμογή διπλών υαλοπινάκων και θερμομόνωση του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

Την καλοκαιρινή περίοδο λόγω της μεγάλης έκθεσης στην ακτινοβολία πρέπει να προβλέπεται επαρκής ηλιοπροστασία προς αποφυγήν υπερθερμάνσεων του ηλιακού χώρου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με κινητά παραπετάσματα, φύτευση φυλλοβόλων δένδρων ή ακόμα και εποχική απομάκρυνση των υαλοστασίων. Λόγω των πιθανοτήτων για ανεπιθύμητη υπερθέρμανση, το σύστημα αυτό προτιμάται σε περιοχές που έχουν έντονη διάχυτη ακτινοβολία και όχι άμεσα προσπίπτουσα, γι αυτό το λόγο είναι περισσότερο αναπτυγμένο σε ψυχρότερα κλίματα. Για παράδειγμα στο Ελληνικό κλίμα⁵⁹ αποφεύγονται οι διαφανείς οροφές τόσο λόγω αυξημένης άμεσης ακτινοβολίας όσο και για την αποφυγή ζημιών λόγω κατακριμνήσεων, στην περίπτωση όμως που κατασκευάζονται τέτοιες οροφές απαιτείται η τοποθέτηση φεγγιτών για την απαγωγή του θερμού αέρα προς τα έξω. Σε όλες τις περιπτώσεις όμως είναι απαραίτητος ο αερισμός του χώρου που μπορεί να συμβεί με την είσοδο του φρέσκου αέρα στο εσωτερικό του θερμοκηπίου, από ανοίγματα στο κάτω μέρος των υαλοστασίων.

Η αποδοτικότητα αυτών των συστημάτων εξαρτάται από μια σειρά παραγόντων όπως, ο *προσανατολισμός*, με αποδοτικότερη λύση την προσάρτηση στη νότια πλευρά του κτιρίου με επίμηκες σχήμα κατά τον άξονα ανατολής-δύσης, το *μέγεθός του* ανάλογα με το κτίριο και τις θερμικές του ανάγκες, η *κλίση των υαλοστασίων* (εύκρατη ζώνη: 30-65°, βορειότερα κλίματα : 30-40°) και τα *υλικά κατασκευής και σύνδεσής του* με το κυρίως κτίριο. Επιπλέον, συγκρινόμενη με την αποδοτικότητα του τοίχου θερμικής συσσώρευσης, με ίδια επιφάνεια υαλοστασίου, το θερμοκήπιο αποδεικνύεται συχνά πιο αποδοτικό. Ότι επιπλέον θερμικές απώλειες (μέσω οροφής και τοίχων από γυαλί) προκύπτουν, αντισταθμίζονται από τη βέλτιστη κλίση των υαλοστασίων αλλά και από το γεγονός ότι η επιφάνεια θερμικής μάζας είναι μεγαλύτερη εξ' αιτίας της χρήσης του ηλιακού χώρου και του δαπέδου του ταυτόχρονα.

Μέγεθος προσαρτημένου θερμοκηπίου για διάφορες κλιματικές συνθήκες		
Μέση εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα (σε °C)	Απαιτούμενη επιφάνεια υαλοστασίου στο θερμοκήπιο, ανά μονάδα επιφάνειας κατοικήσιμου χώρου (σε m ²)	
Κλίμα ψυχρό	Τοίχος μάζας	Τοίχος νερού
-6,7	0,90-1,5	0,68-1,27
-3,9	0,78-1,3	0,57-1,05
-1,1	0,65-1,17	0,47-0,82
Κλίμα εύκρατο		
1,7	0,53-0,90	0,38-0,65
4,4	0,42-0,69	0,30-0,51
7,2	0,33-0,53	0,24-0,38

Πίνακας 8: Μέγεθος προσαρτημένου θερμοκηπίου για διάφορες κλιματικές συνθήκες
*πηγή: Ανδρεαδάκη 1985

Θερμική σύνδεση θερμοκηπίου με το κυρίως κτίριο

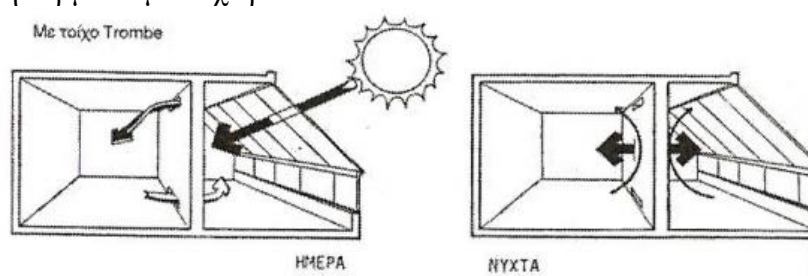
⁵⁹ Στην Ελλάδα από μετρήσεις που έχουν γίνει σε κατοικίες με προσαρτημένα θερμοκήπια έχει προκύψει ότι ο χώρος του θερμοκηπίου θερμαίνεται κατά 60-75%, ενώ στο κυρίως κτίριο συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση σε ποσοστό 13-30%.

Η σύνδεση του ηλιακού αυτού χώρου με το υπόλοιπο κτίριο ώστε να λειτουργεί ως ηλιακό παθητικό σύστημα θέρμανσης γίνεται με πέντε βασικούς τρόπους:

1. **Απευθείας πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του θερμοκηπίου.** Η αναλυτική πορεία της ακτινοβολίας και η συνολική διαδικασία περιγράφεται παραπάνω.
2. **Μεταφορά του θερμού αέρα από το θερμοκήπιο στους χώρους του κυρίως κτιρίου με θερμοσιφονισμό ή βεβιασμένη μεταφορά.** Ως βάση γι' αυτή τη μέθοδο λαμβάνεται ο θερμοσιφονισμός ο οποίος μπορεί και να υποστηρίζεται από ανεμιστήρες. Ως προς τη μεταφορά μέσω θερμοσιφονισμού, απαιτούνται ανοίγματα στον κοινό τοίχο μεταξύ θερμοκηπίου και κυρίως κτιρίου, τα οποία είναι δυνατόν να ανοίγουν χειροκίνητα ή και αυτόματα. Όσο ψηλότερα βρίσκονται τα ανοίγματα και όσο υψηλότερη θερμοκρασία υπάρχει στο θερμοκήπιο, τόσο αυξάνεται και η ροή θερμότητας. Στη συνέχεια, η θερμότητα αυτή, που έχει μεταφερθεί στους χώρους του κτιρίου μπορεί να αποθηκευθεί στα δομικά στοιχεία όπως συμβαίνει στα συστήματα απευθείας κέρδους. Ωστόσο, με τη χρήση ανεμιστήρων ή σύστημα σωληνώσεων, η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί και σε βόρειους χώρους, που δεν δέχονται ηλιακή ακτινοβολία και αναλόγως να αποθηκευθεί σε αντίστοιχα τοποθετημένα δομικά στοιχεία θερμικής αποθήκευσης.
3. **Αγωγιμότητα μέσω διαχωριστικών τοίχων.** Είναι ο πιο διαδεδομένος τρόπος ανάμεσα στις πέντε μεθόδους. Σύμφωνα μ' αυτό, ο διαχωριστικός τοίχος δεν διαθέτει θερμική μόνωση και στην ουσία λειτουργεί όπως ο τοίχος μάζας ή νερού (βλ. Παράγραφο 4.2.3.1)
4. **Χρήση απλών ενεργητικών συστημάτων μεταφοράς και θερμότητας και αποθήκευσης της στον εσωτερικό χώρο, από όπου μεταδίδεται με ακτινοβολία ή μεταφορά.**
5. **Συνδυασμός των παραπάνω.**

Όσον αφορά τον διαχωριστικό τοίχο μεταξύ ηλιακού χώρου και κτιρίου, μπορούν να συνδυαστούν 2 παθητικά συστήματα. Έτσι μπορεί αυτό το διαχωριστικό στοιχείο να φέρει ανοίγματα, θυρίδες κλπ, να αποτελεί τοίχο μάζας ή και να είναι τοίχος νερού. Στην τελευταία περίπτωση, ο όγκος νερού ρυθμίζει και προσδιορίζει τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις τόσο στο χώρο του θερμοκηπίου όσο και στους παρακείμενους χώρους του κυρίως κτιρίου. Η σχέση αυτών των δυο μεγεθών είναι αντιστρόφως ανάλογη. Όσο μεγαλύτερος όγκος νερού τόσο μικρότερες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Κι έτσι, όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια του υδάτινου τοίχου τόσο αποτελεσματικότερο μεταδίδεται η θερμότητα.

Ως προς την απαίτηση θερμομόνωσης του ηλιακού χώρου, αλλά και τη γενικότερη μελέτη θερμομόνωσης του συστήματος (θερμικά κέρδη, θερμικές απώλειες κλπ.), για τον υπολογισμό του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας του κτιρίου, σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ, το διαχωριστικό αυτό δομικό στοιχείο θεωρείται ως εξωτερική επιφάνεια του κελύφους προς μη θερμαινόμενο χώρο.



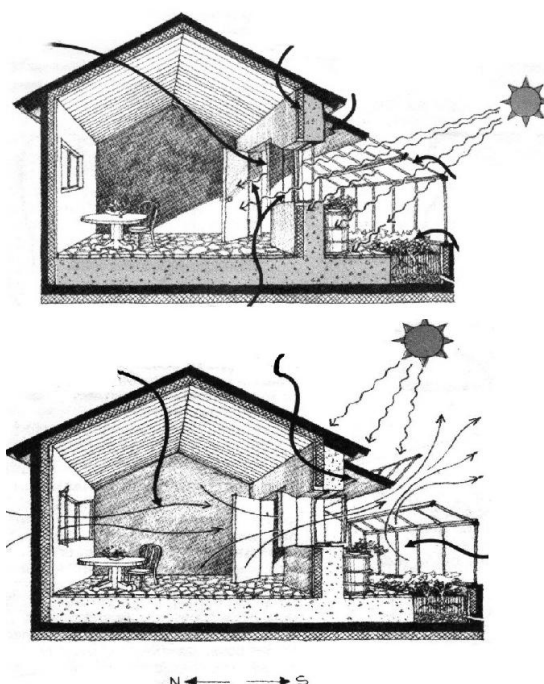
Εικόνα 161: Σχηματική απεικόνιση θερμοκηπίου

Πλεονεκτήματα

- Δημιουργία πρόσθετου ωφέλιμου χώρου με μικρό κόστος
- Δημιουργία χώρου για καλλιέργεια φυτών
- Λειτουργεί ως χώρος θερμικής ανάσχεσης
- Ενσωματώνεται εύκολα σε υφιστάμενη κατασκευή
- Παρουσιάζονται μικρές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις (1,8-4,8 °C)
- Σχετικά μικρό κόστος κατασκευής

Μειονεκτήματα

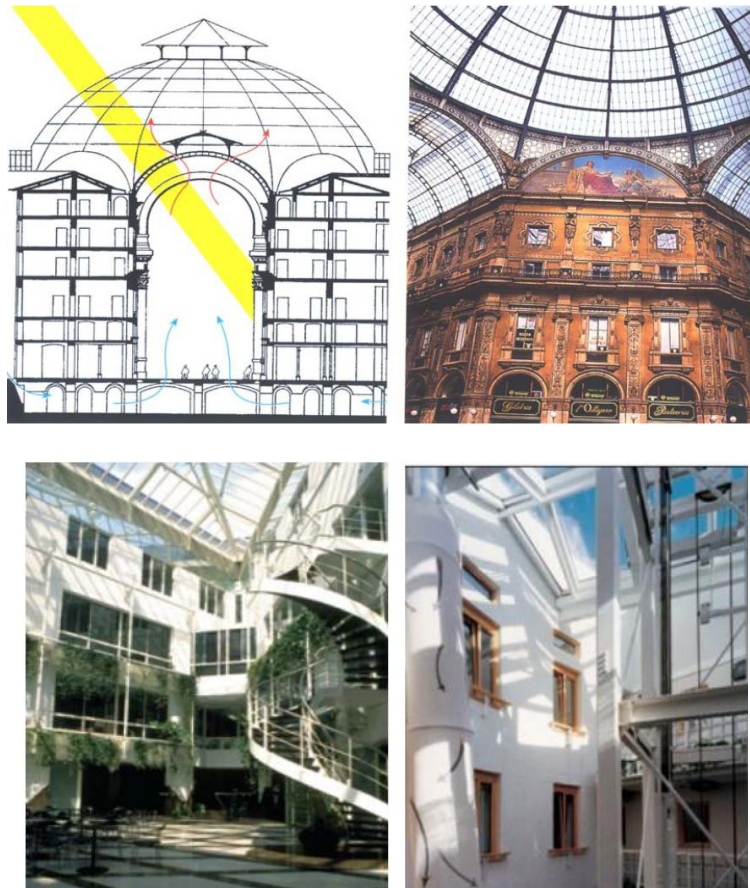
- Η θερμική του απόδοση επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από το σχεδιασμό και γι' αυτό είναι δύσκολο να προβλεφθεί
- Σε περίπτωση έλλειψης μέτρων ηλιοπροστασίας και αερισμού, υπάρχει μεγάλος κίνδυνος υπερθέρμανσης



Εικόνα 162: Χειμερινή και θερινή ,αντίστοιχα, λειτουργία θερμοκηπίου

- Ηλιακό αίθριο

Η εξέλιξη του θερμοκηπίου ώστε να μπορεί να προσαρμοστεί και σε υψηλότερα, από έναν όροφο, κτίρια αλλά και συγκροτήματα είναι το ηλιακό αίθριο. Πρόκειται για αιθριακούς χώρους οι οποίοι φέρουν γυάλινη επικάλυψη. Λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο με το θερμοκήπιο καθώς συλλέγει την ηλιακή ακτινοβολία από το γυάλινο στοιχείο της οροφής και συσσωρεύεται στο χώρο του αιθρίου. Όπως συμβαίνει και με το θερμοκήπιο, ένα μέρος της θερμότητας μεταφέρεται στους εσωτερικούς χώρους του κτηρίου μέσω ανοιγμάτων, ενώ η υπόλοιπη αποθηκεύεται στη θερμική μάζα του. Επίσης, όπως το θερμοκήπιο, έτσι και το ηλιακό αίθριο, το χειμώνα, λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης, ενώ το καλοκαίρι απαιτείται ικανοποιητικός αερισμός του χώρου και σκιασμός της γυάλινης οροφής, για την αποφυγή υπερθέρμανσης. Τέλος, ένα μεγάλο πλεονέκτημα των ηλιακών αιθρίων είναι ότι ταυτόχρονα με τα ηλιακά θερμικά κέρδη, εκμεταλλεύονται όσο το δυνατόν περισσότερο φυσικό φωτισμό.



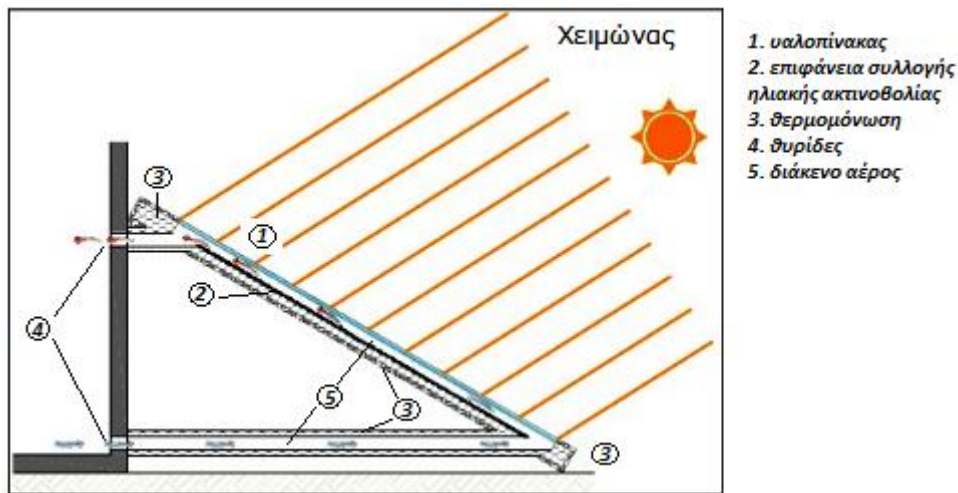
Εικόνα 163: Παραδείγματα ηλιακών αιθρίων

4.2.4 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους

Τοίχος Barra-Constantini- Θερμοσιφωνικό πάνελο-Μεταφορικός βρόχος-Αεροσυλλέκτης

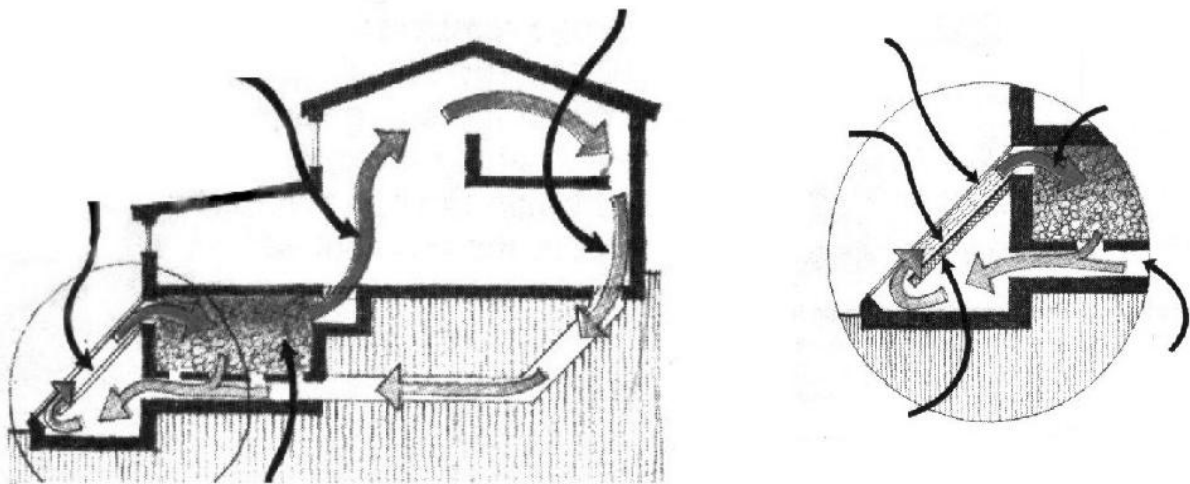
Όπως και τα προηγούμενα συστήματα που περιγράφηκαν, και το συγκεκριμένο σύστημα σχετίζεται άμεσα με την ηλιακή ακτινοβολία. Το θερμοσιφωνικό πάνελο είναι επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας, παρόμοιας κατασκευής και λειτουργίας με τον τοίχο trombe, ο οποία όμως δεν διαθέτει θερμική μάζα (για την άμεση αποθήκευση θερμότητας) αλλά συνδέεται με υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας- χώροι με θραυστό υλικό/σύστημα rock bed/ lit de pierres⁶⁰ (Εικόνα 162). Λόγω του ότι ο αεροσυλλέκτης απομονώνεται θερμικά από το κτίριο, κατατάσσεται σε μια ξεχωριστή κατηγορία ηλιακών παθητικών συστημάτων, αυτήν του απομονωμένου κέρδους. Ωστόσο, η συλλεχθείσα θερμότητα δεν αποθηκεύεται μονοσήμαντα στην υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας, αλλά είναι δυνατόν να αποθηκεύεται και στα δομικά στοιχεία του κτιρίου. Το σύστημα αυτό ενδείκνυται για χώρους που έχουν ανάγκη από άμεση απόδοση θερμότητας (ηλιακά κέρδη) όπως για παράδειγμα χώροι γραφείων, σχολικές αίθουσες κ.α.

⁶⁰ Η μέθοδος αυτή δεν έχει ακόμα ευρεία εφαρμογή. Με τη βοήθεια κυρίως ανεμιστήρων παραλαμβάνεται ο θερμός αέρας από το θερμοκήπιο ή τον αεροσυλλέκτη και στη συνέχεια μεταφέρεται με σωληνώσεις σε χώρους όπου η θερμότητα θα αποθηκευθεί σε όγκους με θραυστό υλικό. Η θερμότητα αυτή αποδίδεται στο κτίριο συνήθως χωρίς τη χρήση μηχανικών μέσων, με ακτινοβολία και μεταφορά από την επαφή του θερμαινόμενου χώρου με την θερμή επιφάνεια αποθήκευσης. Η μέθοδος χρησιμοποιείται κυρίως σε εύκρατα κλίματα με θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μεταξύ 1,7-7,2 °C όπου τις ώρες ηλιοφάνειας συλλέγεται πολύ περισσότερη θερμότητα από την απαιτούμενη για τη θέρμανση του χώρου.



Εικόνα 164: Τομή θερμοσιφωνικού πάνελου

Προσανατολίζεται κι αυτό νότια με απόκλιση έως $\pm 30^\circ$ από το νότο και τοποθετείται είτε υπό κλίση είτε κατακόρυφα, με βέλτιστη κλίση τις 30° - 40° για τον ελλαδικό χώρο. Η κεκλιμένη τοποθέτηση έχει μεγαλύτερη απόδοση, ωστόσο καταλαμβάνει περισσότερο χώρο. Έτσι, η κατακόρυφη τοποθέτηση μπορεί αισθητικά να ενσωματωθεί ευκολότερα στο κτίριο. Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι λόγω του χαρακτηριστικού του ότι απομονώνεται από το κτίριο, δεν απαιτούνται μέτρα ηλιοπροστασίας τη θερινή περίοδο, καθώς επίσης μπορεί να αξιοποιηθεί η βέλτιστη κλίση για τη χειμερινή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, χωρίς να εμφανίζονται κίνδυνοι υπερθέρμανσης. Η κατασκευή αποτελείται από υαλοπίνακα τοποθετημένο σε απόσταση 2-5cm μπροστά από μεταλλική επιφάνεια μαύρου χρώματος και όλο το σύστημα θερμομονώνεται, για την αποφυγή θερμικών απωλειών. Η σύνδεσή του με το κτίριο γίνεται με θυρίδες εισροής –εκροής του εσωτερικού αέρα από και προς το πάνελ. Οι θυρίδες αυτές καταλαμβάνουν όλο το πλάτος του πάνελου κι έχουν άνοιγμα 20-30 cm. Η απόδοση του αεरोσυλλέκτη μπορεί να αυξηθεί με τη χρήση διπλών υαλοπινάκων, ιδιαίτερα σε ψυχρά κλίματα, και το βέλτιστο μήκος του έχει εκτιμηθεί στα 3m



Εικόνα 165: Συνδυασμός θερμοσιφωνικού πάνελου με υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας (Norton & Probert, 1984).

Η διαδικασία που ακολουθείται για τη θέρμανση⁶¹ του χώρου είναι η εξής: ο ψυχρός εσωτερικός αέρας εισέρχεται στο κάτω μέρος του πανέλου, από τη θυρίδα που βρίσκεται στο κάτω μέρος, όπου θερμαίνεται. Στη συνέχεια ως ελαφρύτερος, ανέρχεται και εξέρχεται στον εσωτερικό χώρο από τη θυρίδα που βρίσκεται στο πάνω μέρος ή στην περίπτωση δικτύου σωληνώσεων διαπερνά τις οροφές, τους τοίχους και τα δάπεδα και επιστρέφει στο πανέλο. Η διαδικασία αυτή ανακυκλώνεται κι έτσι η μεταφορά θερμότητας στο συγκεκριμένο σύστημα γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή (θερμοσιφωνισμός) από τον αέρα στο διάκενο και όχι με ακτινοβολία. Ωστόσο, είναι πολύ σημαντικό να αναφερθεί ότι το κλείσιμο των θυρίδων τις νυχτερινές ώρες (χειμερινή περίοδο) είναι απαραίτητο ώστε να μην υπάρχουν απώλειες θερμότητας. Αντίστοιχα το καλοκαίρι μπορούν οι θυρίδες να κλείνουν ή να σκιάζεται το πανέλο ή ακόμα και να προβλέπονται ανοίγματα στο άνω και κάτω μέρος του ώστε να αποκόπτεται θερμικώς από το κτίριο, για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του χώρου. Η ρύθμιση των θυρίδων (άνοιγμα-κλείσιμο) σε τακτά χρονικά διαστήματα, και εφόσον η αποδοτικότητα του συστήματος εξαρτάται από αυτό, κάνει την ανάγκη για αυτοματισμούς επιτακτική, ώστε να αποφεύγεται η δυσλειτουργία του συστήματος από αμέλεια των χρηστών.

Πλεονεκτήματα

- Μηδενίζεται ο κίνδυνος θαμπώματος και από την υπεριώδη ακτινοβολία
- Είναι από τα πιο οικονομικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας
- Δεν απαιτείται θερμική αποθήκευση για ηλιακή συμμετοχή έως 25%
- Εύκολη ενσωμάτωση στις νότιες όψεις
- Εύκολη ενσωμάτωση σε υφιστάμενη κατασκευή
- Οι νυχτερινές θερμικές απώλειες είναι οι μικρότερες από όλα τα συστήματα, γιατί ο συλλέκτης μπορεί να απομονωθεί από το κτίριο.

Μειονεκτήματα

- Είναι πρόσθετη κατασκευή οπότε χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στο σχεδιασμό και είναι δυνατόν να δημιουργήσει προβλήματα στη μορφολογία
- Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στην κατασκευή για τη σωστή ροή του αέρα
- Απαιτείται ειδική κατασκευή για την αποθήκευση της θερμότητας εφόσον η ενέργεια μεταδίδεται μόνο με συναγωγή
- Εφόσον χρησιμοποιείται θερμική μάζα, το σύστημα έχει μεγάλη απόδοση όταν ο συλλέκτης είναι τοποθετημένος χαμηλότερα από το κτίριο και τη θερμική μάζα, πράγμα που παρουσιάζει δυσκολίες στις συμβατικές κατασκευές.

4.2.5 Κριτήρια επιλογής Ηλιακού Παθητικού Συστήματος

Μετά την εξέταση και αξιολόγηση όλων των ηλιακών παθητικών συστημάτων, είναι εύκολο να διακρίνει κανείς τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που καθένα παρουσιάζει. Επιπλέον, έχει επανειλημμένως αναφερθεί ότι κάθε οικοδόμημα αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση, με διαφορετικούς στόχους, απαιτήσεις και συνθήκες. Υπάρχουν

⁶¹ «... Από έρευνα του Πανεπιστημίου και του Κέντρου Ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών της Αλγερίας διαπιστώθηκε ότι η εγκατάσταση ενός συστήματος τοίχου Barra Constantini, σε συνδυασμό με μια βοηθητική μονάδα θέρμανσης, μπορεί να πετύχει εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι και 60-70%, σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης...»

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική Εργασία, Μ. Αργυράκη, Ε.Μ.Π., Αθήνα 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

βέβαια κάποιοι κανόνες πάνω στους οποίους καθοδηγείται ο μελετητής, αλλά οι περιπτώσεις θα πρέπει να εξετάζονται κατά περίπτωση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται προσεκτική μελέτη για την κάθε περίπτωση τόσο στο σύνολό της όσο και στα επιμέρους ιδιαίτερα στοιχεία που πιθανώς να παρουσιάζει, πόσο δε περισσότερο όταν πρόκειται για την τοποθέτηση και χρήση κάποιου ηλιακού παθητικού συστήματος.

Η επιλογή, επομένως, κάποιου συστήματος ή ακόμα και ο συνδυασμός κάποιων εξ αυτών, θα πρέπει να απαντά σε κάποια κριτήρια βάσει των οποίων γίνεται ο διαχωρισμός. Αρχικά η *απόδοση του συστήματος* και το επίπεδο στο οποίο μπορεί να φτάσει συγκριτικά με κάποιο άλλο, καθώς και οι συνθήκες στις οποίες αποδίδει περισσότερο είναι καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του. *Το κόστος αρχικής κατασκευής αλλά και της συντήρησής του μετέπειτα*, συσχετιζόμενο και με τον προϋπολογισμό όλου του κτιρίου αλλά και με την χρονική περίοδο στην οποία θα γίνει απόσβεση λόγω εξοικονόμησης ενέργειας αποτελεί επίσης σημαντικό κριτήριο επιλογής μεταξύ των συστημάτων. Εξ' ίσου σημαντικός παράγοντας που καθορίζει την επιλογή κάποιου ή κάποιων από τα συστήματα είναι οι *κλιματολογικές συνθήκες* και οι *ιδιαιτερότητες* (κατακρμινήσεις, διάχυτη ή άμεσα προσπίπτουσα ηλιοφάνεια, έδαφος, κλίμα κλπ.) που παρουσιάζει η περιοχή στην οποία βρίσκεται το υπό μελέτη κτίριο. Οι συνθήκες αυτές μπορούν να επηρεάσουν την αποδοτικότητα, την δυνατότητα συνδυασμού κάποιων από τα συστήματα αλλά και την ασφάλεια του κάθε συστήματος ως προς τους χρήστες γι' αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπ' όψη. Τέλος, επειδή, στις περισσότερες περιπτώσεις, πρόκειται για πρόσθετες κατασκευές μεγάλου μεγέθους και επιφάνειας, θα πρέπει να εξετάζεται η *δυνατότητα ενσωμάτωσης* τόσο *μορφολογικά* όσο και *λειτουργικά* στο κτίριο. Και επειδή η συγκεκριμένη μελέτη σκοπό έχει να εστιάσει στις υφιστάμενες κατασκευές, ενδεικτικά αναφέρονται ως παράδειγμα οι νομοθετικές διατάξεις που αφορούν στη διατήρηση της μορφολογίας σημαντικών ιστορικών ή μη διατηρητέων κτιρίων.

Χρέος λοιπόν του εκάστοτε μελετητή είναι να εξετάζει την κάθε περίπτωση ξεχωριστά ακολουθώντας κάποιους κανόνες και ανάλογα με το στόχο που θέτει κάθε κατασκευή και ο ιδιοκτήτης της, να επιλέγει τη βέλτιστη λύση.

4.3 Φυσικός φωτισμός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός

Στην Παράγραφο 1.1 αναφέρθηκαν οι συνθήκες άνεσης για τον άνθρωπο μέσα σε ένα κτίριο. Μέσα στις συνθήκες αυτές, μεταξύ άλλων, περιλαμβάνεται και η οπτική άνεση, καθοριστικός παράγοντας της οποίας είναι ο φωτισμός. Ως γνωστόν, ο φωτισμός ενός χώρου μπορεί να επιτευχθεί είτε τεχνητά είτε φυσικά. Όπως συμβαίνει και σε οποιαδήποτε μελέτη, έτσι και οι δύο αυτές περιπτώσεις παρουσιάζουν θετικά και αρνητικά στοιχεία συγκρινόμενα μεταξύ τους. Η αξιοποίηση του διαθέσιμου φυσικού φωτός, επηρεάζει την κατανάλωση ενέργειας ενός κτιρίου και άμεσα και έμμεσα. Στα πλαίσια της βιοκλιματικής προσέγγισης και με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας (άμεση επιρροή), η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τον τεχνητό φωτισμό (μείωση αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια), συμβάλλοντας σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα των κτιρίων, στην οπτική άνεση και στη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των χρηστών. Ωστόσο, και η έμμεση επιρροή του είναι εξίσου σημαντική, καθώς για τις ανάγκες εισόδου του μεγαλύτερου δυνατού φωτισμού αυξάνεται το μέγεθος των ανοιγμάτων και έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμικής ροής από και προς το κτίριο (θερμικές απώλειες το χειμώνα, θερμικά κέρδη το καλοκαίρι).

Στα κριτήρια μελέτης ενός ικανοποιητικού συστήματος φυσικού φωτισμού περιλαμβάνονται οι κλιματικές συνθήκες της περιοχής (νεφώσεις, φωτεινότητα κλπ.), το γεωγραφικό πλάτος (γωνία πρόσπτωσης ηλιακής ακτινοβολίας), ο προσανατολισμός και το

σχήμα του κτιρίου, η γεωμετρία και η κατανομή των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν, η απαραίτητη εγκατάσταση, οι διαστάσεις και το σχήμα των ανοιγμάτων, η θέση και οι ιδιότητες των εσωτερικών διαχωριστικών επιφανειών που θα επηρεάσουν το φυσικό φως και τη διανομή του (ανακλούν, απορροφούν ή διαχέουν την ακτινοβολία), το σχήμα και η θέση των ηλιοπροστατευτικών διατάξεων (προστασία από θάμβωση και υπερβολικό φως), τα τυχόν εξωτερικά εμπόδια και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, καθώς και οι οπτικές ιδιότητες και τα θερμικά χαρακτηριστικά των υαλοστασίων ή των διάφανων στοιχείων γενικά.

Βασικό κομμάτι της μελέτης, είναι η γνώση των φυσικών ιδιοτήτων των διάφανων υλικών, για να μπορεί ο μελετητής να κάνει τις κατάλληλες επιλογές, ανάλογα πάντα με τις απαιτήσεις του κάθε κτιρίου. Η αξιολόγηση και ο διαχωρισμός των διάφανων υλικών σε σχέση με την ηλιακή ακτινοβολία γίνεται βάσει τριών συντελεστών, ανακλαστικότητας, απορροφητικότητας και διαπερατότητας της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι, ανάλογα με τις ιδιότητές τους, τα διάφανα υλικά, επιτρέπουν την διέλευση διαφορετικού ποσοστού της άμεσης και της διάχυτης ακτινοβολίας, διασκορπίζουν το φως, ανακλούν με κατοπτρικό τρόπο την ακτινοβολία, τη διαχέουν ή και μεταβάλλουν το χρώμα του φωτός, εξ' αιτίας μεταβολής της θερμοκρασίας του.

Η μελέτη που αφορά τον φυσικό φωτισμό, αποτελεί διεξοδική μελέτη του κτιρίου που έγκειται σε νόμους της φυσικής, ωστόσο έχει δημιουργηθεί ξεχωριστός αυτόνομος κλάδος που ασχολείται με τον φωτισμό (τεχνητό ή φυσικό), η λεγόμενη Φωτοτεχνία των χώρων. Στα πλαίσια της άνεσης των ενοίκων, ο φωτισμός δεν συνεισφέρει μόνο στην οπτική άνεση αλλά είναι ικανός να επηρεάσει και να διαμορφώσει την ψυχολογία του ανθρώπου. Με την κατάλληλη χρήση του φωτισμού μπορεί κανείς να διαμορφώσει διαφορετικό περιβάλλον, συναίσθημα και αισθητική του χώρου. Δεν είναι τυχαίο που ο φωτισμός αποτελεί από τα πιο σημαντικά στοιχεία και αναπόσπαστο κομμάτι των τεχνών. Ο φυσικός φωτισμός, συγκεκριμένα, στην Αρχιτεκτονική, δεδομένης της ευαισθησίας και της μεταβλητότητάς του, μπορεί να δημιουργήσει όχι μόνο ευχάριστο περιβάλλον, αλλά και μεταβλητά αισθητικά αποτελέσματα και παιχνιδίσματα, κάτι που δεν είναι δυνατόν να κάνει ο στάσιμος τεχνητός. Επιστήμονες υποστηρίζουν ότι συνδέεται με την καλή ψυχική υγεία των ατόμων και το σύνδρομο εποχικής συναισθηματικής διαταραχής. Μελέτες που έγιναν σε ομάδες με σημάδια μελαγχολίας, έδειξαν ότι είχαν σημαντικές αλλαγές στη διάθεσή τους όταν υπεβλήθησαν σε θεραπεία με χρήση φωτός παρόμοιο με εκείνο που δημιουργεί ο ήλιος κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Τα κριτήρια σχεδιασμού του φυσικού φωτισμού πρέπει να ανταποκρίνονται σε ποσοτικές αλλά και ποιοτικές απαιτήσεις. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός καθορίζει την ποσότητα του εισερχόμενου φωτός αλλά και την κατανομή του. Η ποσότητα φωτισμού που απαιτείται, εξαρτάται από τη λειτουργία και τη χρήση του χώρου και οι τιμές της δίνονται από Διεθνή ή Ευρωπαϊκά Πρότυπα. Επιπλέον, η αναφορά στον όρο «άνεση», παραπέμπει στην ποιότητα. Είναι δύο όροι, οι οποίοι σχετίζονται με τον φωτισμό και είναι αλληλένδετοι. Η ποιότητα του φυσικού φωτός, σε έναν χώρο, μετράται εύκολα με τον συντελεστή φυσικού φωτός DF (daylight factor). Αποτελεί τον λόγο του φωτισμού που δέχεται ένα σημείο στον εσωτερικό χώρο προς τον αντίστοιχο υπαίθριο φωτισμό και εκφράζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%). Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός ο συντελεστής τόσο περισσότερο είναι το φυσικό φως στον εσωτερικό χώρο.

Μέσος DF (%)	Αποτέλεσμα-οπτική αίσθηση	Ενεργειακές επιπτώσεις
<2%	Σκοτεινό δωμάτιο	Απαραίτητος τεχνητός φωτισμός κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της μέρας
2%-5%	Το δωμάτιο φαίνεται φωτεινό, αλλά είναι απαραίτητος βοηθητικός τεχνητός φωτισμός	Καλή ισορροπία μεταξύ φωτισμού και θερμικών φορτίων
>5%	Πολύ φωτεινό δωμάτιο	Σπάνια χρειάζεται τεχνητός φωτισμός την ημέρα, αλλά υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης

Πίνακας 9: Τα επίπεδα του δείκτη DF σε σχέση με το αποτέλεσμα και τις ενεργειακές επιπτώσεις
 Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική εργασία Μ. Αργυράκη, Ε.Μ.Π, Αθήνα 2008 http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Πρακτικά, αν ένα δωμάτιο φωτίζεται από τη μία πλευρά μόνο, το βάθος “L” του δωματίου, δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή της παρακάτω εξίσωσης :

$$[L/W + L/H] < 2/1 - R_b, \text{ όπου:}$$

W: πλάτος δωματίου

H: ύψος παραθύρου μετρούμενο από το δάπεδο

R_b: μέση ανακλαστικότητα των επιφανειών στο εσωτερικό πίσω μέρος του δωματίου

Αν το “L” ξεπεράσει αυτήν την τιμή, το πίσω μέρος του δωματίου θα είναι σκοτεινό και θα χρειάζεται βοηθητικός τεχνητός φωτισμός. Σε κάθε περίπτωση όμως, για την μεγαλύτερη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός, οι επιφάνειες του δωματίου πρέπει να είναι όσο πιο ανακλαστικές γίνεται. Το πόσο ανακλαστική θεωρείται μια επιφάνεια εξαρτάται από τη σύνθεση-υφή και από το χρώμα της. Για παράδειγμα, ένας λευκός λείος τοίχος μπορεί να ανακλά μέχρι και το 85% της φωτεινής ακτινοβολίας που προσπίπτει πάνω του, ενώ ένας κρεμ το 75% κι ένας κίτρινος μόλις το 65%. Παρ’ όλα αυτά, καθώς ο φωτισμός είναι αλληλένδετος με τα χρώματα των επιφανειών, τα έντονα χρώματα (πορτοκαλί, κόκκινο κλπ.) έχουν την ιδιότητα να απορροφούν μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας μεν, δημιουργούν όμως την αίσθηση της θαλπωρής και της ζέστης σε χώρους που δεν φτάνει η ηλιακή ακτινοβολία.

Από την εφεύρεση του ηλεκτρικού λαμπτήρα (Τόμας Έντισον 1879) και έπειτα, γινόταν χρήση του τεχνητού φωτισμού σε μεγάλη κλίμακα δημιουργώντας έτσι την ανάγκη για μεγάλες ποσότητες λιγνίτη για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Η στροφή όμως στην φιλοσοφία εξοικονόμησης ενέργειας (1973 με την πρώτη ενεργειακή κρίση) οδηγεί τον άνθρωπο στην αναζήτηση τρόπων και λύσεων που να συνάδουν με αυτήν. Ο φωτισμός συνδέεται με την κατανάλωση ενέργειας μεν, καθώς το 1/3 περίπου της συνολικής παραγόμενης πρωτογενούς ενέργειας χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την οποία το 4% υπολογίζεται ότι χρησιμοποιείται για φωτισμό, ωστόσο η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό φαίνεται να συνεισφέρει πολύ λίγο στην συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Παρά ταύτα, εξετάζοντας τον πίνακα 10 εύκολα συμπεραίνει κανείς ότι σε κτήρια εμπορικής

χρήσης ή σε κτίρια γραφείων, καταναλώνεται μεγάλο ποσό ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό συγκριτικά με τις συνολικές τους ανάγκες σε ενέργεια. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι σημερινές μέθοδοι που χρησιμοποιούνται να θέτουν ως στόχο τη μείωση της απαιτούμενης ηλεκτρικής ενέργειας, για φωτισμό αλλά και τη μείωση ωρών χρήσης του τεχνητού φωτισμού.

Είδος κτιρίου	Γενική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (%)	Ηλεκτρική κατανάλωση για φωτισμό (%)
Βιομηχανικά κτίρια	35,5	2,5
κατοικίες	39,5	2,5
Εμπορικά κτίρια-κτίρια γραφείων	12	8

Πίνακας 10: Ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό σε κτίρια με διαφορετικές χρήσεις

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», Διπλωματική εργασία Μ. Αργυράκη, Ε.Μ.Π, Αθήνα 2008 http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Σχετικά με τους παράγοντες που καθορίζουν τον σχεδιασμό του καταλληλότερου συστήματος φυσικού φωτισμού για την κάθε περίπτωση προκύπτει μια ιεράρχηση στα βήματα που ακολουθεί ο μελετητής και στις προτεραιότητες που βάζει. Το πρώτο στάδιο, αφορά τον προσανατολισμό, το σχήμα του κτιρίου, τη διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων και τη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, αφού πρώτα έχει εξετάσει διεξοδικά τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Το αμέσως επόμενο στάδιο είναι ο σχεδιασμός των ανοιγμάτων (πλευρικά ανοίγματα, ανοίγματα οροφής, διαφανείς τοίχοι κι οροφές) και τέλος, γίνεται η επιλογή των υαλοπινάκων και των διάφανων, γενικά, υλικών που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, συνδυαζόμενα πάντα με τα συστήματα ελέγχου της ακτινοβολίας που θα επιλεγούν.

4.3.1 Φυσικός φωτισμός σε σχέση με το κτίριο

Είναι πολλοί οι παράγοντες που καθορίζουν τα επίπεδα φυσικού φωτισμού μιας κτιριακής δομής. Σε επίπεδο αρχιτεκτονικού σχεδιασμού όμως, τα σημεία εκείνα που τον καθορίζουν είναι ο προσανατολισμός, το σχήμα της κατασκευής, η διάταξη των εσωτερικών του χώρων καθώς και τα υλικά κατασκευής του.

- Προσανατολισμός

Από πλευράς προσανατολισμού, κάθε επιλογή ανταποκρίνεται και σε άλλες ανάγκες. Έτσι, ο νότιος, προτείνεται ως ο βέλτιστος όσον αφορά στη διαθέσιμη ποσότητα φυσικού φωτός, ιδιαίτερα στη χειμερινή περίοδο, αφού η νότια όψη είναι εκείνη που δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό απευθείας ηλιακής ακτινοβολίας, με σταθερό ρυθμό αλλά και με καλύτερη κατανομή κατά τη διάρκεια του έτους αλλά και της ημέρας. Αυτό το χαρακτηριστικό της νότιας όψης, καταλήγει επικίνδυνο για θάμβωση και μεταβολή της στάθμης φωτισμού, αν δεν αντιμετωπιστεί κατάλληλα, κατά τη θερινή περίοδο, λόγω της λαμπρότητας στις Μεσογειακές χώρες.

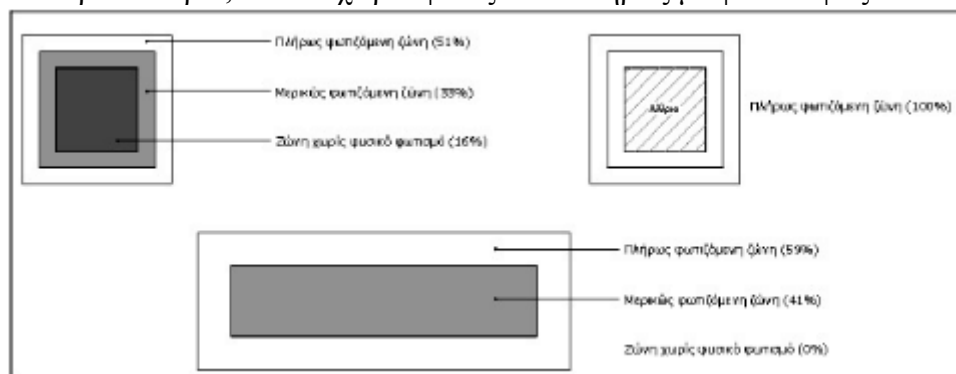
Ο αμέσως επόμενος προτιμώμενος προσανατολισμός είναι ο βορινός, παρουσιάζοντας σταθερότητα φωτός στη διάρκεια της μέρας και χαμηλή επικινδυνότητα θάμβωσης. Αν και η ποσότητα φωτισμού εκ πρώτης όψεως είναι χαμηλή, κατά τη χειμερινή περίοδο, ωστόσο η ποιότητα είναι σταθερή λόγω έλλειψης άμεσης ακτινοβολίας. Επιπλέον, το βορινό φως

εμφανίζει την καλύτερη κατανομή του φάσματος της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό του το χαρακτηριστικό σε συνδυασμό με τη σταθερότητά του, καθιστά το βορινό προσανατολισμό τον καταλληλότερο για χώρους με συγκεκριμένες χρήσεις όπως βιβλιοθήκες, χώρους εργασίας, γραφείων κλπ. ιδιαίτερα δε σε εκθεσιακούς και μουσειακούς χώρους, επειδή δεν παρουσιάζει κίνδυνο καταστροφής των εκθεμάτων από υπερϊώδη ακτινοβολία.

Τέλος, οι χειρότεροι προσανατολισμοί, για το φυσικό φωτισμό, είναι ο ανατολικός και ο δυτικός, καθώς δέχονται ανομοιογενή κατανομή της ακτινοβολίας, τόσο στη διάρκεια της μέρας (μειωμένη ακτινοβολία το μισό της μέρας) όσο και με τις αλλαγές των εποχών (μεγαλύτερη ποσότητα το καλοκαίρι- μικρότερη το χειμώνα). Πέραν αυτού, το πιο σημαντικό πρόβλημα που παρουσιάζουν είναι η θάμβωση που προκαλείται από τη χαμηλή θέση του ηλίου.

- Σχήμα κατασκευής

Το σχήμα του κτιρίου, είναι εκείνο που θα καθορίσει τον αριθμό των ανοιγμάτων ανά όψη, σε σχέση πάντα με τον προσανατολισμό, τις απαιτήσεις και δυνατότητες του φωτιζόμενου χώρου (τμήμα του δαπέδου που μπορεί να φωτιστεί από φυσικό φως). Η ποσότητα του φυσικού φωτός σε εσωτερικό χώρο μειώνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση από το άνοιγμα. Έτσι διαμορφώνονται τρεις ενδεικτικές ζώνες φωτισμού, η πλήρως φωτισμένη (περίπου 5m περιμετρικά όταν πρόκειται για πλευρικά ανοίγματα), η μερικώς φωτισμένη και η σκοτεινή περιοχή. Γενικότερα, χώρος με βάθος 13m θεωρείται ο βέλτιστος για την πλήρη εκμετάλλευση του φυσικού φωτός με αντιδιαμετρικά ανοίγματα, ενώ κτίρια με πτέρυγες και αίθρια αξιοποιούν περισσότερο φυσικό φως. Η αναλογία αυτών των ζωνών καθορίζεται από τις διαστάσεις του κτιρίου. Συγκεκριμένα, σε μεγάλα κτίρια, διαμορφώνεται μεγαλύτερη σκοτεινή περιοχή στο εσωτερικό, όταν η επιφάνεια που το περιβάλλει είναι μικρή σε σχέση με το σχήμα της κάτοψης. Ενδεικτικές αναλογίες (όχι απόλυτες) δίδονται παρακάτω, σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, με την επιφύλαξη πάντα της μεταβλητότητας του μεγέθους των ανοιγμάτων, των υλικών, του εσωτερικού και εξωτερικού χώρου κλπ. που επηρεάζουν το φυσικό φωτισμό. Έτσι, σε κτίριο τετραγωνικής κάτοψης το 16% της κάτοψης δεν δέχεται καθόλου φυσικό φωτισμό, το 51% φωτίζεται πλήρως και το 33% μερικώς. Σε ορθογώνια κάτοψη δεν δημιουργούνται σκοτεινοί χώροι, η πλήρως φωτισμένη περιοχή αντιστοιχεί στο 59% και η μερικώς φωτισμένη σε ποσοστό 41%. Τέλος, στην περίπτωση τετράγωνης κάτοψης με κεντρικό αίθριο, όλοι οι χώροι φωτίζονται πλήρως με φυσικό φως.



Εικόνα 166: Φυσικός φωτισμός σε σχέση με το σχήμα του κτιρίου

- Διάταξη εσωτερικών χώρων

Είναι προφανές ότι και τα τυχόν υπάρχοντα συμπαγή διαχωριστικά στοιχεία, στον εσωτερικό χώρο, επηρεάζουν την κατανομή και τη διάχυση του φυσικού φωτός, σε άμεση συνάρτηση πάντα με το μέγεθος του χώρου, γιατί εμποδίζουν τη φωτεινή ακτινοβολία να

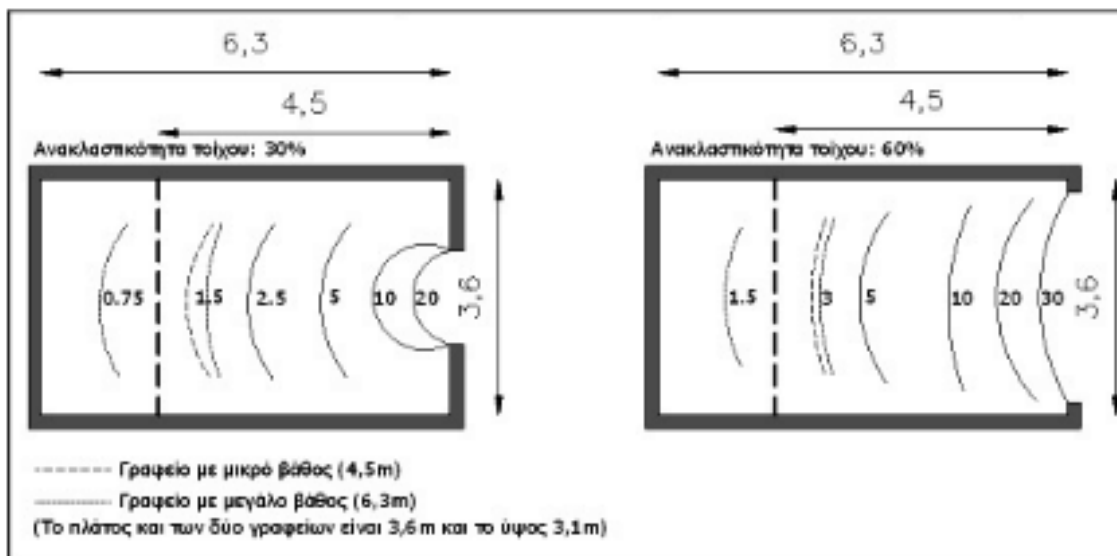
φτάσει σε βάθος. Αντίθετα, χώροι ανοιχτής και απλής κάτοψης επιτρέπουν τη διέλευση φωτός σε βάθος. Ικανοποιητική ποσότητα φυσικού φωτός επιτυγχάνεται, γενικότερα, όταν το βάθος του χώρου δεν ξεπερνά τα 6-7m. Εφόσον τίθενται θέματα μεγεθών και αριθμητικών τιμών, είναι προφανές ότι η μελέτη φυσικού φωτισμού δεν πρέπει να γίνεται ανεξάρτητα από την υπόλοιπη μελέτη του κτιρίου, εφόσον απαιτείται η λήψη αποφάσεων καθοριστικών για τη λειτουργικότητα, τη μορφή, την αρχιτεκτονική σύνθεση του χώρου και του κτιρίου εν γένει, αλλά και την εξοικονόμηση ενέργειας. Στα πλαίσια της όσο το δυνατόν μεγαλύτερης εξοικονόμησης ενέργειας, η εκμετάλλευση φυσικού φωτισμού θα πρέπει να γίνεται για χώρους καθημερινής χρήσης και σε εκείνους που χρησιμοποιούνται το μεγαλύτερο διάστημα της μέρας για να μπορεί να συνδυάζεται και με τον φυσικό αερισμό. Έτσι, η τοποθέτηση των χώρων θα πρέπει να γίνεται με βάσει τους καλύτερους συνδυασμούς προσανατολισμών ανάλογα με τις ανάγκες των χρηστών, τις απαιτήσεις του κτιρίου, και την μορφή και αισθητική που θέλει ο μελετητής να του δώσει.

- Υλικά κατασκευής

Πέρα από την απλότητα της κάτοψης, άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν είναι η ανακλαστικότητα των επιφανειών του φωτιζόμενου χώρου, το χρώμα και η υφή τους. Αυτά καθορίζονται από την επιλογή των υλικών κατασκευής που θα χρησιμοποιηθούν για την κάθε επιφάνεια. Για παράδειγμα, αν στόχος είναι η διέλευση φωτός σε βάθος, σε χώρους με μεγάλο βάθος, θα πρέπει να γίνει χρήση ανοιχτών χρωμάτων στην οροφή ή γενικά να έχει μεγάλο συντελεστή ανάκλασης. Σχετικά με τις υπόλοιπες επιφάνειες του χώρου, η ανακλαστικότητά τους εξαρτάται από τις γεωμετρικές τους αναλογίες, την υφή και το χρώμα τους. Ανοιχτόχρωμες εσωτερικές τοιχοποιίες δηλαδή, δημιουργούν την αίσθηση ενός φωτεινού περιβάλλοντος αυξάνοντας μέχρι κάποιο βαθμό τα επίπεδα φωτισμού.

Γενικός κανόνας για μεσαίου μεγέθους χώρους προτείνει τους παρακάτω συντελεστές ανάκλασης:

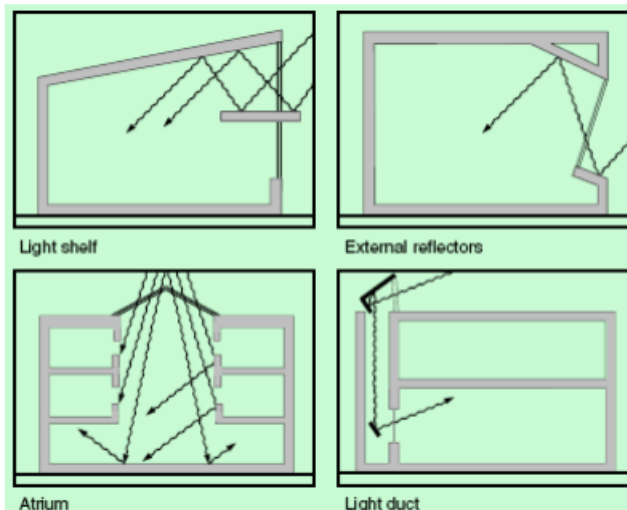
- Οροφή 70-85%
- Κατακόρυφες επιφάνειες 40-70%
- Δάπεδα 15-40%



Εικόνα 167: Κατανομή φυσικού φωτισμού για διαφορετικά μεγέθη ανοιγμάτων και ανάλογα με την ανακλαστικότητα των επιφανειών

4.3.2 Συστήματα και Τεχνικές Φυσικού Φωτισμού.

Όπως και κάθε άλλη θεωρητική προσέγγιση έρευνα και μελέτη, ύστερα από πειράματα και ελέγχους καταλήγει σε κάποια συμπεράσματα-αποτελέσματα. Βάσει των συμπερασμάτων αυτών, για την πρακτική εφαρμογή τους επιλέγονται κάποιες τεχνικές και συστήματα τα οποία θα τα καταστήσουν υλοποιήσιμα. Έτσι και οι μελέτες για το φυσικό φωτισμό στην αρχιτεκτονική, έχουν καταλήξει σε τέτοια συστήματα και τεχνικές που εφαρμόζουν τη θεωρία στην πράξη για να φτάνει η κατασκευή στον τελικό της στόχο, την εξοικονόμηση ενέργειας, την εργονομία και την δημιουργία άνετου περιβάλλοντος για τον χρήστη.



Εικόνα 168: Διάφορα συστήματα φυσικού φωτισμού

Τα συστήματα αυτά αφορούν σε κατασκευές ενσωματωμένες στο κτίριο που θα επιτρέψουν την μεγαλύτερη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού φωτός (ηλιακή ακτινοβολία) και είναι:

- Πλευρικά ανοίγματα

Τα πλευρικά ανοίγματα είναι ο αρχαιότερος τρόπος φωτισμού των κτιρίων καθώς συνδυάζει τον φυσικό φωτισμό με τον αερισμό των χώρων. Όσο ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός εξελίσσεται, μελέτες και εμπειρικοί κανόνες διαμορφώνουν καθοδηγητικές γραμμές για τον μελετητή που σχετίζονται με τα κατάλληλα μεγέθη, την θέση, το σχήμα, τον αριθμό και την κατασκευή των πλευρικών ανοιγμάτων.

Όσον αφορά το **μέγεθος**, εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος του φωτιζόμενου χώρου. Εμπειρικός κανόνας θέτει ως καταλληλότερο ποσοστό ανοίγματος το 20% της επιφάνειας του φωτιζόμενου χώρου. Παρέχει ικανοποιητικό φυσικό φωτισμό, ενώ παράλληλα αποφεύγονται οι χειμερινές θερμικές απώλειες αλλά και η καλοκαιρινή υπερθέρμανση και μειώνεται ο κίνδυνος θάμβωσης. Μελέτες έχουν δείξει ότι η αύξηση του μεγέθους των ανοιγμάτων πέραν αυτού του ποσοστού επιφέρει μικρή αύξηση στα επίπεδα φυσικού φωτισμού, αλλά δυσανάλογα μεγάλη αύξηση θερμικής ροής από και προς το κτίριο. Ο ελληνικός Κτιριοδομικός Κανονισμός ορίζει ως κατάλληλο ποσοστό το 10% της επιφάνειας του δαπέδου του φωτιζόμενου χώρου, με στόχο τον ελάχιστο επιθυμητό αερισμό και φωτισμό. Η προδιαγραφή αυτή όμως δεν είναι αρκετή γιατί δεν λαμβάνεται υπ' όψη η αυξομείωση της έντασης του φυσικού φωτός σχετιζόμενο με τα υπάρχοντα εξωτερικά εμπόδια, τον όροφο που βρίσκεται ο χώρος και άλλους ανάλογους παράγοντες.

Σχετικά με τη **θέση** του ανοίγματος, όσο ψηλότερα τοποθετείται το άνοιγμα τόσο βαθύτερα, στο χώρο, φτάνει το φυσικό φως. Αν αυτή η ιδιότητα του ανοίγματος συνδυαστεί και με την αύξηση της ανακλαστικότητας του πίσω τοίχου, τότε επιτυγχάνεται ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σε όλο το βάθος. Ωστόσο, αυτό εξαρτάται άμεσα από τη γεωμετρία του

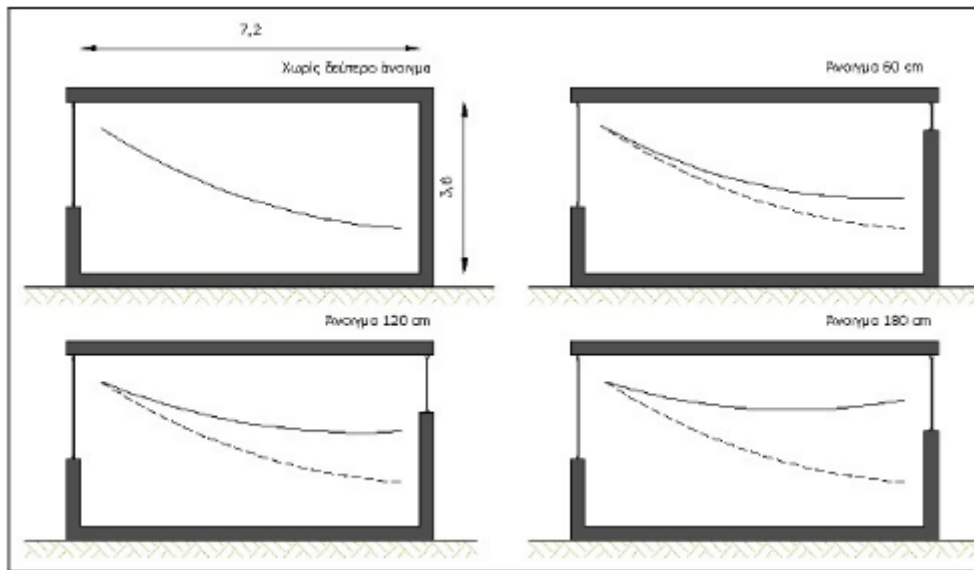
χώρου, αφού αν το βάθος του χώρου ξεπερνά το ύψος του ανοίγματος, μέχρι το πρέκι, κατά 2,5 φορές, τότε ο φωτισμός του πίσω χώρου δεν είναι ικανοποιητικός ούτε ποιοτικά ούτε ποσοτικά.



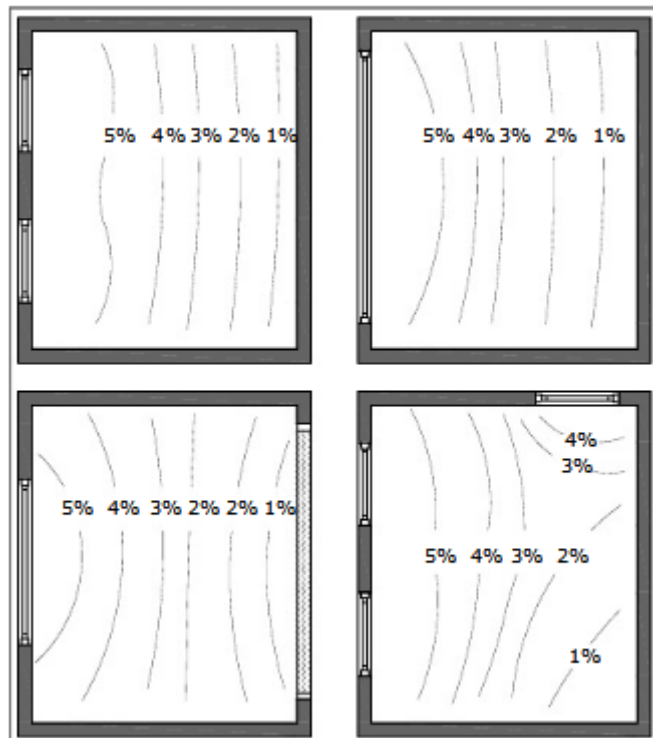
Εικόνα 169: Παράδειγμα επιρροής της θέσης του ανοίγματος στον φυσικό φωτισμό

Και το **σχήμα** ενός πλευρικού ανοίγματος επηρεάζει σημαντικά τον φυσικό φωτισμό και την κατανομή του στο χώρο. Οι αναλογίες πλάτους ύψους μπορούν να επιφέρουν σημαντικές αλλαγές. Όταν επιλέγονται ανοίγματα μεγάλου πλάτους (αναλογία πλάτους προς ύψος περίπου 2:1), ο φωτισμός διαμορφώνεται σε παράλληλες, προς τον τοίχο που φέρει το άνοιγμα, διαφορετικής έντασης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η ένταση του φωτισμού να παραμένει σχεδόν σταθερή, σε όλα τα σημεία του χώρου, καθ' όλη τη διάρκεια της ηλιοφάνειας, με μικρά ποσοστά θάμβωσης. Αντίθετα, η επιλογή κατακόρυφων ανοιγμάτων (αναλογία πλάτους προς ύψος 1:2), ο φωτισμός διανέμεται σε μια κάθετη ζώνη, προς τον τοίχο που φέρει το άνοιγμα, με αποτέλεσμα η ένταση του φωτός στη διάρκεια της ημέρας να διαφοροποιείται. Εκτός αυτού παρουσιάζονται στον χώρο ζώνες σκιασμού αλλά υπάρχει και μεγαλύτερος κίνδυνος θάμβωσης λόγω αντιθέσεων στη φωτεινότητα. Ωστόσο, αυτή η επιλογή προσφέρει καλύτερο φωτισμό σε απομακρυσμένες από το άνοιγμα περιοχές.

Λαμβάνοντας υπ' όψη τη μεγάλη διαφορά που προκαλούν οι αναλογίες των ανοιγμάτων, γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι και ο αριθμός τους επηρεάζει το φωτισμό. Έτσι, η επιλογή πολλών μικρότερων ανοιγμάτων αντί για ένα μεγάλο διαστάσεων συμβάλει στην καλύτερη κατανομή του φωτός στο χώρο. Στην περίπτωση μεγάλου βάθους του προς μελέτη χώρου, ο μονόπλευρος φωτισμός δεν είναι αρκετός. Για το λόγο αυτό απαιτείται συμπληρωματικός φωτισμός από πλευρικά παράθυρα (στους παρακείμενους τοίχους), φεγγίτες ή και ανοίγματα στην οροφή. Και στην περίπτωση με διαμπερή ανοίγματα επιτυγχάνεται καλύτερη κατανομή φωτός αλλά και μείωση της θάμβωσης, ιδιαίτερα όταν τα ανοίγματα είναι τοποθετημένα σε παρακείμενους τοίχους, επειδή εξομαλύνεται η διαφορά λαμπρότητας μεταξύ ανοίγματος και τοίχων. Όταν τα ανοίγματα τοποθετούνται κοντά στους εσωτερικούς τοίχους, λόγω των διαδοχικών ανακλάσεων της φωτεινής ακτινοβολίας, όλοι οι τοίχοι φωτίζονται κι έτσι μειώνεται η λαμπρότητα των επιφανειών (θάμβωση).

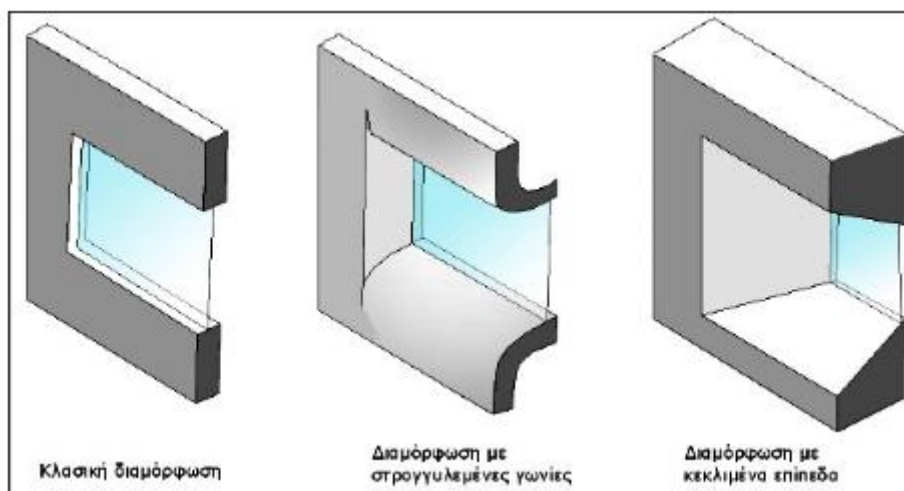


Εικόνα 170: Κατανομή φυσικού φωτισμού σε σχέση με το μέγεθος και τον αριθμό των ανοιγμάτων (α)



Εικόνα 171: Κατανομή φυσικού φωτισμού σε σχέση με το μέγεθος και τον αριθμό των ανοιγμάτων (β)

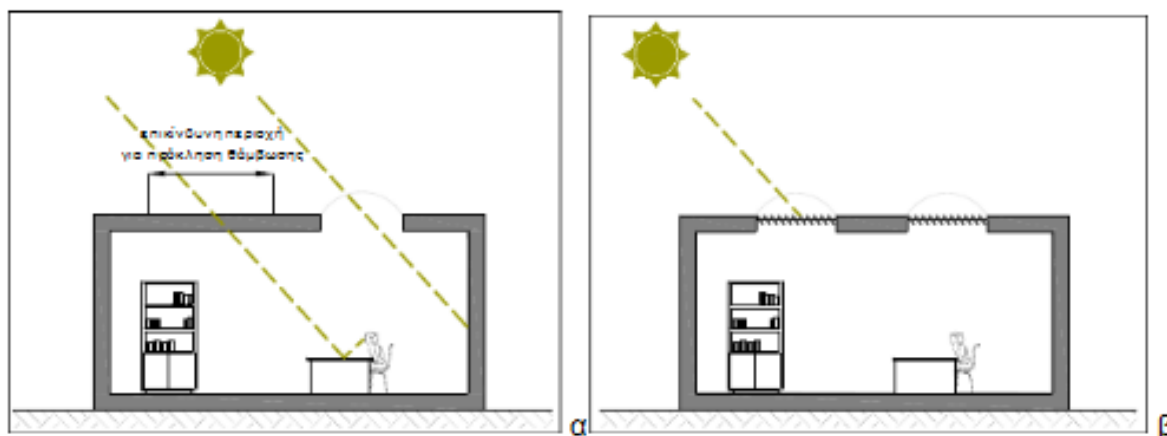
Τέλος, ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει την είσοδο φυσικού φωτός, είναι η **κατασκευή των κουφωμάτων**. Για τη διευκόλυνση της μετάβασης από τη φωτεινή περιοχή του παραθύρου στη μη φωτιζόμενη ζώνη της τοιχοποιίας και να αποφευχθεί η θάμβωση, με σκοπό την οπτική άνεση, προτείνεται η επιλογή κουφωμάτων με κλίση σε πρέκι και ποδιά ή με καμπύλες διατομές.



Εικόνα 172: Διάφορες διατομές κουφωμάτων

- Ανοίγματα οροφής (skylights)

Μπορούν να είναι οριζόντια, κεκλιμένα ή κατακόρυφα, επίπεδα ή καμπυλόμορφα, υπερυψωμένα ή συνεπίεδα. Μπορούν να φέρουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες ή άλλα διάφανα ή ημιδιάφανα υλικά με καλές μηχανικές αντοχές. Συγκρινόμενα με τα ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία, βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση γιατί συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή φωτός σε όλον τον υποκείμενο χώρο και παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός, που προτιμάται από το άμεσο, εν αντιθέσει με τα κατακόρυφα που επιτρέπουν στο φως να εισχωρήσει σε βάθος μέχρι 5m περίπου, από τον ουράνιο θόλο, ιδιαίτερα σε περιόδους νέφωσης,. Επιπλέον, είναι δύσκολος ο ακούσιος σκιασμός τους από εσωτερικά ή εξωτερικά εμπόδια. Ωστόσο μειονεκτούν, διότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή πρόσπτωση το καλοκαίρι έναντι του χειμώνα λόγω της οριζόντιας θέσης τους (ο ήλιος βρίσκεται ψηλότερα το καλοκαίρι), γι' αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, συνδυαζόμενα βέβαια με ηλιοπροστατευτικές διατάξεις όπως ανακλαστήρες, περσίδες ή κινητά πετάσματα. Τα ανοίγματα οροφής δεν πρέπει να αποτελούν κύρια ανοίγματα, αλλά πρέπει να λειτουργούν συμπληρωματικά ως προς τα πλευρικά. Αυτό συμβαίνει γιατί δεν συνεισφέρουν στην οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, κάτι που είναι απαραίτητο για την άνεση των χρηστών. Επίσης, πρέπει να προβλέπονται σε θέσεις τέτοιες, έξω από την περιοχή που μπορεί να προκληθεί θάμβωση από ανάκλαση.

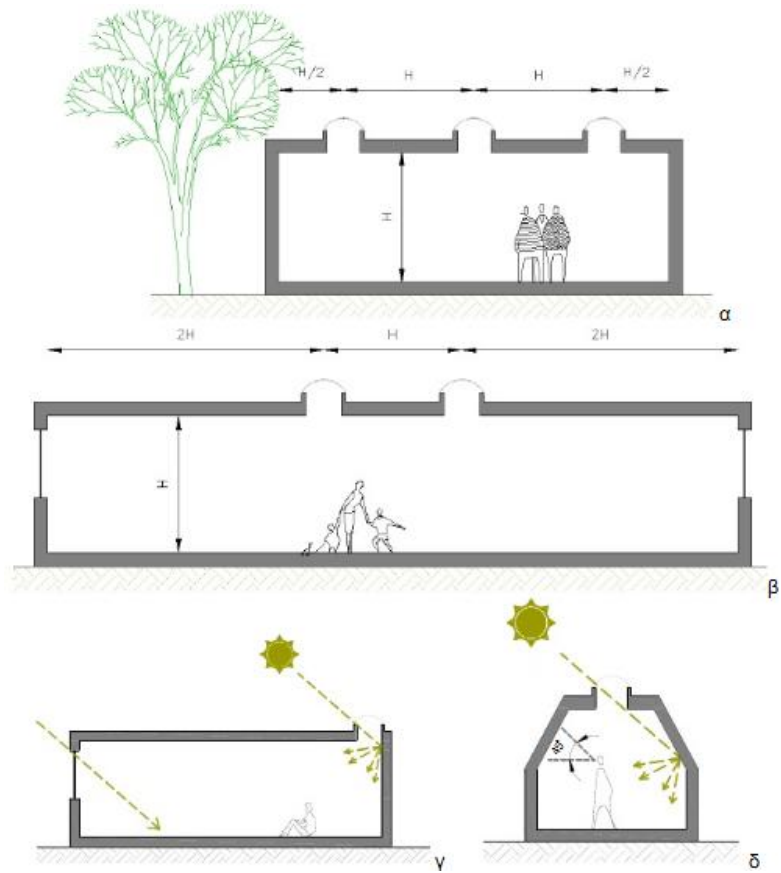


Εικόνα 173: Κατάλληλη προστασία οριζόντιων ανοιγμάτων οροφής

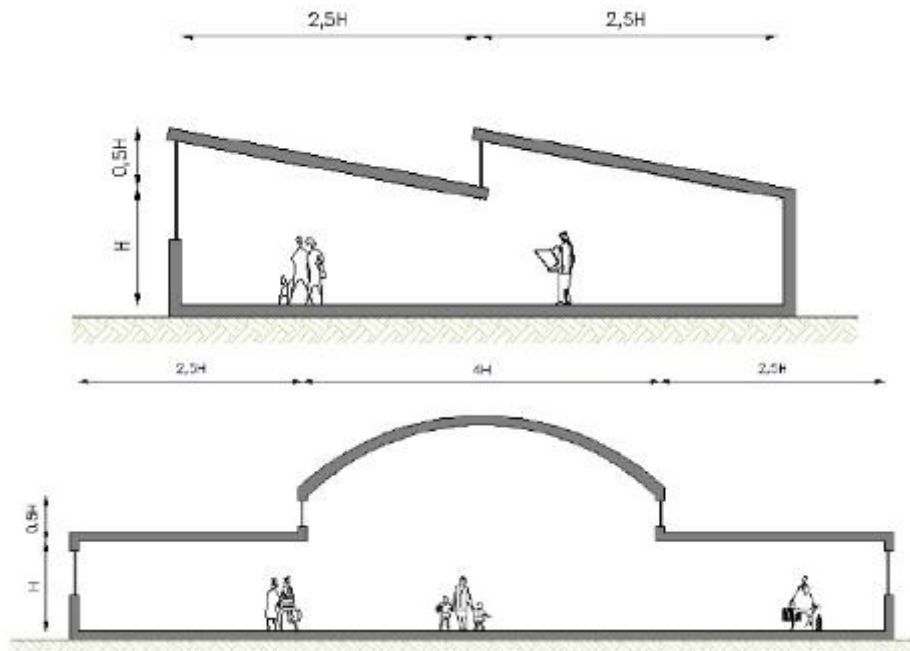
Σχεδιαστικές λύσεις ανοιγμάτων οροφής:

Από Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

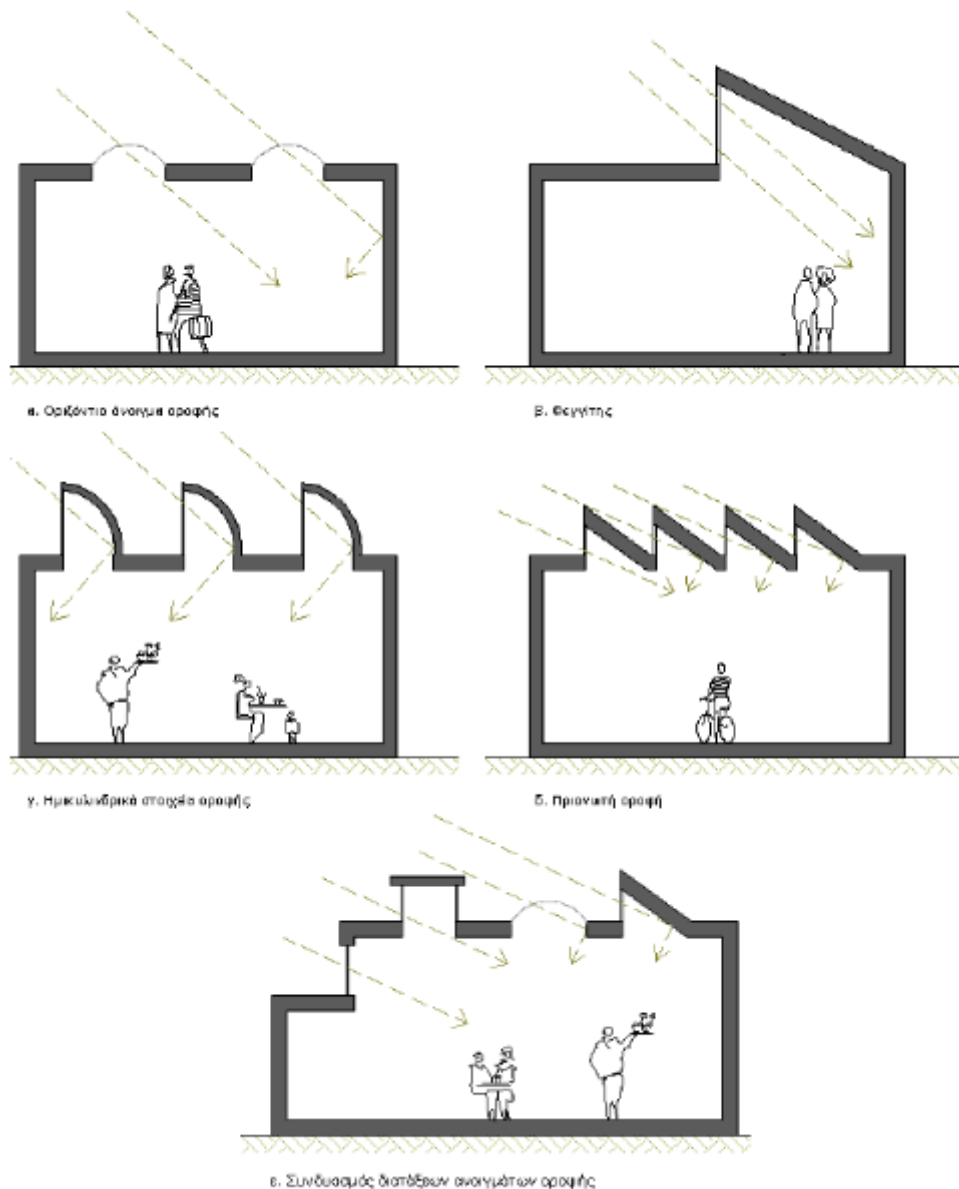
- Εάν τα οριζόντια ανοίγματα είναι τα μοναδικά ανοίγματα του χώρου, τότε η βέλτιστη θέση τους φαίνεται στην Εικόνα 172α. Εάν προβλέπονται και πλευρικά παράθυρα, τότε τα ανοίγματα οροφής μπορεί να τοποθετηθούν σε απόσταση από την περιμετρική τοιχοποιία, όπως φαίνεται στην Εικόνα 172β.
- Η καλύτερη θέση για τα οριζόντια ανοίγματα οροφής είναι κοντά στον βορινό τοίχο, γιατί η τοιχοποιία μπορεί να λειτουργήσει ως στοιχείο που διαχέει μέσω ανάκλασης το φως. Στην περίπτωση διαμπερούς φωτισμού, τα ανοίγματα που βρίσκονται στον βορεινό τοίχο συνδυαζόμενα με τα νότια ανοίγματα δημιουργούν καλύτερο φωτισμό του χώρου, ο οποίος φαίνεται μεγαλύτερος και πιο ευχάριστος (Εικόνα 172γ). επίσης η δημιουργία ανοίγματος στο υψηλότερο σημείο της οροφής βοηθά στη διάχυση του φωτός πριν αυτό φτάσει στο δάπεδο. Η απευθείας θάμβωση αποφεύγεται γιατί το άνοιγμα βρίσκεται έξω από την οπτική ζώνη του χρήστη (Εικόνα 172δ)
- Λαμβάνοντας υπ' όψη ότι τα οριζόντια ανοίγματα είναι δύσκολο να ηλιοπροστατευτούν, είναι προτιμότερο να επιλέγονται κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή ή κατακόρυφα ανοίγματα οροφής, όπως φεγγίτες υπό μορφή πριονωτή ή πυραμίδας, που επίσης διευκολύνουν τη διείσδυση της άμεσης και διάχυτης ηλιακής ακτινοβολίας στους πίσω χώρους, αλλά σκιάζονται πιο εύκολα
- Κεκλιμένα υαλοστάσια οροφής, προσανατολισμένα προς το νότο, λειτουργούν επίσης ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου κέρδους και βελτιώνουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι. Προσανατολισμένα προς το βορά βοηθούν στην παροχή σταθερού φωτισμού και στην ομοιόμορφη κατανομή του (εικόνα 176). Γι' αυτό το λόγο η πριονωτή στέγη με κατακόρυφους βορινούς φεγγίτες έχει καθιερωθεί ως η καταλληλότερη επικάλυψη βιομηχανικών κτιρίων.



Εικόνα 174: Σχεδιαστικές λύσεις ανοιγμάτων οροφής



Εικόνα 175: Τυπικές διατάξεις κατακόρυφων ανοιγμάτων οροφής



Εικόνα 176: Τυπικές διατάξεις ανοιγμάτων οροφής

- Διαφανείς τοίχοι και οροφές

Στη σύγχρονη αρχιτεκτονική, μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική, λόγω του αισθητικού της αποτελέσματος αλλά και πολλών άλλων παραγόντων, είναι οι τοιχοποιίες ή οι οροφές από διάφανα υλικά. Αυτό εφαρμόζεται όταν χρειάζεται να συμβάλουν στο φυσικό φωτισμό των χώρων, σχετίζεται με το αν χρειάζεται άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον ή όχι οπότε και επιλέγονται διαφανή ή ημιδιαφανή υλικά και φυσικά ανάλογα με τη μορφή και το αισθητικό αποτέλεσμα που θέλει να αποδώσει ο μελετητής. Στα διαφανή υλικά για αυτόν τον σκοπό συγκαταλέγονται το γυαλί, τα πλαστικά ή συνθετικά υλικά (πολυκαρβονικά, ακρυλικά, υαλοϋφάσματα κλπ.) και η διαφανής μόνωση.

Οι ημιδιαφανείς τοιχοποιίες, όπως προαναφέρθηκε, επιτρέπουν την είσοδο του φυσικού φωτός, το οποίο διαχέεται από το ημιδιαφανές υλικό δημιουργώντας εσωτερικές ζώνες με υψηλά επίπεδα διάχυτου φωτισμού, κοντά στην τοιχοποιία. Ανάλογα με το επιλεγόμενο υλικό κατασκευής, το πάχος τους κυμαίνεται από 5-30cm. Είναι συχνό τώρα πια το φαινόμενο

ολόκληρες προσόψεις να διαμορφώνονται από κατακόρυφα στοιχεία γυαλιού ή πλαστικού, διάφανα ή ημιδιάφανα. Σε αυτό έχουν συμβάλει οι νέες τεχνολογίες δομικών υλικών, καθώς η σύγχρονη αρχιτεκτονική μεγάλων ειδικών κτιρίων στρέφεται στη χρήση του «δομικού υαλοστασίου (structural glazing)» για τη διαμόρφωση όψεων. Με αυτήν την επιλογή μπορούν να δημιουργηθούν μεγάλοι χώροι με υψηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού, όμως θα πρέπει να γίνεται χρήση υλικών με ειδικές θερμικές ιδιότητες με σκοπό τη μείωση θερμικού και ψυκτικού φορτίου των χώρων αυτών.

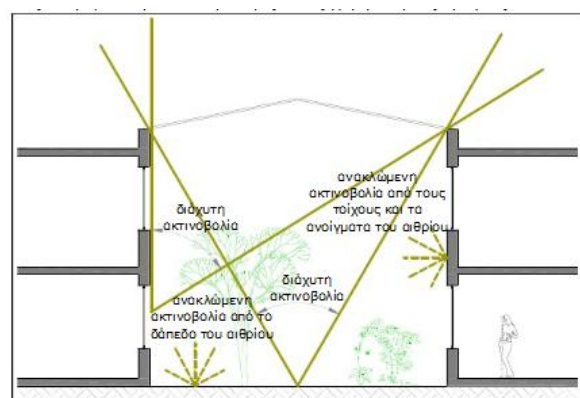
Αντίστοιχα και οι οροφές μπορούν να κατασκευάζονται από τα ίδια υλικά και μάλιστα υπάρχουν τέτοιες οροφές που καλύπτουν εξ' ολοκλήρου έναν χώρο. Και εδώ υπάρχει ικανοποιητική διάχυση του φωτός χωρίς κινδύνους θάμβωσης, αλλά η πλήρης επικάλυψη χώρων με διάφανα-ημιδιάφανα υλικά παρουσιάζει προβλήματα θερμομόνωσης, εκτός αν πρόκειται για χρήση διάφανης θερμομόνωσης (TIM- Transparent Insulation Material, βλ. παράγραφο 4.5), που όμως μειώνει τα οφέλη του φυσικού φωτισμού.



Εικόνα 177: Παραδείγματα διάφανων τοίχων και οροφών

- Αίθρια

Ως αρχιτεκτονική ρύθμιση, αποτελούν θετικό στοιχείο για κτίρια μεγάλου όγκου και μεγάλης περιμέτρου κάτοψης. Τα εσωτερικά αίθρια σε ένα κτίριο, παρουσιάζουν περίπου τα ίδια πλεονεκτήματα με τα ανοίγματα οροφής. Βελτιώνουν τις συνθήκες φυσικού φωτισμού, καθώς επιτρέπουν την είσοδο του στις κεντρικές ζώνες του κτιρίου ενώ παράλληλα αυξάνουν τη στάθμη του στους γύρω χώρους. Ταυτόχρονα λειτουργούν ως χώροι θερμικής ανάσχεσης, αφού οι θερμικές απώλειες είναι μικρότερες τόσο από το εσωτερικό όσο και από το εξωτερικό



Εικόνα 178: Αίθριο

περίβλημα των χώρων που τα περιβάλλουν. Και σ' αυτήν την περίπτωση υπάρχει ομοιογενής κατανομή διάχυτου φωτός από τον ουράνιο θόλο, με αποτέλεσμα την αποφυγή της θάμβωσης (εξασφάλιση οπτικής άνεσης) και αφορά λύση που αποφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα στο φυσικό φωτισμό και αερισμό μεγάλων και πολύπλοκων κτιρίων. Καθοριστικοί παράγοντες για τη στάθμη φωτισμού των χώρων είναι τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του

αιθρίου, η ανακλαστικότητα των επιφανειών (τοιχοί- δάπεδα) και τα οπτικά χαρακτηριστικά των υαλοπινάκων που είναι τοποθετημένοι στους χώρους που περιβάλλουν το αίθριο. Αίθρια ορθογωνικής κάτοψης εμφανίζουν μέχρι και 10% υψηλότερες τιμές συντελεστή φυσικού φωτός στη βάση τους σε σχέση με εκείνα ίσης επιφάνειας, αλλά τριγωνικής ή πολυγωνικής μορφής. Επιπλέον, ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού επιτυγχάνονται και σε αίθριο που το ύψος του δεν υπερβαίνει το πλάτος του. Βελτίωση των επιπέδων φωτισμού στη βάση του μπορεί να επέλθει με κλιμακωτή διάταξη των ορόφων που περιβάλλουν το αίθριο. Ως καλύτερη χωροθέτηση των χώρων αυτών ενδείκνυται εκείνη κατά την οποία στους χαμηλότερους ορόφους διαμορφώνονται χώροι με μικρό βάθος και μεγαλύτερο ελεύθερο ύψος. Πρέπει να τονιστεί, ότι το αίθριο οφείλει να χρησιμοποιείται ως συμπληρωματικό μέτρο στον φωτισμό των περιβαλλόντων χώρων οι οποίοι θα πρέπει να φωτίζονται από κύρια ανοίγματα στο εξωτερικό τους περίβλημα. Έτσι διασφαλίζεται και ο φυσικός και απαιτούμενος αερισμός τους.

Όσον αφορά τα πλευρικά από το αίθριο τοιχώματα, η επιρροή της ανακλαστικότητάς τους είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνει το ύψος του αιθρίου. Τα ανώτερα τμήματα των περιμετρικών επιφανειών του αιθρίου (εκεί αρχίζουν οι πρώτες ανακλάσεις) είναι εκείνα που καθορίζουν την κατανομή φωτός. Για αυτόν τον λόγο προτείνεται να αποφεύγονται τα ανοίγματα στους ψηλότερους ορόφους και ταυτόχρονα να αυξάνεται η ανακλαστικότητα των συμπαγών τμημάτων σε εκείνα τα ύψη. Η λύση αυτή βελτιώνει τον φωτισμό στους χαμηλότερους χώρους και ταυτόχρονα μειώνει τους κινδύνους θάμβωσης στους ψηλότερους. Μια ακόμα πρόταση είναι να μην χρησιμοποιούνται σκουρόχρωμα υλικά επίστρωσης δαπέδου, ώστε να αυξάνεται ο φωτισμός των χαμηλών ορόφων.

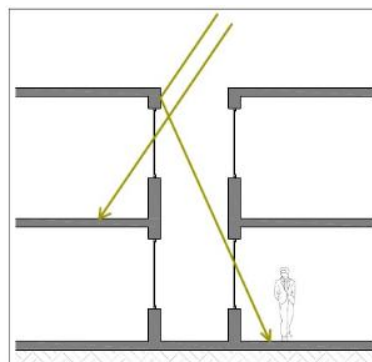
Η στέγαση του αιθρίου μπορεί να είναι μονοκόμματη, με ανοίγματα ή ακόμα και να συνδυάζει γυάλινη οροφή με κατακόρυφα ανοίγματα. Οι οπτικές ιδιότητες των υλικών της επικάλυψης και του σκελετού στήριξης (πρέπει να δημιουργεί τις ελάχιστες δυνατές σκιάσεις) είναι εκείνες που καθορίζουν το εισερχόμενο φως και μπορούν να το μειώσουν σε ποσοστό 20-50%. Τέλος, όταν τα εσωτερικά αίθρια είναι πολύ μικρά για να αποτελέσουν χρήσιμους εκμεταλλεύσιμους χώρους, μετατρέπονται σε φωταγωγούς, που μεταφέρουν το φως, ακόμα και την ηλιακή ακτινοβολία βαθειά στον εσωτερικό χώρο.



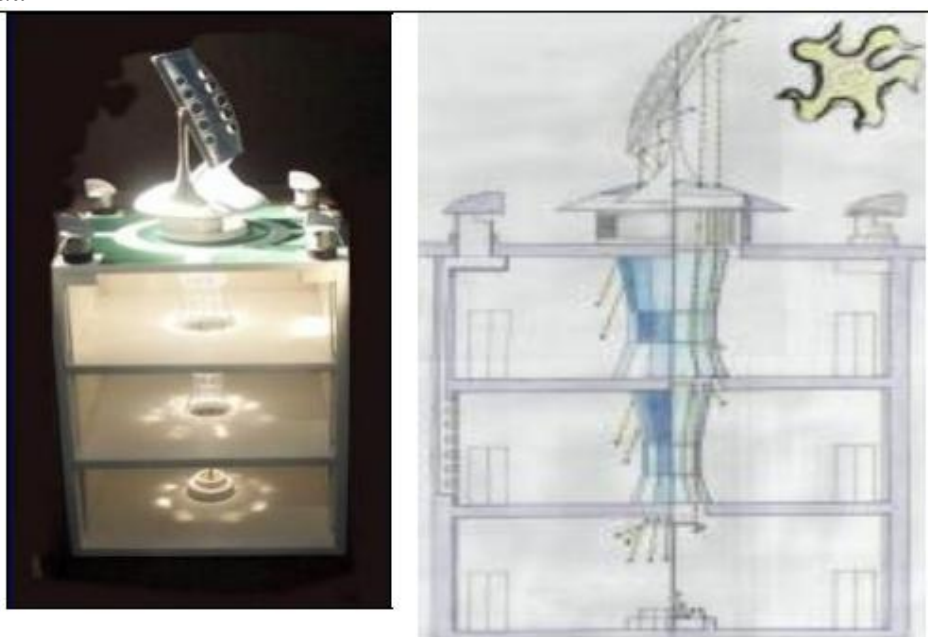
Εικόνα 179: Παραδείγματα αιθρίων

- Φωταγωγοί

Πρόκειται για αγωγούς (light ducts) που διαπερνούν κατακόρυφα το κτίριο, ώστε να μεταδίδεται το φως σε όλους τους ορόφους. Είναι παλαιότερο σύστημα, το οποίο μπορεί να χρησιμεύσει και για τον αερισμό χώρων δευτερεύουσας χρήσης. Καταλαμβάνει πολύ μικρότερο εμβαδόν από το αίθριο και μπορεί να φέρει στέγαση ή όχι. Η πιο σύγχρονη μορφή τους συνδυάζεται με ηλιοστατικούς καθρέφτες που ανακλούν το φως μέσα στον αγωγό, το οποίο με τη σειρά του διαχέεται μέσω διαχυτικών τζαμιών κατάλληλης γεωμετρίας. Το εν λόγω σύστημα εφαρμόζεται δυσκολότερα σε υφιστάμενες κατασκευές εξ' αιτίας των ανοιγμάτων που πρέπει να δημιουργηθούν και των αλλαγών που συνεπάγονται.



Εικόνα 180: Φωταγωγός



Εικόνα 181: Προσομοίωση λειτουργίας φωταγωγού

- Φωτοσωλήνες

Το συγκεκριμένο σύστημα αφορά σωλήνες (light pipes) διαμέτρου 0.5m-2m περίπου, μπορεί να είναι ενιαίοι κατακόρυφοι ή και με τμήματα υπό κλίση, οι οποίοι εξέρχουν από τη στέγη, διαπερνούν τη σοφίτα ή το δώμα και καταλήγουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Αποτελούν παραλλαγή των φωταγωγών. Η εσωτερική επιφάνεια των σωλήνων κατασκευάζεται από υλικά υψηλής ανακλαστικότητας (καθρέφτες, ελάσματα αλουμινίου, πολύ στιλπνά χρώματα) ικανά να ανακλούν σε μεγάλο βαθμό το φως. Υπάρχουν και οι περιπτώσεις που οι φωτοσωλήνες έχουν διάφανα τοιχώματα, οπότε καθίστανται γραμμικές φωτεινές πηγές σε όλο τους το μήκος. Για τη μέγιστη δυνατή



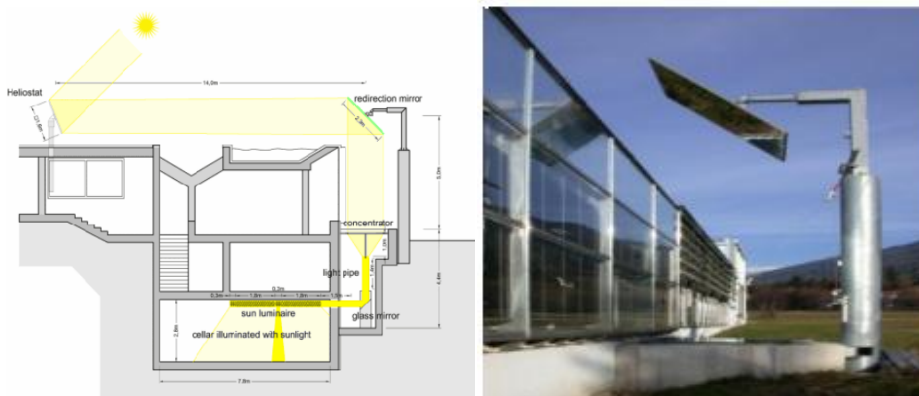
μεταφορά της δέσμης φωτός, πρέπει να προσπίπτει κάθετα στη διατομή του φωτοσωλήνα, αλλιώς θα πρέπει ο φωτοσωλήνας να είναι μικρού μήκους αλλά μεγάλης διατομής. Για αυξημένη απόδοση το μήκος του δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 10m (Lechner 1991), με δεδομένο ότι όσο αυξάνεται το μήκος, μειώνεται η ένταση του φωτός σημαντικά.

Ως προς το υλικό κατασκευής, υπάρχουν φωτοσωλήνες μεταλλικοί ή από άκαμπτα πλαστικά, πλήρως ακρυλικοί, ενώ στο εσωτερικό τους μπορούν να έχουν γυάλινες ή πλαστικές οπτικές ίνες, οι οποίες αυξάνουν την αποτελεσματικότητα των φωτοσωλήνων, όταν η δέσμη που εισέρχεται χρειάζεται να διανεμηθεί σε επί μέρους δέσμες. Η χρήση τους γίνεται ολοένα και πιο διάσημη, ιδιαίτερα σε κτίρια που χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως αποθήκες, γραφεία ή και κατοικίες, στους διαδρόμους και τους προθαλάμους-εισόδους κλπ. Είναι σχετικά οικονομική λύση και μπορούν εύκολα να προσαρμοστούν και σε υφιστάμενες κατασκευές.

Οι προαναφερθείσες τεχνικές σκοπεύουν στην ενίσχυση και τη βελτίωση αυτών των συστημάτων και περιλαμβάνουν:

- Ηλιοστάσια

Είναι μια τεχνική που αποτελείται από ένα σύνολο κατόπτρων και φακών, τα οποία τοποθετούνται στο δώμα των κτιρίων με σκοπό να συλλέγουν το ηλιακό φως. Το φυσικό φως που συλλέγεται συγκεντρώνεται και κατευθύνεται σε μορφή δέσμης στην είσοδο ενός φωτοσωλήνα ή ενός φωταγωγού κι έτσι μεταφέρεται στους εσωτερικούς υποκείμενους χώρους. Η θέση του ρυθμίζεται έτσι που να είναι δυνατή η συλλογή της μέγιστης δυνατής ποσότητας φυσικού φωτός, ανάλογα βέβαια με την εποχή του έτους και την ώρα της ημέρας.

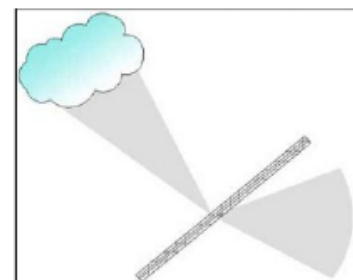


Εικόνα 182: Ηλιοστάσια

- Ειδικόι υαλοπίνακες

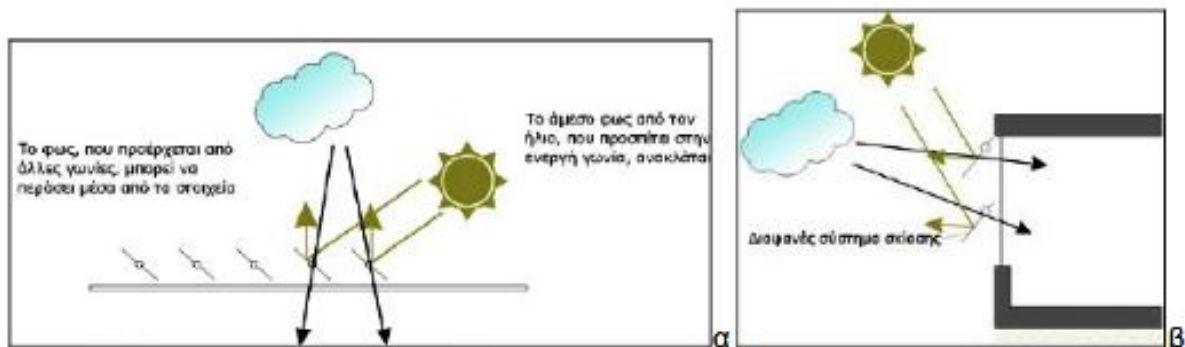
Πέρα από τις οπτικές και τις θερμομονωτικές ιδιότητες των υαλοπινάκων μετά από ειδική χημική επεξεργασία, στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται υαλοπίνακες που θεωρούνται ειδικοί λόγω σχήματος ή κατασκευής. Τέτοιοι είναι οι ολογραφικοί, οι πρισματικοί αλλά και οι υαλοπίνακες ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ.

Οι **ολογραφικοί** υαλοπίνακες αξιοποιούν το φαινόμενο της διάθλασης με στόχο τη μεταβολή της κατεύθυνσης των φωτεινών ακτίνων προς συγκεκριμένες περιοχές του χώρου, συννηθέστερα προς την οροφή. Η λειτουργία τους βασίζεται σε ειδική πολυμερή μεμβράνη που φέρει λεπτές λωρίδες και ανακατευθύνει μόνο την ακτινοβολία που προσπίπτει υπό



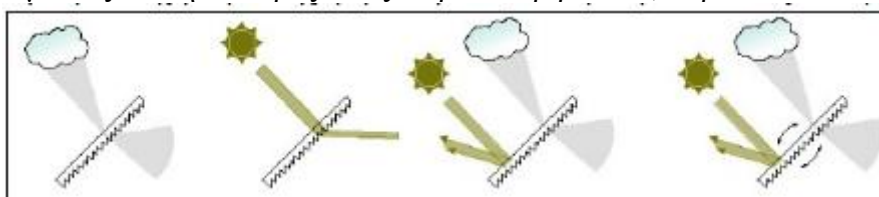
Εικόνα 183: Ολογραφικός υαλοπίνακας

συγκεκριμένη γωνία, ενώ ταυτόχρονα δεν αλλοιώνει την ακτινοβολία που προσπίπτει υπό άλλες γωνίες. Ωστόσο, επειδή τα ολογραφικά στοιχεία δεν είναι αποτελεσματικά ως προς την άμεση ακτινοβολία, οι συγκεκριμένοι υαλοπίνακες εφαρμόζονται σε βόρειες όψεις και σε σκιαζόμενα ανοίγματα, τα οποία δέχονται μόνο διάχυτη ακτινοβολία. Έχουν μεγαλύτερη αποδοτικότητα υπό κλίση 45°, λόγω του ότι λαμβάνουν περισσότερο διάχυτο φως από τα ανώτερα τμήματα του ουράνιου θόλου. Τέλος, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ως επιλεκτικά σκίαστρα τα οποία αποτρέπουν την άμεση ακτινοβολία, αλλά επιτρέπουν τη διέλευση της διάχυτης ακτινοβολίας.



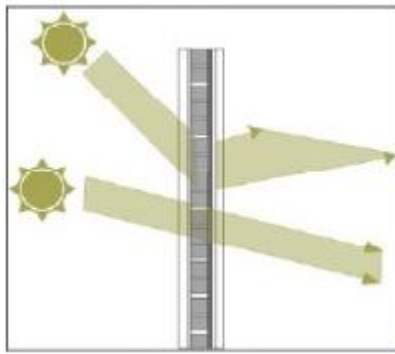
Εικόνα 184: Ολογραφικοί υαλοπίνακες ως επιλεκτικά σκίαστρα

Οι **πρισματικοί** υαλοπίνακες είναι πριονωτές, λεπτές και επίπεδες επιφάνειες που κατασκευάζονται από καθαρό ακρυλικό υλικό. Τοποθετούνται ανάμεσα σε δύο φύλλα γυαλιού για να προστατεύονται από τη σκόνη. Συνήθως είναι σταθεροί, αλλά συναντώνται και ως κινητές διατάξεις υπό μορφή περσίδων. Και αυτή η περίπτωση χρησιμεύει στην ανακατεύθυνση της ακτινοβολίας, ενώ παράλληλα μειώνουν τους κινδύνους θάμβωσης, αφού το άνοιγμα φαίνεται λιγότερο φωτεινό. Ανάλογα με την κατασκευή της πριονωτής επιφάνειας, υπάρχει η δυνατότητα να επιτρέψουν τη διέλευση ακτινοβολίας υπό συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης κι έτσι παρέχουν ηλιοπροστασία τη θερινή περίοδο χωρίς να περιορίζουν τη διέλευση της χειμερινής ηλιακής ακτινοβολίας. Ενδείκνυται για ανοίγματα οροφής αλλά και πλευρικά ανοίγματα σε υψηλή όμως στάθμη, γιατί λόγω κατασκευής, εμποδίζουν τη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον, παρ' ότι είναι διαφανείς.



Εικόνα 185: Λειτουργίες πρισματικού υαλοπίνακα

Οι υαλοπίνακες **ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ** (Εικόνα 183) είναι λεπτά ακρυλικά φύλλα στα οποία δημιουργούνται παράλληλες εγκοπές με την τεχνολογία του λέιζερ. Ο ρόλος των εγκοπών αυτών είναι να λειτουργούν σαν μικροί εσωτερικοί καθρέφτες, οι οποίοι εκτρέπουν την άμεση ακτινοβολία προς την οροφή του χώρου. Και σε αυτήν την περίπτωση, τα ακρυλικά φύλλα τοποθετούνται στο διάκενο διπλών υαλοπινάκων, για προστασία. Σε αντίθεση με τους ολογραφικούς υαλοπίνακες, δεν διαταράσσουν τη θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε πλευρικά ανοίγματα. Τέλος, αποδίδουν περισσότερο σε περιοχές με συνεχή ηλιοφάνεια.



α



β

Εικόνα 186: Ειδική επεξεργασία με λείζερ

- Σκίαστρα (βλ. Παράγραφο 4.1.1)
- Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

Είναι ημιδιαφανή στοιχεία πρισματικού σχήματος, που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και μπορούν είτε να της αλλάξουν κατεύθυνση είτε να αποκλείσουν εξ' ολοκλήρου την είσοδό της, ανάλογα με την κατασκευή τους. Τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου ή μεταξύ δύο υαλοπινάκων. Λόγω του φυσικού τους σχήματος είναι απαραίτητη η ρύθμιση της κλίσης τους, ανάλογα με το ύψος του ήλιου, για καλύτερα αποτελέσματα αλλά και ηλιοπροστασία όταν αυτή απαιτείται. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται και οι πρισματικοί



ακρικοί υαλοπίνακες, οι οποίοι αποτρέπουν την είσοδο ακτίνων με κατάλληλο προσανατολισμό. Ειδική κατηγορία αποτελούν οι ασύμμετροι υαλοπίνακες (τα στοιχειώδη πρίσματά τους δεν φέρουν όμοιες πλευρές), οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν τη διεύθυνση των ακτίνων.

Εικόνα 187: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά

- Ράφια φωτισμού (light shelves)

Είναι επίπεδα ή καμπύλα σταθερά στοιχεία τα οποία τοποθετούνται οριζόντια στα πλαίσια των ανοιγμάτων πάνω από το επίπεδο του ματιού και προεξέχουν είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά. Στη συνέχεια του παραθύρου πάνω από το επίπεδο που έχουν τοποθετηθεί, υπάρχουν θυρίδες. Ο σκοπός αυτής της τεχνικής είναι να μειώσει τα επίπεδα φωτισμού κοντά στο παράθυρο αλλά να τα αυξήσει στο πίσω μέρος του χώρου. Τα ράφια φωτισμού είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά για τις νότιες όψεις, βελτιώνουν τη διανομή του φυσικού φωτός αφού μειώνουν τα επίπεδα φωτισμού κοντά στο παράθυρο κι



Εικόνα 188: Ράφια φωτισμού

έτσι αποφεύγεται το πρόβλημα της θάμβωσης. Συγκρίνοντας τα εξωτερικά με τα εσωτερικά ράφια φωτισμού, τα εξωτερικά είναι πιο αποτελεσματικά ενώ ο συνδυασμός τους αποδίδει ακόμα καλύτερα αποτελέσματα. Εμπειρικά, ύστερα από εφαρμογές, αποδεικνύεται ότι το μήκος του ραφίου πρέπει να είναι περίπου ίσο με το ύψος του παραθύρου πάνω στο οποίο θα τοποθετηθεί, ενώ το υλικό του πρέπει να είναι αρκετά ανακλαστικό για να λειτουργήσει.



Εικόνα 189: Βάθος φυσικού φωτός που αποδίδει το ράφι φωτισμού

- Ανακλαστικές περσίδες

Οι ανακλαστικές περσίδες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις:

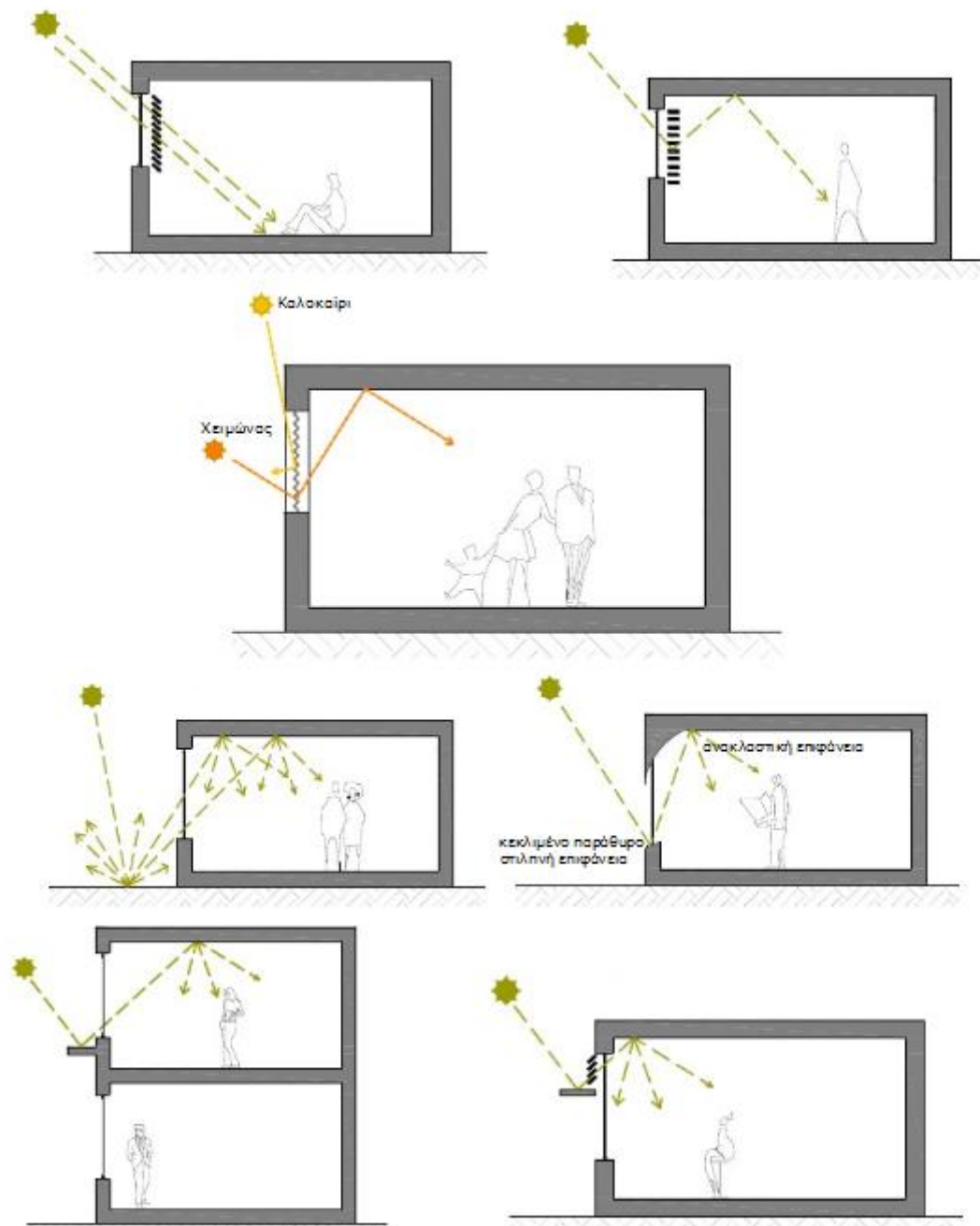
1. Σταθερές περσίδες

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνεται ένα πλαίσιο με σταθερές περσίδες από ανακλαστικό υλικό που καλύπτουν είτε ολόκληρη την επιφάνεια του ανοίγματος είτε μέρος αυτού. Η κλίση τους καθορίζεται μονοσήμαντα, με τρόπο τέτοιο που να αποτρέπουν τη διείσδυση των ηλιακών ακτίνων κατά το καλοκαίρι κι έτσι λειτουργούν αποτελεσματικά μόνο για ορισμένη διεύθυνση των ηλιακών ακτίνων. Η αποδοτικότητά τους μειώνεται με τη συγκέντρωση ρύπων στην επιφάνειά τους, γι' αυτό απαιτείται συχνή και επιμελής συντήρηση.

2. Ρυθμιζόμενες περσίδες

Είναι παραλλαγή της προηγούμενης κατηγορίας με τη μόνη διαφορά ότι οι περσίδες μπορούν να ρυθμίζονται, είτε χειροκίνητα είτε με αυτοματισμούς, ανάλογα με τις απαιτήσεις. Εξέλιξη της τεχνικής αυτής αποτελούν οι καμπύλες περσίδες, οι οποίες εξοπλίζονται με ρυθμιζόμενο πλαστικό φιλμ, του οποίου η κλίση επίσης είναι ρυθμιζόμενη, έτσι ώστε για κάθε γωνία πρόσπτωσης των ακτίνων, η κατεύθυνση της ανακλώμενης να διατηρείται σταθερή. Πέρα από την εκτροπή της θερινής προσπίπτουσας ακτινοβολίας, η τεχνική αυτή μπορεί να εκμεταλλευτεί και τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό, με την ανάλογη ρύθμιση των περσίδων.

Η τοποθέτηση και των δύο περιπτώσεων, είτε σταθερές είτε ρυθμιζόμενες μπορεί να γίνει εσωτερικά των ανοιγμάτων, εξωτερικά ή και στο διάκενο μεταξύ των τζαμιών σε διπλούς υαλοπίνακες. Ενώ ενίσχυση της αποδοτικότητάς τους μπορεί να επιτευχθεί αν χρησιμοποιηθούν ταυτόχρονα και στην οροφή ανακλαστήρες ή βαφεί η οροφή με υλικό μεγάλης ανακλαστικότητας. Έτσι, αυξάνεται η διείσδυση της απευθείας φωτεινής ακτινοβολίας βαθιά μέσα στο χώρο.



Εικόνα 190: Διάφορες διατάξεις ανακλαστικών περσίδων

- Διαφανή μονωτικά υλικά

Λειτουργούν όπως και τα υπόλοιπα μονωτικά υλικά, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν και τη διέλευση του φωτός, με αποτέλεσμα να περιορίζουν τις θερμικές απώλειες, ενώ παράλληλα μεταδίδεται το φως. Πλεονέκτημά τους τα θετικά αποτελέσματα που παρουσιάζουν σε οποιαδήποτε όψη, καθώς απορροφούν τόσο την προσπίπτουσα όσο και τη διάχυτη ακτινοβολία. Είναι δυνατόν να τοποθετηθούν τόσο σε τοίχους όσο και σε οροφές. Σε περίπτωση που λόγω προϋπολογισμού αποφασιστεί να μην τοποθετηθούν σε όλες τις όψεις ενός κτιρίου, ενδείκνυται η νότια όψη ως πρώτη επιλογή και στη συνέχεια η ανατολική και η δυτική. Σε σχέση με τους διπλούς υαλοπίνακες παρουσιάζουν 2-3 φορές μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα και η φωτοδιαπερατότητά τους κυμαίνεται μεταξύ 4-80%, με κάποια μείωση περίπου 8% για κάθε φύλλο υαλοπίνακα, αν έχουν τοποθετηθεί στο διάκενο

μεταξύ αυτών. Ωστόσο, παρουσιάζουν υψηλό κόστος και απαιτούν κάποιες συγκεκριμένες βελτιώσεις για να διατηρούνται αποτελεσματικά τόσο σε σχέση με τη θερμομόνωση όσο και με την φωτοδιαπερατότητα. Η τοποθέτησή τους σε υφιστάμενα κτίρια γίνεται εύκολα, με τον ίδιο τρόπο που τοποθετούνται τα συμβατικά θερμομονωτικά υλικά, πάνω από υπάρχουσα αμόνωτη τοιχοποιία.



Εικόνα 191: Διαφανή μονωτικά υλικά

Πέρα από το φωτισμό του κτιρίου σε ότι έχει να κάνει με το σχεδιασμό, υπάρχουν τρόποι να εξοικονομείται ενέργεια για το φωτισμό, που εξαρτώνται από τον ίδιο το χρήστη και τις συνήθειές του. Υπό αυτό το πρίσμα, η επιλογή λαμπτήρων «οικονομίας» (βλ. παράγραφο 2.1.1E), η συχνή και επιμελής συντήρησή⁶² των συστημάτων φυσικού φωτισμού (καθαρισμός, αποκατάσταση φθορών κλπ.), η σωστή διαχείριση του τεχνητού φωτισμού (όχι άσκοπη χρήση) καθώς και η χρήση φωτιστικών νέας τεχνολογίας με κάτοπτρα μειώνει τις απαιτήσεις για αγορά συμβατικών λαμπτήρων. Όλα τα παραπάνω μέτρα σε συνδυασμό με τον σωστό σχεδιασμό του τεχνητού φωτισμού και με την εφαρμογή των κατάλληλων μέτρων για φυσικό φωτισμό μπορούν να αποδώσουν τα επιθυμητά αποτελέσματα για τη μεγαλύτερη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας.

4.3.3 Η επιρροή του περιβάλλοντος χώρου

Εφόσον ο φυσικός φωτισμός προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον του κτιρίου, είναι δεδομένο ότι το κτίριο δεν πρέπει να μελετάται μεμονωμένα, αλλά ως μέρος ενός συνόλου. Αυτό συμβαίνει γιατί στοιχεία που υπάρχουν γύρω από το υπό μελέτη κτίριο είναι ικανά να επηρεάσουν το φυσικό φως που εισέρχεται σ' αυτό, άλλα σε μεγαλύτερο και άλλα σε μικρότερο βαθμό. Το εισερχόμενο στο κτίριο και επομένως εκμεταλλεύσιμο φως οφείλεται σε μεγάλο βαθμό και στις ανακλάσεις που υφίστανται σε επιφάνειες του περιβάλλοντος χώρου όπως, μονώροφα κτίρια, πεζοδρόμια, δρόμοι, πλακόστρωτες αυλές κ.α. ακτινοβολούν σημαντική ποσότητα φωτός στο κτίριο. Επομένως, όσο μειώνεται η ανακλαστικότητα των περιβαλλουσών επιφανειών, ελαττώνεται σημαντικά και η ποσότητα εισερχόμενου φυσικού φωτός. Επιπλέον, η υπάρχουσα βλάστηση γύρω από το κτίριο λειτουργεί ως μέσο ανάσχεσης της φωτεινής ακτινοβολίας. Αντίθετα, μια πέργκολα ή κάποιο διάτρητο σκίαστρο σε συνδυασμό με κάποιο αναρριχόμενο φυτό έξω από ένα άνοιγμα, συμμετέχει καλύτερα στον φυσικό φωτισμό, αφού εμποδίζει μόνο την άμεση ακτινοβολία χωρίς να επηρεάζει την ανακλώμενη.

⁶² Έρευνες δείχνουν ότι η μείωση του φωτισμού σε πλημμελώς συντηρημένες εγκαταστάσεις φωτισμού μπορεί να υπερβεί το 40%, ενώ με τακτική συντήρηση δεν υπερβαίνει το 25%.

Υλικό	Συντελεστής Ανάκλασης (%)	Υλικό	Συντελεστής Ανάκλασης (%)
Άσφαλτος	10	Πέτρα	5-50
Αλουμίνιο (γυαλιστερό)	70-85	Εφυσωμένα πλακίδια (άσπρα)	60-90
Σκυρόδεμα	30-50	Χιόνι	60-75
Γυαλί διαυγές	7	Γρασίδι σκούρο πράσινο	10
Γυαλί ανακλαστικό	20-40	Γρασίδι ξεραμένο	35
Γυαλί με επικάλυψη καθρέφτη	80-90	Μέση φύτευση	25
Ξύλο	5-40		

Χρώμα	Συντελεστής ανάκλασης (%)	Χρώμα	Συντελεστής ανάκλασης (%)
Μαύρο χρώμα	3	Κόκκινη λαδομπογιά	26
Μαύρο χρώμα (ματ)	5	Κόκκινα τούβλα	30
Μαύρη λαδομπογιά	9	Φυσικό σκυρόδεμα	35
Μαύρο σκυρόδεμα	10	Πράσινο	41
Σκούρο γκρι	9	Πορτοκαλί	42
Σκούρο πράσινο (λαδί)	11	Κίτρινο	43
Σκούρο καφέ	12	Ανοιχτό πράσινο	53
Καφέ σκυρόδεμα	15	Άσπρο	75
Σκούρο μπλε-γκρι	12	Άσημί	75

Εικόνα 192: Συντελεστής ανάκλασης διαφόρων υλικών και χρωμάτων, Από Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010

4.4 Φύτευση

Λαμβάνοντας υπ όψη όλα όσα έχουν αναφερθεί προηγουμένως, είναι προφανές ότι ο άνεμος και η φύτευση είναι οι δύο σημαντικότεροι φυσικοί παράγοντες που ρυθμίζουν την «οικολογικότητα» της αρχιτεκτονικής και αποτελούν πυλώνες για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού στις κατασκευές. Στην παράγραφο αυτή θα αναλυθούν οι χρήσεις της φύτευσης στην αρχιτεκτονική και τα σημεία στα οποία μπορεί να ευεργετήσει και να εξυγιάνει τα κτίρια, στα πλαίσια βελτίωσης της ποιότητας ζωής των ατόμων. Ωστόσο, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι πρέπει να αντιμετωπίζεται και να μελετάται παράλληλα και συνδυαστικά με όλες τις υπόλοιπες διατάξεις προκειμένου να λαμβάνονται οι βέλτιστες αποφάσεις στην τελική κατασκευή μιας κτιριακής μονάδας.

Η φύτευση μπορεί να αποδειχθεί ευεργετική όταν αποτελεί μέρος της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου συνδυαζόμενη με τον αστικό εξοπλισμό. Η κατάλληλη τοποθέτηση (γεωμετρικά) της βλάστησης και των δομικών στοιχείων, στους ανοιχτούς χώρους, σε συμπλέγματα και σύνολα μπορεί να δημιουργεί συνθήκες σκίασης (το καλοκαίρι) και (ηλιασμού τον χειμώνα) σε βάθος χρόνου, ενώ παράλληλα μπορεί και να ρυθμίζει την κίνηση του ανέμου. Πιο συγκεκριμένα, η φύτευση μπορεί να αποδειχθεί αποτελεσματική ως:

- Ανεμοφράκτης προστατεύοντας τα κτίρια κυρίως τον χειμώνα
- Στοιχείο ελέγχου της ανεμορροής, αφού μπορεί να κατευθύνει τον δροσερό αέρα, κατά την καλοκαιρινή περίοδο
- Ηλιοπροστατευτική διάταξη των κτιρίων αλλά και των ανοιχτών χώρων
- Πηγή δροσισμού, κατά το καλοκαίρι, λόγω εξατμισοδιαπνοής
- Ρυθμιστής της θερμικής άνεσης των ατόμων, αφού ελέγχει τη θερμοκρασία, την υγρασία και την ηλιακή ακτινοβολία

- Φίλτρο φυσικού φωτός καθ' όλη τη διάρκεια του έτους
- Φίλτρο σκόνης και μικροσωματιδίων
- Προστασία των δομικών υλικών από τη διάβρωση
- Ηχοπροστατευτικό μέσο για τα κτίρια , καθώς μειώνει το θόρυβο από τον περιβάλλοντα χώρο
- Μέσο μείωσης της οπτικής όχλησης και δημιουργίας ιδιωτικότητας.

Για να λειτουργεί αποτελεσματικά, η φύτευση, σε κάθε έναν από τους παραπάνω τομείς πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή της κατάλληλης φύτευσης για την κάθε περίπτωση. Για παράδειγμα, για τη χρήση της ως προστασία από τους ψυχρούς ανέμους, τον χειμώνα, επιλέγονται αειθαλή δένδρα και φυτά, ενώ για τη διευκόλυνση του ηλιασμού υπαίθριων χώρων το χειμώνα επιλέγονται τα φυλλοβόλα.

Ανάλογα με τον τελικό στόχο της χρήσης των φυτών, ως κριτήρια επιλογής πρέπει να λαμβάνονται υπ όψη το είδος του φυτού (θάμνοι, δένδρα, αναρριχόμενα κλπ.), το μέγεθός και το σχήμα του σε πλήρη ανάπτυξη, η αναλογία κορμού κόμης, η πυκνότητα του φυλλώματος, η ταχύτητα με την οποία αναπτύσσεται, η διατήρηση ή όχι του φυλλώματος στη διάρκεια του έτους (αειθαλή ή φυλλοβόλα) και ο χρόνος έναρξης ανάπτυξης του φυλλώματος, με σκοπό την επιλογή των καταλληλότερων σε κάθε περίπτωση. Επιπλέον, πρέπει να εξετάζεται η ποιότητα του εδάφους καθώς και τυχόν ιδιαίτερες απαιτήσεις για την ανάπτυξη και τη διατήρηση της φύτευσης (ανάγκες σε νερό, ευκολία συντήρησης κλπ). Σε κάθε περίπτωση, η τελική επιλογή φυτών θα πρέπει να βασίζεται στα τοπικά είδη φυτών, εκείνα τα οποία ευδοκιμούν στην κάθε περιοχή.

4.4.1 Φύτευση και έλεγχος της ανεμορροής

Αναφερόμενοι στις χρήσεις της φύτευσης, η πρώτη κύρια είναι η συμβολή της βλάστησης στη ρύθμιση και τον έλεγχο της κίνησης των ανέμων σε σχέση με το υπό μελέτη κτίριο. Εφόσον λοιπόν η σωστή εκμετάλλευση του ανέμου αποτελεί μια από τις βασικότερες πτυχές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, ο στόχος της βλάστησης υπό αυτήν την οπτική, είναι να ρυθμίζει την ανεμορροή, η οποία θα επηρεάσει θετικά το κτίριο και να αποτρέπει τα αρνητικά αποτελέσματά της. Εφόσον πρέπει να εφαρμόζονται διαφορετικές στρατηγικές για την καθοδήγηση των ψυχρών ανέμων ή την διευκόλυνση της καλοκαιρινής αύρας, κατά τη διάρκεια του έτους, είναι επόμενο να προκαλείται πολυπλοκότητα στο σχεδιασμό και την τοποθέτηση της βλάστησης για αυτόν τον σκοπό. Ως προς τους ανέμους, τα φυτά, συμβάλλουν στο να τροποποιούν την πορεία τους, να αλλάζουν την ροή τους και να ρυθμίζουν την ταχύτητα και την έντασή τους κι έτσι να μειώσουν και τις θερμικές απώλειες⁶³ του κτιρίου.

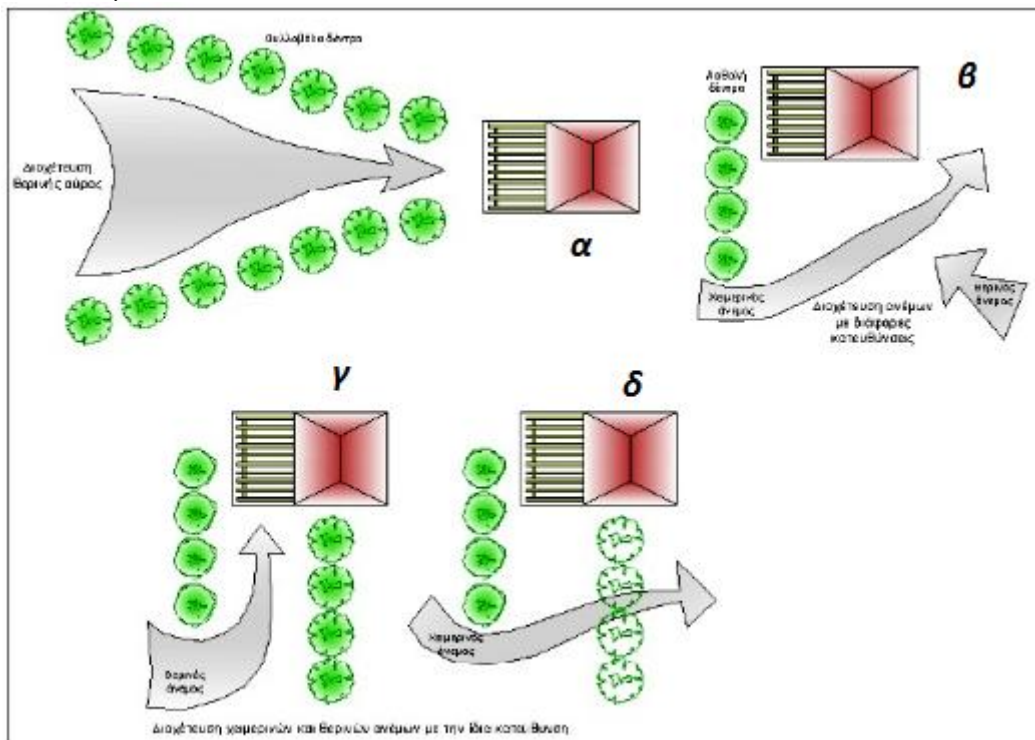
Από την άλλη μεριά, κατά τη θερινή περίοδο, η φύτευση συνεισφέρει στην μείωση της υπερθέρμανσης, αφού τα φυτά βοηθούν στην αλλαγή κατεύθυνσης του ανέμου και πολλές φορές στην αύξηση της ταχύτητάς του, με αποτέλεσμα να συμβάλουν στο φυσικό δροσισμό και κατ' επέκταση στη θερμική άνεση των χρηστών. Για παράδειγμα, αν τοποθετηθούν συστάδες δένδρων σε σχηματισμό χωνιού, κατευθύνουν τον άνεμο στο κτίριο, ενώ εάν

⁶³ Συνήθως οι θερμικές απώλειες από τον αερισμό, οι οποίες προκαλούνται από ύπαρξη θερμικών γεφυρών, είναι υπεύθυνες για το 1/3 των συνολικών θερμικών απωλειών των κτιρίων. Σε ημέρες με έντονο άνεμο και για κτίρια που βρίσκονται στην ύπαιθρο, οι απώλειες αερισμού μπορεί να φτάσουν και το 50% των συνολικών θερμικών απωλειών (Lechner, 1991). Μικρή μείωση της ταχύτητας του ανέμου που προσπίπτει στο κτίριο, φέρει μεγάλη μείωση θερμικών απωλειών αερισμού , γιατί οι απώλειες αερισμού είναι ευθέως ανάλογες με το τετράγωνο της ταχύτητας του ανέμου.

Π: Τ.Ο.ΤΕΕ 20207-5/2010, απόσπασμα,

<http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>

τοποθετηθούν κάθετα στην όψη βοηθούν στο να μην διασκορπίζεται ο άνεμος, αλλά ένα τμήμα του να φτάνει στο κτίριο (Εικόνα 190). Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτές οι λύσεις δεν επηρεάζουν τον ηλιασμό της νότιας όψης κατά τον χειμώνα και φυσικά είναι αυτονόητο ότι ο μελετητής θα πρέπει απαραίτητα να γνωρίζει την κατεύθυνση και την ένταση των τοπικών ανέμων.



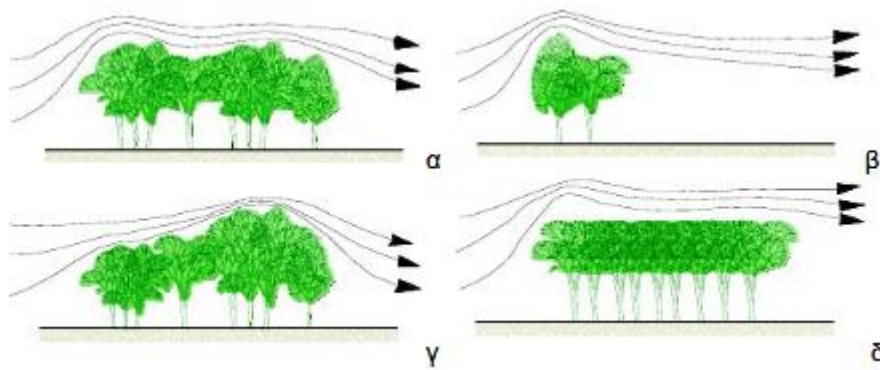
Εικόνα 193: Ο ρόλος της φύτευσης στην εκτροπή ή την διευκόλυνση του ανέμου

Η αποτελεσματικότητα του συστήματος ελέγχου της ανεμορροής με χρήση της φύτευσης, εξαρτάται από παράγοντες τόσο αμιγώς σχετιζόμενους με τα φυτά όσο και από τη σχέση φύτευσης και σταθερών στοιχείων διαμόρφωσης των υπαίθριων χώρων. Έτσι, σε ότι αφορά αμιγώς τα φυτά οι παράγοντες είναι το σχήμα, η πυκνότητα (βέλτιστη πυκνότητα θεωρείται η αναλογία φύλλων, κλαδιών, κορμού κλπ να είναι το 50-60% του συνόλου της συστάδας των φυτών), η δομή, το ύψος καθώς και κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε φυτού (αντοχή, αειθαλή ή φυλλοβόλα κλπ.). Όσον αφορά τη δεύτερη ομάδα παραγόντων, η αποτελεσματικότητα εξαρτάται από την απόσταση⁶⁴ της φύτευσης από το κτίριο και ο τελικός συνδυασμός των φυτών μεταξύ τους, αλλά και φυτών-σταθερών στοιχείων. Παραδείγματα δημιουργίας υπήνεμων περιοχών σχετικά με τον συνδυασμό των φυτών, φαίνονται στην Εικόνα 191, όπου στην περίπτωση (α) η επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευμένη περιοχή, στην περίπτωση (β) μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μεγαλύτερη περιοχή, ενώ στις (γ) και (δ) φαίνεται ότι μια κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από μια συστάδα δένδρων με επίπεδη κόμη.

⁶⁴ Εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι η κατάλληλη απόσταση της φύτευσης από τα κτίρια είναι ίση με το ύψος τους (Brown et al, 1995).

Π: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010,

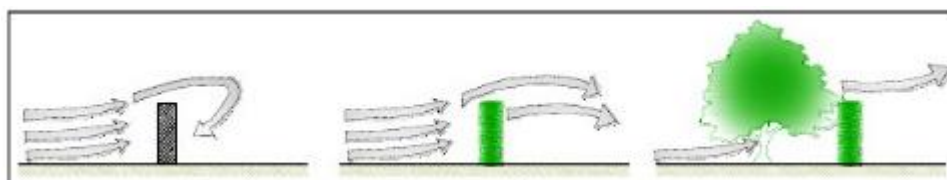
<http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>



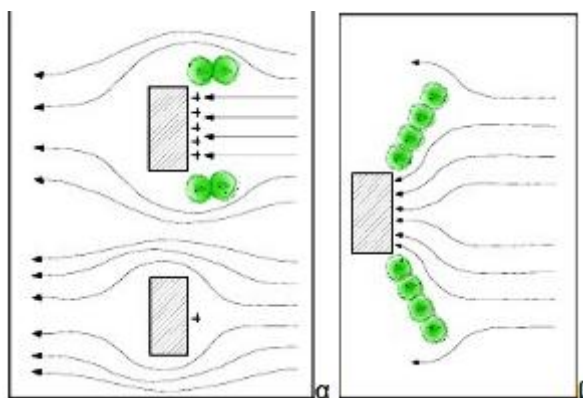
Εικόνα 194: Συνδυασμός φυτών για τη δημιουργία προστατευμένων περιοχών

Σύμφωνα με την Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010 και βάσει αποτελεσμάτων ερευνών (Brown et al 1995, Lechner 1991, Boutet 1987 και Givoni 1994), συνοπτικά αναφέρονται τα εξής:

- Η πυκνή βλάστηση όταν βρίσκεται κοντά στο κτίριο, είναι αποτελεσματική για τη δημιουργία ανεμοφράκτη σε μικρά οικόπεδα, 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 δένδρα με ψηλή κόμη βελτιώνουν τον αερισμό κοντά στο έδαφος, κάτω από τα φυλλώματα.
- Οι φράκτες από πυκνά δένδρα ανακόπτουν τον άνεμο και μειώνουν την ταχύτητά του.
- Όσο ψηλότερη είναι η συστάδα της βλάστησης, τόσο μεγαλύτερη υπήνεμη περιοχή δημιουργείται. Επίσης μια συστάδα δένδρων με κεκλιμένη κόμη είναι λιγότερο αποτελεσματική από συστάδα δένδρων με επίπεδη κόμη.
- Μια επιμήκης δασική συστάδα δένδρων δημιουργεί μικρή προστατευόμενη περιοχή, ενώ μια μικρή συστάδα δένδρων προστατεύει μια μεγαλύτερη περιοχή.
- 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 δένδρων (αποτελούμενη από διάφορα είδη) είναι πιο αποτελεσματική για τη μείωση της ταχύτητας του ανέμου, από μια ομοιόμορφη συστάδα δένδρων.
- Οι συμπαγείς φράκτες προκαλούν στροβιλισμούς, ενώ οι διάτρητοι αυξάνουν τη ζώνη ηρεμίας. Οι πορώδεις φράκτες (δένδρα και θάμνοι) δημιουργούν μια ευρύτερη ζώνη ηρεμίας και περιορίζουν τους στροβιλισμούς στο ελάχιστο, επειδή επιτρέπουν τη διέλευση μέρους του αέρα (Εικόνα 192).
- 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 δένδρα, μόνο που το ύψος τους διαφέρει. Η χαμηλή φύτευση εμφανίζει τη μικρότερη αντίσταση στον άνεμο και συμβάλει στον καλό αερισμό.
- Οι καλύτεροι ανεμοφράκτες από απόψεως περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου είναι στοιχεία των οποίων το πορώδες τμήμα κυμαίνεται από 25-60%.



Εικόνα 195: Ροή ανέμου σε σχέση με συμπαγείς ή φράκτες δένδρων



Εικόνα 196: Ρύθμιση ροής ανέμου προς το κτίριο ή εκτροπή του από αυτό

4.4.2 Η φύτευση ως ηλιοπροστατευτικό σύστημα.

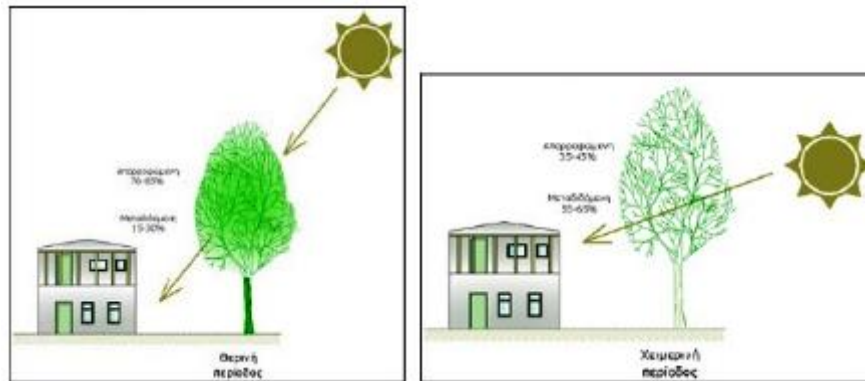
Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, μια άλλη πτυχή της βλάστησης είναι η προστασία που μπορεί να προσφέρει από τον ήλιο. Αποτελεί αρκετά αποτελεσματική λύση σκιασμού, τόσο του υπαίθριου χώρου όσο και των κτιρίων, αν μελετηθεί σωστά. Ακόμα και η έλλειψη φυλλώματος μπορεί να αποδειχθεί αποτελεσματική, αφού δένδρα χωρίς φύλλωμα εμποδίζουν σε ποσοστό 40-80% τη διέλευση ηλιακής ακτινοβολίας. Η επιλογή βέβαια των κατάλληλων δένδρων και φυτών, γι' αυτόν τον σκοπό, θα πρέπει να γίνεται σε σχέση με την επιθυμητή ηλιοπροστασία, μετά από μελέτη ηλιασμού-σκιασμού του κτιρίου ή του υπαίθριου χώρου. Στην Εικόνα 194 παρατίθενται στοιχεία σχετικά με τον σκιασμό που προσφέρουν κάποια δένδρα, στον ελλαδικό χώρο. Το είδος του φυτού που θα επιλεγεί και ιδιαίτερα το σχήμα τη κόμης του (π.χ. στρογγυλό, πυραμιδοειδές κλπ.) είναι τα χαρακτηριστικά εκείνα που ρυθμίζουν το ποσοστό σκιασμού που μπορεί να προσφέρει το κάθε φυτό. Για παράδειγμα, τα φυλλοβόλα δένδρα είναι τα καταλληλότερα όταν απαιτείται ηλιασμός το χειμώνα και σκιασμός το καλοκαίρι.

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

Εικόνα 197: Στοιχεία φυτών σε σχέση με τον σκιασμό που δημιουργούν

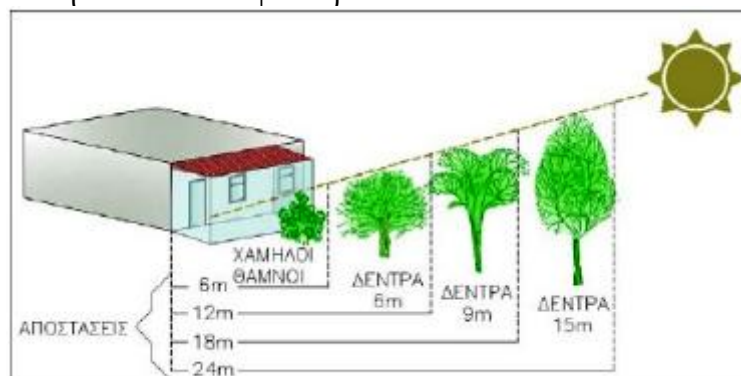
Συνοπτικά βάσει της Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, αναφέρονται τα εξής:

- Ένα μεγάλο φυλλοβόλο δένδρο που σκιάζει το νότιο τοίχο κατά τη θερινή περίοδο συνεισφέρει στο δροσισμό του κτιρίου το καλοκαίρι, χωρίς να επηρεάζει σημαντικά τον ηλιασμό του το χειμώνα.



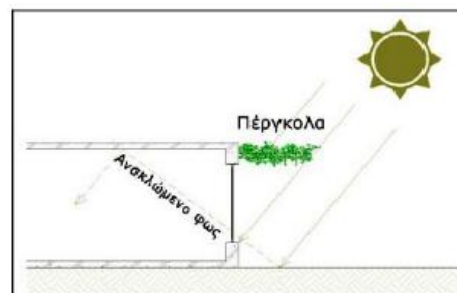
Εικόνα 198: Φυλλοβόλα δένδρα και σκιασμός

- Τα ψηλά δένδρα με ψηλή πυκνή κόμη (αιθαλή ή φυλλοβόλα), φυτεμένα κοντά στην νότια όψη προστατεύουν το κτίριο από το θερινό ήλιο και συγχρόνως επιτρέπουν τον αερισμό, ενώ δεν εμποδίζουν το χαμηλό χειμερινό ηλιασμό. Ωστόσο, αν τα δένδρα είναι χαμηλά (με κόμη στο ύψος των νότιων ανοιγμάτων) θα πρέπει οπωσδήποτε να είναι φυλλοβόλα.



Εικόνα 199: Προτεινόμενα ύψη φύτευσης σε σχέση με την απόσταση από νότιο προσανατολισμό

- Για την ανατολική και δυτική όψη προτείνονται φυλλοβόλα ή αιθαλή δένδρα μικρού ύψους και μικρής πυκνότητας, φυτεμένα κοντά στο κτίριο. Φιλτράρουν τον ήλιο το χειμώνα και συγχρόνως προσφέρουν ολοκληρωμένη ηλιοπροστασία το καλοκαίρι.
- Ο σκιασμός συμπαγών τμημάτων του κελύφους των κτιρίων μπορεί επίσης να επιτευχθεί με εφαρμογή φυτεμένων δωμάτων ή υδροπονικών φυτεμένων τοίχων (θα αναλυθούν στις παραγράφους 4.4.4 και 4.4.5) σε συνδυασμό με αναρριχώμενα φυτά. Επιπλέον, οριζόντιες προεξοχές, με σκοπό την σκίαση νότιων ανοιγμάτων, μπορούν να



καλυφθούν με φυτά με στόχο την αποτροπή αποθήκευσης πλεονάζουσας θερμότητας στα δομικά υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένες (Εικόνα 197)

Εικόνα 200: Οριζόντιο σκίαστρο με φύτευση

4.4.3 Συμβολή της φύτευσης στην άνεση των ατόμων (θερμική άνεση, οπτική άνεση, ηχοπροστασία).

Πέρα από τη χρηστικότητα της φύτευσης στα κτίρια και τους υπαίθριους χώρους, μπορεί να αποδειχθεί ευεργετική και για την άνεση των ατόμων που τα χρησιμοποιούν. Άλλωστε οποιαδήποτε θετικά αποτελέσματα φέρει στο κτίριο, έχει άμεσο αντίκτυπο και στους χρήστες. Έτσι ο σωστός σχεδιασμός για την τοποθέτηση φυτών και δένδρων είτε στο ίδιο το κτίριο είτε στον περιβάλλοντα χώρο του, αποφέρει θετικά αποτελέσματα και στη θερμική και οπτική άνεση, αλλά ακόμα και στη μείωση της ηχορύπανσης.

Η σχετική υγρασία του αέρα κάτω από το φύλλωμα των δένδρων ή σε επαφή με αυτά αυξάνεται, λόγω της εξατμισοδιαπνοής των φυτών, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η θερμοκρασία του αέρα. Η διαδικασία αυτή, βελτιώνει κατά πολύ τη αίσθηση θερμικής άνεσης, το καλοκαίρι, ιδιαίτερα σε ζεστά και ξηρά κλίματα. Το παχύ φύλλωμα, απορροφά μεγάλες ποσότητες θερμότητας κι έτσι ο αέρας γίνεται πιο δροσερός. Επιπλέον, η επικάλυψη με φυτά στους υπαίθριους χώρους συντελούν στην απορρόφηση των υδάτων, μειώνοντας σημαντικά την άμεση απορροή των ομβρίων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση του μικροκλίματος λόγω βραδείας εξατμίσης του νερού, ενώ συγχρόνως εμπλουτίζει τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα αποφορτίζοντας το δίκτυο ομβρίων υδάτων. Σημαντικό είναι να σημειωθεί ότι προτείνεται η επιλογή τοπικών φυτών, προσαρμοσμένων στο μικροκλίμα της κάθε περιοχής, για να αποφεύγεται η αλόγιστη χρήση μεγάλων ποσοτήτων νερού για άρδευση.

Εξίσου σημαντικός ρόλος της φύτευσης, αλλά δευτερογενής, είναι η συμβολή της στην οπτική άνεση. Είναι ικανή να ελέγχει την αντανάκλαση της προσπίπτουσας στο έδαφος φωτεινής ακτινοβολίας αλλά κι εκείνης που προσπίπτει στις κατακόρυφες επιφάνειες. Εξ' αιτίας του φυλλώματος, η ηλιακή ακτινοβολία διαχέεται και μειώνεται σε ένταση, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται και η θάμβωση από την άμεση οπτική επαφή με τον έντονα φωτεινό ουράνιο θόλο. Επιπλέον, ο ρόλος αυτός της φύτευσης, επιτρέπει στον μελετητή να αυξήσει το μέγεθος των ανοιγμάτων, όπου αυτό είναι απαραίτητο, για λόγους είτε αερισμού είτε και αισθητικούς, χωρίς να προκαλούνται προβλήματα οπτικής άνεσης.

Ακόμα ένα στοιχείο του συνδυασμού δομημένου περιβάλλοντος και βλάστησης είναι η ικανότητα των φυτών να απορροφούν, να ανακλούν ή να διαχέουν τον ήχο. Η αποτελεσματικότητα της φύτευσης σε αυτόν τον τομέα καθορίζεται από την ένταση, τη συχνότητα και την κατεύθυνση των διαφόρων ήχων, καθώς επίσης και από τη θέση, το ύψος, το πλάτος και την πυκνότητα των φυτών. Όσον αφορά τον σχεδιασμό της φύτευσης, με γνώμονα την ηχοπροστασία, δεδομένου του ότι η βλάστηση αποκόπτει πιο εύκολα ήχους υψηλών συχνοτήτων, συστάδες με ποικιλία φυτικών ειδών είναι πιο αποτελεσματικές, λόγω της διαφορετικής ικανότητας των διαφόρων ειδών στη μείωση χαμηλών, μέσων και ψηλών συχνοτήτων του ήχου. Γενικά ενδείκνυνται δένδρα με φύλλωμα που να αρχίζει χαμηλά από τη βάση του κορμού και να είναι σχετικά πυκνό. Επίσης, το ιδανικό πλάτος των φυτικών φρακτών πρέπει να είναι τουλάχιστον 7 μέτρα, σε συνδυασμό με αρκετό ύψος, για να περιορίζεται η διάδοση του ήχου πάνω από τις κορυφές τους. Σημαντικό είναι να σημειωθεί, ότι πολλές φορές, η χρήση τους σε σημεία που να μην επιτρέπουν οπτική επαφή με την πηγή του ήχου, ελαττώνει την αίσθηση του θορύβου, ενώ στην πραγματικότητα δεν μειώνουν ουσιαστικά την έντασή του. Τέλος, η επιλογή χλοοτάπητα, εκτός από δένδρα και φυτά, μειώνει επίσης το θόρυβο συγκριτικά με την επίστρωση από σκληρά οικοδομικά υλικά.

Πέρα από τη συμβολή της στην αρχιτεκτονική, η βλάστηση βελτιώνει γενικότερα την ποιότητα του περιβάλλοντος, γι' αυτό και στα πλαίσια μιας οικολογικής αρχιτεκτονικής θα πρέπει να αποτελεί αρκετά μεγάλο τμήμα στη μελέτη του περιβάλλοντος χώρου προσεγγίζοντας την «εικόνα» μιας περιοχής στο σύνολο και όχι ως μεμονωμένα κτίρια. Η εκμετάλλευση των ιδιοτήτων των φυτών βελτιώνει την ποιότητα του αέρα αλλά και της

υδατικής οικονομίας. Ως προς τον αέρα, τον καθαρίζει με **μηχανικό** τρόπο (συγκράτηση σκόνης από τα φυλλώματα και από τη χλόη, έως και κατά 85% για φυτά με πλήρες φύλλωμα), με **βακτηριακό** τρόπο (εκλύονται βακτηριογόνες ουσίες από ορισμένα είδη φυτών- κυρίως κωνοφόρα) και με **χημικό**⁶⁵ τρόπο (φωτοσύνθεση). Όσον αφορά την υδατική οικονομία, από την άλλη, η χρήση φυτών συμβάλλει στη συγκράτηση, εξυγίανση και πρόληψη της διάβρωσης των εδαφών, καθώς και στη ρύθμιση της ροής των ομβρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μπορούν τα όμβρια ύδατα να συγκεντρωθούν και να χρησιμοποιηθούν, αλλά και να μειώνεται η διοχέτευση νερού στα δίκτυα αποχετεύσεων έως και 50% και κατ' επέκταση να μειώνονται οι πλημμύρες.

4.4.4 Φυτεμένο δώμα

«Ως φυτεμένο δώμα (roof garden) ορίζεται το σύνολο ή τμήμα της επιφάνειας δώματος ή εξώστη, όπου πραγματοποιούνται παρεμβάσεις σύμφωνα με τις αρχές της επιστήμης και της τεχνικής για την εγκατάσταση βλάστησης, με σκοπό την αναβάθμιση του περιβάλλοντος (αύξηση ποσοστών πρασίνου στον αστικό ιστό, μείωση του φαινομένου της θερμικής νησίδας^{IV}, μείωση της ηχορύπανσης διαχείριση των ομβρίων υδάτων), την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας»⁶⁶. Είναι γνωστά επίσης, ως πράσινες στέγες, πράσινες οροφές ή και οροφώκηποι και αποτελούν ένα σύστημα πολυεπίπεδης διαστρωμάτωσης εξειδικευμένων υλικών, υποστρώματος ανάπτυξης φυτών, αρδευτικού συστήματος και βλάστησης, που όλα μαζί συνυπάρχουν για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι.

Η λύση αυτή έγινε ευρέως γνωστή από την διάδοση και ολοένα συστηματικότερη χρήση της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής, όμως είναι γεγονός ότι παρόμοιες ιδέες και εφαρμογές προϋπήρχαν, από την εποχή ακόμα, που ο άνθρωπος άρχισε να δημιουργεί αρχιτεκτονήματα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν οι κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας (Εικόνα 198), οι οποίοι συγκαταλέγονται και στα Επτά Θαύματα του αρχαίου κόσμου. Προχωρώντας στο χρόνο, παραδείγματα πράσινων στεγών έχει να μας παρουσιάσει και η



Εικόνα 201: Κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας

κέλτικη αρχιτεκτονική στα Χάιλαντς της Σκωτίας, στην Ουαλία και την Ιρλανδία κατά το Μεσαίωνα μέχρι και μετά την Αναγέννηση. Επιπλέον, από τα χαρακτηριστικότερα παραδείγματα της χρήσης φυτικών υλικών στις οροφές, κατά τη διάρκεια της Ελισαβετιανής εποχής είναι οι κατοικίες του Σέξπηρ και της συζύγου του Αν Χαθαγουεϊ, στο Στατφορντ (χρονολογούνται από τα μέσα του 1500 μ.Χ).

⁶⁵ Υπολογίζεται ότι δώμα 200m², φυτεμένο με γρασίδι μπορεί να καλύψει τις ετήσιες ανάγκες σε οξυγόνο για 100 περίπου ανθρώπους.

Π: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010,

<http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>

⁶⁶ «ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ»,

<http://www.georhythmiki.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82/%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CE%B4%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>

Στη σύγχρονη εποχή πια, μετά τα προβλήματα που δημιουργήθηκαν από τη βιομηχανική επανάσταση, με την επιστροφή στις φυσικές λύσεις για την αρχιτεκτονική (1960), η ιδέα της πράσινης στέγης εξελίσσεται και εμπλουτίζεται με τις νέες τεχνολογίες. Οι πρώτοι πολεοδόμοι που ανταποκρίθηκαν σε μια τέτοια ιδέα ήταν Γερμανοί και Ελβετοί με αποτέλεσμα να υπάρχουν τα πρώτα σύγχρονα παραδείγματα στις χώρες αυτές. Βέβαια, οι πρώτες προσπάθειες στη Γερμανία απέτυχαν λόγω ανεπαρκούς στεγανοποίησης, δημιουργώντας επιφυλάξεις για τα φυτεμένα δώματα. Ωστόσο, οι Γερμανοί αντιμετώπισαν την πρόκληση αυτή με την ίδρυση της Εταιρίας Έρευνας, Ανάπτυξης και Κατασκευής Γερμανικών Τοπίων (German Landscape research, Development and Construction Society- FLL)⁶⁷ το 1975. Η δημιουργία της FLL έφερε ως άμεσο αποτέλεσμα την ανάπτυξη της δημοτικότητας των πράσινων στεγών στη Γερμανία, με το 10% των στεγών (35.000.000m²) να έχουν φυτευτεί. Βέβαια, η μέθοδος αυτή, στη Γερμανία, χρησιμοποιείται κυρίως για την αντιμετώπιση της υπερχείλισης των ομβρίων υδάτων, γι' αυτό και έχουν εφαρμοστεί νόμοι, κίνητρα αλλά και ποινές που ενθαρρύνουν τη φύτευση των οροφών.



Εικόνα 202: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος

Στην Ελλάδα, έχουν γίνει αρκετές προσπάθειες εφαρμογής αυτής της μεθόδου με ελάχιστη επιτυχία, με αποτέλεσμα την περιορισμένη χρήση αυτής της κατά τα άλλα εξαιρετικής ιδέας. Αυτό συνέβη γιατί αντιμετωπίζονταν τρία βασικά προβλήματα. Αρχικά το στατικό φορτίο των διαθέσιμων συστημάτων τα οποία εφαρμόζονταν στη σεισμογενή ζώνη που ανήκει η Ελλάδα, ύστερα οι ακραίες κλιματολογικές συνθήκες και τέλος, οι αυξημένες αρδευτικές ανάγκες και ανάγκες συντήρησης. Ωστόσο, όλες αυτές οι προκλήσεις αντιμετωπίζονται από διάφορες κατασκευαστικές εταιρίες που προσανατολίζονται σε αυτήν την κατεύθυνση με στόχο τη βελτιστοποίηση των συστημάτων αυτών και την ευρεία χρήση τους, αλλά και από διάφορες μελέτες που διεξάγονται από πανεπιστήμια της Ελλάδας και του εξωτερικού.

Ενδεικτικά αναφέρονται κάποιες από τις μελέτες που έχουν διεξαχθεί τόσο στο εσωτερικό όσο και στο εξωτερικό:

- *Κρατικό Πανεπιστήμιο του Μίτσιγκαν- State University of Michigan*

Σε δημοσίευση του τον Σεπτέμβριο του 2009, απέδειξε ότι οι πράσινες στέγες θα μπορούσαν να καταπολεμήσουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Οι επιστήμονες με επικεφαλής την βοτανολόγο Κριστίν Γκέτερ (Kristin Getter) και τον καθηγητή Μπραντ Ρόουε (Brad Rowe), ανακάλυψαν ότι η αντικατάσταση των παραδοσιακών υλικών στέγασης με πράσινα φυτά σε μια αστική περιοχή με πληθυσμό περίπου 1.000.000 θα ισοδυναμούσε με τον περιορισμό του διοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται από 10.000 αυτοκίνητα τύπου 4X4, μεσαίου μεγέθους. Πρόκειται για την πρώτη μελέτη του είδους που εξετάζει τη δυνατότητα φυτεμένων δωματίων να απορροφούν άνθρακα. Στην έρευνα αυτή, μετρήθηκαν τα επίπεδα του άνθρακα σε φυτά και δείγμα χώματος που συλλέχθηκαν από 13 φυτεμένα δώματα στο Μίτσιγκαν και το Μέριλαντ, κατά τη διάρκεια δύο ετών. Το αποτέλεσμα ήταν ότι η

⁶⁷ «Η FLL είναι ένας ανεξάρτητος μη κερδοσκοπικός οργανισμός. Ιδρύθηκε από οκτώ επαγγελματικές ενώσεις για τη βελτίωση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσω της προώθησης και της διάδοσης της έρευνας πάνω στα φυτά και της μεθοδευμένης εφαρμογής της. Είναι μόνο μια από τις 40 επιτροπές που έχουν δημοσιεύσει μια εκτεταμένη λίστα οδηγιών και συμβουλών κατασκευής. Η συγκεκριμένη εταιρεία εργάζεται πάνω στις προδιαγραφές της τεχνολογίας των πράσινων στεγών για 25 χρόνια. Οι οδηγίες για τον «Σχεδιασμό, την Εκτέλεση και τη Συντήρηση των Κτιρίων με Πράσινες Στέγες» (FLL guidelines) που εξέδωσαν περιέχουν τις τελευταίες εξελίξεις της Γερμανικής Τεχνολογίας. Παρ' ότι δεν προσφέρουν λύσεις σε όλα τα προβλήματα των φυτεμένων δωματίων, είναι ένα βασικό εργαλείο για την κατασκευή αξιόπιστων πράσινων στεγών υψηλής ποιότητας.»

Π: «ΟΙΚΟΣΤΕΓΕΣ», <http://www.oikosteges.gr/index.php/greenroofs/history>

φύτευση στεγών μιας αστικής περιοχής 1.000.000 κατοίκων περίπου θα μπορούσε να κρατήσει περισσότερους από 55.000 τόνους άνθρακα.

- *Εθνικό Συμβούλιο Ερευνών του Καναδά- National Research Council Canada (NRC)*

Η έρευνα που έγινε από το ινστιτούτο αυτό έδειξε ότι την άνοιξη και τον χειμώνα του 2001, σε ένα συγκεκριμένο φυτεμένο δώμα, η συνολική θερμική ενέργεια που εισχώρησε στο κτίριο από το δώμα, ήταν κατά 85% μειωμένη ενώ η θερμική ενέργεια που διέφυγε από το κτίριο κατά τη νύχτα περιορίστηκε κατά 70% (Liu 2002). Η ίδια έρευνα έδειξε ότι σε ημέρα καύσωνα το καλοκαίρι του 2001, όταν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία έφτασε στους 35°C, η επιφάνεια του δώματος χωρίς πράσινο έφτασε τους 70 °C. Αντίθετα, την ίδια μέρα και με τις ίδιες συνθήκες, η θερμοκρασία στην επιφάνεια του φυτεμένου δώματος κυμάνθηκε από 25-30 °C. Αυτό συνέβη επειδή τα φυτά προσέφεραν την σκιά τους και παρείχαν θερμομόνωση στο κτίριο. Επίσης, το καθημερινό εύρος διακύμανσης της θερμοκρασίας μειώθηκε από 46 °C, στο μη φυτεμένο δώμα, σε μόλις 6 °C. Αυτό έχει συνέπειες και στη ζωή του κτιρίου καθώς μειώνει τις καταπονήσεις και τις θερμικές συστολές και διαστολές (Liu 2002).

- *Livingroofs.org*

Ο Ντάστι Γκέντζ (Dusty Gedge), συνιδρυτής του ανεξάρτητου βρετανικού οργανισμού ερευνών για τις πράσινες ταράτσες, Livingroofs.org, δήλωσε ότι το Δημαρχείο του Σικάγο δεν χρησιμοποιεί πια κλιματιστικά λόγω της φύτευσης του δώματός του. Στην ομιλία του ανέφερε πως εταιρείες που έχουν τοποθετήσει πράσινα δώματα, δηλώνουν ότι στο χώρο κάτω από το φυτεμένο δώμα έχουν μείωση της κατανάλωσης ενέργειας πάνω από 25%.

- *Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο*

Έρευνα που πραγματοποιήθηκε το καλοκαίρι του 2009 από τη Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών του ΕΜΠ με επικεφαλής τον καθηγητή Εμμανουήλ Ρογδάκη στο κτίριο του Υπουργείου Οικονομίας και Οικονομικών, στην πλατεία Συντάγματος, έδειξε ότι το φυτεμένο δώμα του έχει αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στην κατανάλωση ενέργειας για κλιματισμό (9,6%) και για θέρμανση (4,4%). Παρ' ότι η πράσινη στέγη, που εγκαταστάθηκε το καλοκαίρι του 2008, καταλαμβάνει μόλις το 52% της επιφάνειας της οροφής (650m²) εξοικονόμησε 5.630 ευρώ από την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος και πετρελαίου μέσα σε έναν χρόνο. Σύμφωνα με τις μετρήσεις της έρευνας, η διαφορά θερμοκρασίας που προκύπτει μεταξύ φυτεμένης και μη φυτεμένης επιφάνειας της στέγης φτάνει τους 18 °C (37 και 55 °C αντίστοιχα). Η ίδια μελέτη έδειξε ότι η εξοικονόμηση ενέργειας για τον τελευταίο όροφο του κτιρίου μπορεί να υπερβεί το 50%.

- *Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας*

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα με την έρευνα του ΕΜΠ έδειξε και η έρευνα που διεξήγαγε ο καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου της Θεσσαλίας και Διευθυντής του Ινστιτούτου Τεχνολογίας και Διαχείρισης Αγροοικοσυστημάτων του Κέντρου Έρευνας Τεχνολογίας και Ανάπτυξης Θεσσαλίας (ΚΕΤΕΑΘ), Κωνσταντίνος Κίττας με τον Θωμά Μπαρτζάνα, Εντεταλμένο Ερευνητή του ΚΕΤΕΑΘ, με θέμα την ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση των Ελληνικών κτιρίων γενικότερα, η οποία δημοσιεύτηκε τον Δεκέμβριο του 2009.

- *Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Απο έρευνα σε νηπιαγωγείο με φυτεμένο δώμα στην Αθήνα, την οποία διενήργησε η επιστημονική ομάδα του καθηγητή του Πανεπιστημίου Αθηνών Μάνθου

Σανταμούρη, ειδικού στη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, βρέθηκε ότι η μείωση στην κατανάλωση ενέργειας (ηλεκτρικό ρεύμα και πετρέλαιο) για ολόκληρο το κτίριο κυμάνθηκε από 6-49%, ενώ στον τελευταίο όροφο, που βρίσκεται ακριβώς κάτω από το δώμα, η μείωση κυμάνθηκε από 12-87%.

Συνοψίζοντας, οι αριθμητικές τιμές που προκύπτουν από τις διάφορες μελέτες, αποτελούν και τα ισχυρότερα επιχειρήματα που αφορούν τη θετική επιρροή των φυτεμένων δωματίων, έτσι:

- ✓ Ένα φυτεμένο δώμα 6m^2 απορροφά κάθε χρόνο 2.5 kg σκόνης, ρύπων, γύρης και άλλων αιωρούμενων σωματιδίων, ανάμεσά τους και τα: μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου, διοξείδιο του αζώτου, όζον κλπ. που είναι στοιχεία των αστικών κέντρων.
- ✓ 1m^2 πράσινης στέγης φιλτράρει σε έναν χρόνο γύρω στα 200 g σκόνης αεροζόλ και αιωρούμενων σωματιδίων του νέφους.
- ✓ Τα φυτά που χρησιμοποιούνται στα φυτεμένα δώματα «συλλαμβάνουν» και συγκρατούν στα φυλλώματά τους τα βαρέα μέταλλα που υπάρχουν στον αέρα και στο νερό της βροχής λόγω του ότι τους είναι απαραίτητα για να τραφούν.
- ✓ Μέσω της αναπνοής των φυτών, η ατμοσφαιρική θερμοκρασία μειώνεται δραστικά σε ποσοστό μέχρι και 50% τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ✓ Μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης, τα φυτά του δώματος, διασπών το διοξείδιο του άνθρακα και το μετατρέπουν σε οξυγόνο.

Συνεπώς, η επιλογή εγκατάστασης πράσινων οροφών στις κατασκευές αποφέρει θετικά αποτελέσματα, έχοντας οικολογικό αλλά και θετικό οικονομικό αντίκτυπο στον άνθρωπο, στο περιβάλλον και στα κτίρια, τόσο σε άμεσο χρονικό διάστημα όσο και μακροπρόθεσμα. Είναι αποδεδειγμένο ότι η θερμοκρασία της επιφάνειας μιας ταράτσας μπορεί να φτάσει τους $80\text{ }^\circ\text{C}$, ενώ παράλληλα η θερμοχωρητικότητα των δομικών υλικών αυξάνει τις απαιτήσεις ενέργειας για ψύξη του κτιρίου. Στο επίπεδο της οικονομίας, εφόσον τα φυτά απορροφούν τη ζέστη για τις ανάγκες του μεταβολισμού τους και αφού μια πράσινη στέγη θερμαίνεται και ψύχεται πολύ πιο αργά από μια συμβατική, το κτίριο κλιματίζεται πιο αποτελεσματικά και μειώνει άμεσα το κόστος θέρμανσης και ψύξης των κτιρίων έως και 50%, αφού μειώνει την επιφανειακή θερμοκρασία της ταράτσας έως και $45\text{ }^\circ\text{C}$, σε σχέση με ένα συμβατικό δώμα, σταθεροποιεί την επιφανειακή θερμοκρασία της σε επίπεδα μικρότερα των $35\text{ }^\circ\text{C}$ κατά τις θερμότερες μέρες και ώρες του έτους, μειώνει την εσωτερική θερμοκρασία έως και $10\text{ }^\circ\text{C}$ τους θερινούς μήνες και σαφώς μειώνει τις απώλειες θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου κατά τους χειμερινούς μήνες.

Ωστόσο, και μακροπρόθεσμα παρατηρούνται τα οφέλη μιας τέτοιας κατασκευής, καθώς μειώνονται οι ανάγκες σε πετρέλαιο θέρμανσης ($2\text{ λίτρα}/\mu^2/\text{χρόνο}$) έχοντας σαν αποτέλεσμα την απόσβεση του κόστους εγκατάστασης σε 4-5 χρόνια (με τις υπάρχουσες τιμές πετρελαίου). Επιπλέον, το πράσινο προστατεύει την επιφάνεια του δώματος ή της στέγης και των στεγανωτικών στρώσεων, από τις καιρικές συνθήκες (βροχοπτώσεις, χαλάζι, χιόνι), την ακτινοβολία UV, αλλά και τις μηχανικές καταπονήσεις. Έτσι, επέρχεται ο διπλασιασμός του χρόνου ζωής του δώματος και της στεγανωτικής στρώσης από τα 30 στα 60 χρόνια, εξοικονομώντας χρήματα για τον ιδιοκτήτη, αναφορικά με το κόστος επισκευής και επαναστεγανοποίησης του σκυροδέματος και συνεπώς με το κόστος συντήρησης του κτιρίου.

Σε επίπεδο οικολογικό και περιβαλλοντικό αποτελεί λύση στο φαινόμενο των θερμικών νησίδων των αστικών κέντρων και παράλληλα βελτιώνει την ποιότητα του αέρα, αφού τα φυτά χρησιμοποιούν το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας και παράγουν οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης και κατακρατούν τα βαρέα μέταλλα της ατμόσφαιρας για τροφή. Σε κάποιες περιπτώσεις, περιοχές που προστατεύονται μπορούν να φιλοξενήσουν είδη προς

εξαφάνιση της χλωρίδας και της πανίδας, σε αναπτυγμένες αστικές περιοχές. Επίσης, οι όγκοι νερού που συγκρατούνται μειώνουν την απορροή ομβρίων υδάτων από έντονες βροχοπτώσεις, ενώ μπορεί και πάλι να αποδοθούν στη φύση μέσω εξάτμισης και διαπνοής των φυτών.

Τα φυτεμένα δώματα αποφέρουν θετικά αποτελέσματα και στην ίδια την κτιριακή δομή, τόσο σαν επένδυση όσο και κατασκευαστικά και λειτουργικά. Σε επίπεδο επένδυσης, αυξάνουν την εμπορική και την αντικειμενική αξία των κτιρίων λόγω της υψηλής βαθμολόγησής τους στην ενεργειακή ταυτότητα του κτιρίου. Κατασκευαστικά, αποτελούν ικανοποιητική λύση πυροπροστασίας⁶⁸, αφού έρευνα που έγινε στο Βερολίνο έδειξε ότι εμποδίζουν την εξάπλωση της φωτιάς καλύτερα από δώματα με επικάλυψη χαλκιού. Αυτό οφείλεται στην κατακράτηση νερού από τα παχύφυτα που χρησιμοποιούνται για φύτευση (Kohler, 2004). Ο αέρας που παγιδεύεται στο υπόστρωμα και η πολυσχιδής επιφάνεια των φυτών έχουν επίσης ηχομονωτική δράση, μειώνοντας τον εξωτερικό θόρυβο τουλάχιστον κατά 10decibel, σε σχέση με ένα συμβατικό δώμα ή στέγη, άρα ένα πράσινο δώμα αποτελεί ιδανική λύση για κτίρια κοντά σε ισχυρές πηγές θορύβου (λεωφόρους, εργοστάσια, αεροδρόμια κλπ). Επιπλέον, έρευνα που έγινε στο Μόναχο και στην πόλη Κάσσελ της Γερμανίας (Herman 2003), έδειξε ότι παρέχουν προστασία από την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, αφού η διείσδυση αυτής και των μικροκυμάτων, μετά την εγκατάσταση φυτεμένου δώματος, μειώθηκε κατά 99,4%. Τέλος, και η αντιπλημμυρική προστασία αποτελεί σημαντικό όφελος, αφού σε περιπτώσεις χωρίς φυτεμένα δώματα, πάνω από το 75% των νερών της βροχής, σε μια πόλη, καταλήγει στα φρεάτια των αποχετεύσεων. Σε ισχυρές καταιγίδες η συσσώρευση αυτών των υδάτων δημιουργούν κορεσμό του αποχετευτικού συστήματος δημιουργώντας πλημμύρες που με τη σειρά τους προκαλούν μεγάλο κόστος στους Δήμους. Πέραν αυτού, το νερό της βροχής παρασύρει επικαθήμενα σωματίδια τα οποία μεταφέρει στη θάλασσα αλλά και στο πόσιμο νερό. Ένα φυτεμένο δώμα όμως, κατακρατά και φιλτράρει το 75% της ποσότητας των νερών της βροχής παρέχοντας προστασία από πλημμύρες αλλά και μόλυνση των υδάτων.

4.4.4.1 Τύποι φυτεμένου δώματος

Π: www.georhythmiki.gr και www.oikosteges.gr

Οι πράσινες στέγες, ανάλογα, με το είδος της βλάστησης που χρησιμοποιείται, το βάθος του απαραίτητου υποστρώματος και του βαθμού φροντίδας που χρειάζονται, κατατάσσονται σε τρεις τύπους. Εκτός από την παραπάνω διάκριση, η τελική επιλογή του είδους της φυτεμένης στέγης επηρεάζεται από τη χρήση για την οποία προορίζεται αλλά και από το γεωγραφικό σημείο που βρίσκεται το κτίριο όπου θα τοποθετηθεί. Ωστόσο, αυτές οι παράμετροι δεν αποτελούν κριτήριο δεσμευτικό στον διαχωρισμό σε τύπους, αφού ένα φυτεμένο δώμα με γκαζόν στο Βανκούβερ, για παράδειγμα, ανήκει στον εκτατικό τύπο, ενώ ένα στην Αθήνα χαρακτηρίζεται εντατικό, λόγω αυξημένων αναγκών σε άρδευση και συντήρηση. Οι τρεις τύποι φυτεμένου δώματος, είναι:

- **Ο εκτατικός (extensive)**

Ο εκτατικός τύπος φέρει τα περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τους άλλους δύο τύπους, αφού συνδυάζει όλα τα οικονομικά και οικολογικά οφέλη ταυτόχρονα. Επιλέγεται

⁶⁸ Στο καταφύγιο ταινιών στο UFA Studios στο Μπάμπελσμπεργ της Γερμανίας, που δημιουργήθηκε τη δεκαετία του 1930 για την αποθήκευση σημαντικών έργων (όπως ταινίες της Μαρλέν Ντίντριχ), για την ενίσχυση της πυρασφάλειας χρησιμοποιήσαν φυτεμένα δώματα σε συνδυασμό με χοντρούς εσωτερικούς τοίχους (Kohler, 2003)

παγκοσμίως από τις περισσότερες επιχειρήσεις και οργανισμούς, καθώς έχει άμεση απόσβεση εξοικονομώντας χρήματα από την πρώτη μέρα τοποθέτησής του. Οι ανάγκες του σε άρδευση είναι περιορισμένες έως και μηδενικές κι έτσι αναδεικνύεται ως η αποδοτικότερη, από οικολογική άποψη, επιλογή. Για τη χώρα μας, που το κλίμα της χαρακτηρίζεται από μεγάλες αυξομειώσεις θερμοκρασίας και ισχυρούς ανέμους, αλλά και η επάρκεια νερού είναι σημαντικά περιορισμένη, αυτός ο τύπος είναι ο πλέον ενδεδειγμένος.

Τεχνικά, αποτελείται από σύστημα υποδομής και ειδικό ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 7- 15cm, το οποίο μαζί με το φυτικό υλικό δημιουργεί μόνιμο οικοσύστημα για τη συντήρηση του οποίου απαιτείται ελάχιστη φροντίδα. Το φορτίο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 70-120 kg/m² κορεσμένο και το ριζικό σύστημα των φυτών επιφανειακό. Το περιορισμένο βάρος της κατασκευής συνολικά επιτρέπει την εγκατάστασή της σε οποιαδήποτε, σχεδόν, οροφή με κλίση έως και 45°. Σε κλίσεις άνω των 20° κρίνεται απαραίτητη η πρόσθετη χρήση γεωκυψελών ή στοιχείων συγκράτησης του υποστρώματος. Τέλος, ιδανικά για την περίπτωση αυτού του τύπου είναι τα φυτά χαμηλής βλάστησης, όπως φυτικοί τάπητες, χλοοτάπητες, αγριολούλουδα και φυτά εδαφοκάλυψης.

- **Ο ημιεντατικός (semi extensive)**

Είναι ένας ενδιάμεσος τύπος μεταξύ του εκτατικού και του εντατικού και χαρακτηρίζεται από τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, ανάλογα προς ποια κατεύθυνση κλίνει περισσότερο. Η κατασκευή αποτελείται από σύστημα υποδομής και ελαφρύ υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών ύψους 12-40cm με κορεσμένο φορτίο 120-250 kg/m². Εφαρμόζεται σε επικλινείς ή επίπεδες οροφές και απαιτεί συντήρηση (άρδευση, λίπανση κλπ.). Η ποικιλία των φυτών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περιλαμβάνει χλοοτάπητες, ποώδη φυτά και μικρούς/μεσαίους θάμνους.

- **Ο εντατικός (intensive)**

Αυτός ο τύπος επιλέγεται κυρίως για αισθητικούς και ψυχολογικούς λόγους, με σκοπό την ενίσχυση της σχέσης του κοινού με το φυσικό περιβάλλον. Τα φυτά που μπορούν να επιλεγούν στην περίπτωση αυτή είναι απεριόριστα και μπορούν να προσαρμοστούν στα γούστα του εκάστοτε ιδιοκτήτη, ενώ μπορούν να συμπεριληφθούν στη σύνθεση και κατασκευές όπως μονοπάτια και στοιχεία νερού. Αποτελεί καλή επιλογή σε κατασκευές που βρίσκονται σε υγρά και ήπια κλίματα, που δεν χαρακτηρίζονται από ισχυρούς ανέμους. Σαν μειονεκτήματά του προβάλλουν το υψηλό κόστος τοποθέτησης και συντήρησης, που επιβραδύνουν την απόσβεση, οι περίπλοκες και αυξημένες ανάγκες του σε άρδευση, οι οποίες περιορίζουν το οικολογικό του όφελος, αφού απαιτούνται μεγάλοι όγκοι νερού και τέλος, η επιβάρυνση που προκαλεί στο στατικό φορτίο του κτιρίου, βάζοντας σε κίνδυνο παλαιότερες κατασκευές αλλά και κατασκευές σε σεισμογενείς περιοχές.

Κατασκευαστικά, το σύστημα αυτό συνίσταται στη δημιουργία ενός κήπου, σε σύστημα υποδομής με υπόστρωμα 15-150cm και κορεσμένο φορτίο τουλάχιστον 250kg/m².

	Εντατικός	Ημιεντατικός	Εκτατικός
Είδος βλάστησης	Χλοοτάπητας (γκαζόν), άνθη, θάμνοι, δέντρα	Χλόη, άνθη, βότανα, θάμνοι	Χλόη, άνθη, βότανα, ποώδη φυτά για εδαφοκάλυψη
Συνήθης χρήση	Κήπος / Πάρκο	Κήπος / Οικολογικό τοπίο	Οικολογικό τοπίο
Οικολογικό Όφελος	Μέτριο	Υψηλό	Υψηλό
Βάθος υποστρώματος	50-100 εκατοστά	15-50 εκατοστά	2-15 εκατοστά
Βάρος (βρεγμένο)	180-500 κιλά/τμ	120-200 κιλά/τμ	50-150 κιλά/τμ
Κόστος τοποθέτησης	Υψηλό	Μέτριο	Χαμηλό
Πότισμα	Συχνό	Τακτικό	Καθόλου
Κόστος συντήρησης	Υψηλό	Κατά περιόδους υψηλό	Χαμηλό έως μηδενικό
Απόσβεση	Αργή	Σχετικά αργή	Άμεση

Εικόνα 203: Χαρακτηριστικά στοιχεία τύπων φυτεμένου δώματος

4.4.4.2 Κατασκευή φυτεμένου δώματος

Η εγκατάσταση μιας τέτοιας κατασκευής προϋποθέτει την εξέταση κάποιων παραγόντων οι οποίοι θα επηρεάσουν τόσο την ίδια την κατασκευή όσο και την μετέπειτα ομαλή λειτουργία της. Οι παράγοντες αυτοί είναι οι κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της υπάρχουσας ή της προς δόμηση οροφής, οι πιθανές ιδιαίτερες απαιτήσεις του φυτικού υλικού καθώς και η ένταση της καλλιεργητικής φροντίδας που θα χρειαστούν τα επιλεγόμενα φυτά.

Στα πλαίσια αυτής της μελέτης και στο αντικείμενο και πεδίο ενασχόλησης του μελετητή του κτιρίου, περιλαμβάνονται οι δύο πρώτοι παράγοντες, ενώ οι δύο επόμενοι είναι αντικείμενο μελέτης και απασχόλησης άλλων ειδικοτήτων, όπως γεωπόνων. Όσον αφορά τις κλιματολογικές συνθήκες, τα στοιχεία που εξετάζονται είναι το κλίμα της περιοχής, το μικροκλίμα που παρουσιάζει, η συχνότητα και η ένταση των ετήσιων βροχοπτώσεων, η μέση ηλιοφάνεια, η εμφάνιση περιόδων ξηρασίας και η συχνότητά τους, η εμφάνιση περιόδων παγετού, με ή χωρίς κάλυψη από χιόνι και τέλος η κατεύθυνση και η ένταση των επικρατούντων ανέμων.

Αναφορικά με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του δώματος ή της στέγης, τα στοιχεία που εξετάζονται είναι:

- Οι περιοχές του δώματος/στέγης που εκτίθενται στον ήλιο, που σκιάζονται και που υπάρχει εναλλαγή ήλιου-σκιάς
- Ο τρόπος απορροής των υδάτων των βροχοπτώσεων
- Η επίδραση της εκπομπής των καυσαερίων
- Τα ρεύματα αέρα
- Οι επιφάνειες της στέγης/δώματος που εκτίθενται
- Οι ανακλώσες επιφάνειες που πιθανώς να υπάρχουν
- Η πιθανή επιπλέον αύξηση του φορτίου από νερό που προέρχεται από παρακείμενα κατασκευαστικά στοιχεία
- Η κλίση της στέγης
- Η φέρουσα ικανότητα του κτιρίου



Η διαστρωμάτωση⁶⁹ των υλικών που απαρτίζουν το σύστημα που αποτελεί το φυτεμένο δώμα (Εικόνα 201) υλοποιείται με τέτοιο τρόπο και σε επάλληλες λειτουργικές στρώσεις, ώστε τα υλικά να συνδυάζονται μεταξύ τους με στόχο το βέλτιστο αποτέλεσμα.

Έτσι, με σειρά τοποθέτησης, απαριθμούνται

Εικόνα 204: Διαστρωμάτωση υλικών φυτεμένου δώματος τα υλικά:

- 1. Μεμβράνη ελέγχου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος ή αντιρριζική μεμβράνη**, είναι κατασκευασμένη από ηλεκτρονικά ελεγμένο πολυαιθυλένιο (PE), πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) ή εύκαμπτη πολυολεφίνη (FPO). Προσφέρει συνεχή προστασία στη μόνωση της οροφής αποτρέποντας τη διάτρηση, από το ριζικό σύστημα των φυτών, των στεγανώσεων της οροφής (FLLguidelines 5.3/2002, 8.2/2002)
- 2. Υπόστρωμα συγκράτησης υγρασίας και προστασίας της μόνωσης**, είναι κατασκευασμένο από πολυεστερικές συνθετικές και ανακυκλωμένες ίνες. Έχει πάχος 1,8-7mm και συγκρατεί νερό από 1,8-7 λιτ/τμ. Προσφέρει επιπλέον προστασία στην υποκείμενη αντιρριζική μεμβράνη και στα συστήματα στεγάνωσης από πλήγματα.

Κατηγορία αντοχής 3-4 (FLLguidelines 5.3/2002, 8.2/2002)

- 3. Αποστραγγιστικό σύστημα**, πρέπει να είναι κατασκευασμένο από θερμοδιαμορφωμένο πολυαιθυλαίνιο (HDPE) ή ανακυκλωμένο πολυστυρένιο και από υδροφοβική διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) με αμφίπλευρες εγκοιλώσεις, κενούς χώρους στους οποίους συσσωρεύεται νερό. Οπές από τις οποίες η περίσσεια ύδατος οδηγείται στις υδρορροές ή συγκεντρώνεται σε ειδική δεξαμενή για επανάχρηση. Το αποστραγγιστικό σύστημα πρέπει να λειτουργεί σαν αποθήκη νερού, ενιαία αποστράγγιση, μέσο αερισμού του υποστρώματος ανάπτυξης φυτών και προστασία για τις υποκείμενες μεμβράνες.

Τυπικά χαρακτηριστικά:

- Ικανότητα αποστράγγισης νερού από 4,0-8,1 l/mxs
- Όγκος πλήρωσης από 10 ως 29 λιτ/τμ
- Ικανότητα αποθήκευσης νερού από 3 ως 17 λιτ/τμ
- (FLLguidelines 7.2/2002)

- 4. Διηθητικό φίλτρο**, είναι κατασκευασμένο από θερμικά ενισχυμένο πολυπροπυλένιο και είναι σχεδιασμένο ώστε να αποτρέπει τη μεταφορά τεμαχιδίων από το υπόστρωμα στο αποστραγγιστικό σύστημα που θα μπορούσαν να προκαλέσουν το φράξιμό του και να εμποδίσουν τη ροή του νερού. Πρέπει να είναι ανθεκτικό σε λιπάσματα, οξέα, αλκάλια και οργανικές ενώσεις π.χ φυτοφάρμακα, εκκρίσεις ριζών κλπ. και να είναι βιολογικά και χημικά ουδέτερο.

Κατηγορία αντοχής 1-3 (DINISO 12236, FLLguidelines 5.3/2002,8.2/2002)

⁶⁹ Π: <http://www.georhythmiki.gr> (απόσπασμα)

5. **Υπόστρωμα ανάπτυξης φυτών**, πρέπει να δίνει τη δυνατότητα στα φυτά να αναπτύξουν ένα πυκνό ριζικό σύστημα και να ικανοποιεί τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ανάγκες των φυτών. Απαιτείται να έχει συγκεκριμένο πορώδες, ΡΗ και κοκκομετρία, ανάλογα με το φυτικό υλικό που θα επιλεγεί. Πρέπει να είναι σταθερό, να απορροφά και να συγκρατεί νερό για την ανάπτυξη των φυτών και να επιτρέπει μόνο στην περίσσεια νερού να οδηγείται στο αποστραγγιστικό σύστημα. Πρέπει να επιτρέπει τον αερισμό του ριζικού συστήματος των φυτών ακόμα και όταν είναι κορεσμένο με νερό. Πρέπει σε βάθος χρόνου να μην συμπιέζεται και να μην χρησιμοποιείται κηπευτικό χώμα σε αυτό. Όσο αυξάνεται το πάχος του υποστρώματος ανάπτυξης που θα χρησιμοποιηθεί πρέπει να διαφοροποιείται η περιεκτικότητα του φυτικού υποστρώματος όσον αφορά στην οργανική ουσία.

Τα τυπικά χαρακτηριστικά του ανάλογα με το φυτεμένο δώμα είναι τα εξής :

- ΡΗ 6.5-8.5
 - Περιεκτικότητα σε άλατα/περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 3-20%
 - Συνολικός όγκος πόρων 60-80%
 - Μέγιστη υδατοϊκανότητα 20-50%
 - Παρουσία Αργύλου/ κορεσμένο ειδικό βάρος <1.200kg/m³
6. **Φυτικό υλικό**, η επιλογή φυτικού υλικού λαμβάνει υπόψη τους κλιματολογικούς και οικολογικούς παράγοντες, το ριζικό σύστημα των φυτών (για την αποφυγή διάτρυσης των στεφανώσεων), το αισθητικό αποτέλεσμα και τον τύπο του φυτεμένου δώματος, που ορίζει το πάχος και το είδος του φυτικού υποστρώματος. Βασικοί παράγοντες οι οποίοι λαμβάνονται υπόψη είναι η αντοχή των φυτικών ειδών στις υψηλές θερμοκρασίες και την ένταση του ανέμου.

Σε περίπτωση μη χημικής συμβατότητας των υλικών στεγάνωσης και του φυτεμένου δώματος τοποθετείται η διαχωριστική μεμβράνη.

4.4.5 Φυτικός τοίχος

Π: <http://www.greenroofs.com.gr/>

Εκτός από τη φύτευση που μπορεί να γίνει στο δώμα, ακόμα μια επιλογή ενσωμάτωσης του πράσινου στην αρχιτεκτονική δίνεται στον εκάστοτε μελετητή, με την κατασκευή **υδροπονικών τοίχων**. Πράσινος τοίχος, φυτικός τοίχος, κάθετος (επιτοίχιος) κήπος είναι μερικές από τις ονομασίες που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή αυτή. Αποτελούν μεγάλο επίτευγμα στον τομέα των κτιριακών κατασκευών σε συνάρτηση με την οικολογική διακόσμηση αφού ωφελούν αρκετά το αστικό περιβάλλον και το «ανακουφίζουν». Παρέχουν οπτική απομόνωση, υψηλή αισθητική αλλά και αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας. Δεν απαιτούν πολλή χώρο, ούτε ιδιαίτερη συντήρηση και περιποίηση, αρκεί η κατασκευή, η τοποθέτηση και η επιλογή των φυτών να γίνεται βάσει των αναγκών του κτιρίου και των χρηστών. Οι κατακόρυφοι κήποι μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε σε εσωτερικό χώρο είτε στον εξωτερικό, σαν διακοσμητικό στοιχείο ή και πάνω σε τοιχοποιία του ίδιου του κτιρίου.

Για όλους τους παραπάνω λόγους, οι κατακόρυφοι κήποι αποτελούν αρκετά διαδεδομένη κατασκευή στο εξωτερικό και τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται ραγδαία και στην Ελλάδα. Τα φυτά που ενδείκνυνται για την κατασκευή αυτή ποικίλουν από γρασίδι μέχρι θάμνους χαμηλής ανάπτυξης και άγρια ανθοφόρα φυτά. Κυρίως επιλέγονται εδαφοκαλυπτικά φυτά λόγω της γρήγορης εξάπλωσής τους πάνω σε επιφάνειες. Καθώς μεταβάλλεται το χρώμα του φυλλώματός τους ή των ανθών τους κατά τη διάρκεια του έτους δίνουν ένα φυσικό

αντοχή τους σε καταπονήσεις, την ποιότητά τους, τη δυνατότητα συνύπαρξης διαφορετικών υλικών, τη βελτιστοποίησή τους και άλλα. Ειδικότεροι έλεγχοι αφορούν στην εξειδίκευση ορισμένων υλικών όπως θερμομονωτικές ιδιότητες, ιδιότητες πυροπροστασίας κλπ. Επιπλέον, τα δομικά υλικά οφείλουν να περνάνε από ελέγχους που αφορούν την επίδρασή τους στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Κάποια υλικά για παράδειγμα έχουν κατά καιρούς αποσυρθεί λόγω τοξικότητας ή επιβλαβών χημικών στοιχείων τους, όπως για παράδειγμα ο αμιάντος.

Η τοξικότητα⁷⁰ είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών, που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές να αποτελούνται ή να περιέχουν ουσίες τοξικές οι οποίες όταν απελευθερώνονται ή ακόμα κι όταν συνδυάζονται με άλλες ουσίες, μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και συνεπώς την υγεία των χρηστών του εκάστοτε κτιρίου. Υψηλά τοξικά και καρκινογόνα είναι κάποια υλικά που χρησιμοποιούνται στη σύνθεση δομικών υλικών όπως κάποια χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, πτητικές οργανικές ενώσεις, φορμαλδεΰδες, πετροχημικά προϊόντα (που περιέχονται κυρίως σε πλαστικά), πετροχημικές βαφές, κόλλες και ρητίνες κ.α. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα περισσότερα υλικά δεν περιέχουν ένα μόνο τοξικό συστατικό, αλλά περισσότερα τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και η τοξικότητά τους δρα σωρευτικά. Το ίδιο ισχύει και για δομικά υλικά διαφορετικά που όμως χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα. Οι επιπτώσεις της τοξικότητας των υλικών στην ανθρώπινη υγεία είναι αναπαραγωγικές ανωμαλίες, τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα, καρκινογόνα και μεταλλαξιογόνα δράση, ερεθισμοί και ποικίλες αλλεργικές αντιδράσεις. Στον πίνακα 11 παρουσιάζονται τα κυριότερα τοξικά υλικά και χημικά στοιχεία καθώς και τα σημεία στα οποία συνήθως απαντώνται.

ΟΥΣΙΑ-ΥΛΙΚΟ	ΧΡΗΣΗ
Αμιάντος	Παλιά κτίρια
Βενζόλιο	Βενζίνη
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός ψευδάργυρος	Αντισκωριακές στρώσεις
Κάδμιο	επιχρίσματα
Ενώσεις χρωμίου	Βερνίκια ξύλου
Διοξίνες	Καμένα κτίρια
Χρωμικός μόλυβδος	επιχρίσματα
φορμαλδεΰδη	συγκολλητικό
Συνθετικές ίνες	μονώσεις
PCB	Λαμπτήρες Αερίου

Πίνακας 11: Τοξικά υλικά

⁷⁰ « έρευνες που έχουν διεξαχθεί αποκαλύπτουν πως το 37% των δομικών προϊόντων έχουν μέση τοξικότητα και είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία, ενώ το 2% είναι τοξικά έως πολύ τοξικά.» (απόσπασμα)

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», διπλωματική εργασία Αργυράκη Μαρία, Ε.Μ.Π., Τμήμα Μηχανολόγων-Μηχανικών, Αθήνα Ιούλιος 2008, http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Συνεπώς, τα χρησιμοποιούμενα δομικά υλικά θα πρέπει να φέρουν κάποιες πιστοποιήσεις ότι έχουν ελεγχθεί βάσει των παραπάνω. Υπάρχουν προδιαγραφές⁷¹ και τυποποιήσεις που οφείλουν να φέρουν προκειμένου να εκπληρώνονται οι ελάχιστες απαιτήσεις τόσο της ίδιας της κατασκευής όσο και των χρηστών αυτής, για να χρησιμοποιείται με ασφάλεια. Οι τυποποιήσεις αυτές μπορεί να είναι σε εγχώριο, εθνικό επίπεδο (π.χ DIN, ASTM) αλλά και σε ευρωπαϊκό και διεθνές μέσω των σχετικών φορέων (CEN, ISO). Έχουν δημιουργηθεί πρότυπα, τα οποία περιγράφουν τις ελάχιστες απαιτούμενες προδιαγραφές που πρέπει να πληρούν τα δομικά υλικά, ανάλογα βέβαια της βαρύτητας που έχει η εφαρμογή του κάθε υλικού, με σκοπό να γίνονται αποδεκτά σε όλες τις χώρες εξ ίσου. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η Οδηγία που αφορά τα δομικά υλικά είναι η 89/106 και έχει ως στόχο να καταργηθούν τα τεχνικά εμπόδια που υπάρχουν τόσο στην εμπορία όσο και στη χρήση των δομικών υλικών μεταξύ των κρατών μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, έτσι ώστε να υπάρχουν τα ίδια κριτήρια διάκρισης υλικών, σε όλες τις χώρες.

Σύμφωνα με την Οδηγία αυτή, οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρούν τα δομικά έργα και κατά συνέπεια τα δομικά υλικά είναι:

1. Μηχανική αντοχή και ευστάθεια
2. Πυρασφάλεια
3. Υγιεινή, υγεία και περιβάλλον
4. Ασφάλεια χρήσης
5. Προστασία κατά του θορύβου
6. Εξοικονόμηση ενέργειας και συγκράτηση θερμότητας

Οι ευρωπαϊκές τεχνικές προδιαγραφές που καθορίζουν τη συμμόρφωση με τις παραπάνω απαιτήσεις είναι:

- Τα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα (EN)
- Οι Ευρωπαϊκές τεχνικές έγκρισης (ETA)
- Οι αναγνωρισμένες (σε ευρωπαϊκό επίπεδο) εθνικές τοπικές προδιαγραφές

Τα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα (EN) που συντάσσονται από τον CEN (European committee for standardization) βασίζονται είτε σε προϋπάρχοντα εθνικά πρότυπα (DIN, BSI, UNI, κλπ) είτε προκύπτουν ως αποτέλεσμα διαβούλευσης και συνεργασίας των εθνικών οργανισμών τυποποίησης (για την Ελλάδα είναι ο ΕΛΟΤ). Η συμμόρφωση με τα εναρμονισμένα ευρωπαϊκά πρότυπα (EN), οδηγεί στην απόκτηση σήμανσης CE του δομικού προϊόντος. Στην Οδηγία 89/106 αναφέρεται ότι η σήμανση αυτή, δηλώνει ότι το παρόν προϊόν πληροί τις απαιτήσεις όλων των σχετικών κοινοτικών διατάξεων και επομένως είναι κατάλληλο για την προβλεπόμενη χρήση.

Η επιβεβαίωση συμμόρφωσης ενός προϊόντος με τα πρότυπα γίνεται μέσω 6 διαφορετικών συστημάτων (1+, 1, 2+, 2,3,4) ανάλογα με τον βαθμό εμπλοκής ενός κοινοποιημένου οργανισμού στην αξιολόγηση της συμμόρφωσης του προϊόντος. Το ποιο σύστημα/τα σχετίζεται/ονται με κάθε προϊόν αναφέρεται στο αντίστοιχο πρότυπο και ο παραγωγός του δομικού υλικού έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το σύστημα που θα ακολουθήσει ή και όχι. Σε κάθε περίπτωση ο παραγωγός θα πρέπει να διαθέτει ένα πλήρως τεκμηριωμένο σύστημα ελέγχου της παραγωγής στο εργοστάσιο, τύπου ISO 9001.

Οι κοινοποιημένοι οργανισμοί που εμπλέκονται στην επιβεβαίωση της συμμόρφωσης είναι εργαστήρια δοκιμών, οργανισμοί επιθεώρησης και οργανισμοί πιστοποίησης. Στην Ελλάδα, για την κοινοποίηση φορέων πιστοποίησης, επιθεώρησης και εργαστηρίων δοκιμών στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, αρμόδιος φορέας είναι το ΥΠΑΝ βάσει του ΠΔ 334/94. Οι

⁷¹ Οι πληροφορίες για τις προδιαγραφές των δομικών υλικών και των οργανισμών που σχετίζονται με αυτές λήφθηκαν από δημοσιευμένο πρακτικά Συνεδρίου που έλαβε χώρα στη Θεσσαλονίκη στις 2.12.2008 και σχετιζόταν με «ΠΟΙΟΤΗΤΑ, ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ, ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΓΟΡΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΑΔΟ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ», <http://www.sbbe.gr/docs/domika.pdf>

κοινοποιημένοι φορείς που υπάρχουν σήμερα για την πιστοποίηση δομικών υλικών στην Ελλάδα είναι μόλις τρεις:

1. Ο ΕΛΟΤ, ο οποίος έχει κοινοποιηθεί για την τυποποίηση τσιμέντων, δομικών στοιχείων (τούβλων), έτοιμων κονιαμάτων για κτίσιμο τοιχοποιίας (λάσπη χτισίματος), αδρανών υλικών υψηλών απαιτήσεων και πρόσμικτων σκυροδέματος και κονιαμάτων
2. Η εταιρεία EUROCERT που έχει κοινοποιηθεί για την πιστοποίηση των ίδιων προϊόντων με τον ΕΛΟΤ και
3. Το Ελληνικό κέντρο ανάπτυξης αλουμινίου (ΕΚΑΝΑΛ) που αποτελεί κοινοποιημένο εργαστήριο δοκιμών για προφίλ αλουμινίου, πόρτες, παράθυρα κλπ.

Ωστόσο η δυσκολία εναρμόνισης των εθνικών συστημάτων και οργανισμών με τα διεθνή, δημιουργούν προβλήματα στην πιστοποίηση ορισμένων τοπικών υλικών. Για παράδειγμα, ένας παραγωγός στην Ελλάδα δεν μπορεί να πιστοποιήσει ένα δομικό προϊόν εάν αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται στα προαναφερθέντα των ΕΛΟΤ, EUROCERT και ΕΚΑΝΑΛ, δηλαδή προϊόντα ευρείας εφαρμογής, όπως κόλλες πλακιδίων (EN 12004), υλικά επίστρωσης δαπέδων (EN 13813), προϊόντα για προστασία και επισκευή σκυροδέματος (EN 1504-1 έως 10), συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης (ETAG-004), επαλειφόμενα στεγανωτικά ταρατσών (ETAG-005) και πολλά άλλα για τα οποία υπάρχουν εναρμονισμένα πρότυπα (EN) και η σήμανση CE είναι υποχρεωτική, δεν γίνεται να πιστοποιηθούν στην Ελλάδα γιατί δεν υπάρχουν εργαστήρια όπου θα εξακριβωθεί η συμμόρφωσή τους με τις προδιαγραφές των προτύπων.

4.5.1 Δομικά υλικά κατασκευής κτιρίου

Στις σημερινές κατασκευές χρησιμοποιούνται τα πατροπαράδοτα τοπικά υλικά, ατόφια ή και μετά από βελτιώσεις και επεξεργασία αλλά οι σημερινές συνθήκες ωθούν τους κατασκευαστές στην επιλογή οικολογικών και φιλικών προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο υλικών, όλο και περισσότερο. Στην παράγραφο αυτή θα γίνει μια προσπάθεια διάκρισης των βασικών υλικών σε συμβατικά και οικολογικά καθώς θα αναφερθούν και τα κριτήρια επιλογής υλικών για κάθε κατασκευή.

4.5.1.1 Συμβατικά-τοξικά- μη οικολογικά δομικά υλικά

Όπως έχει αναφερθεί και σε προηγούμενα κεφάλαια, η ως τώρα ιστορία της αρχιτεκτονικής, έχει δείξει τη χρήση διαφόρων δομικών υλικών για διαφορετικές χρήσεις, που όμως, με τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας και τη σύνθεση τεχνητών δομικών υλικών, διευκόλυναν μεν τη ζωή του ανθρώπου, προκαλούσαν δε, προβλήματα και στον ίδιο και στο περιβάλλον του. Αυτή η κατηγορία υλικών είναι τα συμβατικά, μη οικολογικά ή τοξικά υλικά, τα οποία μετά από μελέτες, πειράματα και εξετάσεις των ίδιων των υλικών σε βάθος χρόνου και με τη βοήθεια της τεχνογνωσίας και της τεχνολογίας, βελτιώθηκαν ή ακόμα και απαγορεύθηκαν, ανάλογα με την τοξικότητά τους και τις βλάβες που μπορεί να προκαλέσουν. Μεταξύ άλλων βλαβών, η κυριότερη είναι ο καρκίνος.

Έχουν παρατηρηθεί βλάβες από δηλητηριώδεις ουσίες χωρίς το άτομο να έχει απομακρυνθεί από το σπίτι ή και ασθένειες που προκαλούνται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Πολλές βαφές περιέχουν μόλυβδο ή ανιχνεύεται στο πόσιμο νερό που διοχετεύεται μέσω μολύβδινων σωλήνων. Μια ακόμα απειλή είναι η παρουσία του αμιάντου με τη μορφή χρυσοτίλη-6 σε σπία, σχολεία ή δημόσια κτίρια. Έτσι, το πρόβλημα στην επιλογή των δομικών υλικών εμφανίζεται στη δυσκολία εύρεσης ενός υλικού που καλύπτει ταυτόχρονα τεχνολογικές, αισθητικές και οικονομικές ανάγκες του κτιρίου παράλληλα με τη μικρότερη δυνατή πρόκληση βλαβών στον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Με τον όρο «τοξικότητα» εννοείται η δυνατότητα μιας ουσίας να προκαλέσει βλάβη στο μυαλό ή στο σώμα (Concise Oxford Dictionary). Μια τοξική ουσία εισέρχεται στον οργανισμό με τρεις τρόπους:

- Απορρόφηση μέσω του πεπτικού συστήματος
- Μέσω της αναπνοής
- Μέσω του δέρματος.

Στη συνέχεια αποθηκεύεται, αποβάλλεται ή μετατρέπεται σε κάποια άλλη ουσία (βιομεταλλαγή). Κάποια από τα όργανα και τα μέρη του ανθρώπινου σώματος, όπως το συκώτι, τα νεφρά και το αίμα, παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευαισθησία στις τοξικές ουσίες.

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή νομοθεσία, η επιγραφή ενός προϊόντος πρέπει να περιέχει ολοκληρωμένες πληροφορίες σχετικά με τη χρήση και την ασφάλειά του. Όλες οι ουσίες ταξινομούνται σε κατηγορίες με σκοπό τον προσδιορισμό των τοξικολογικών, φυσικοχημικών και οικοτοξικολογικών ιδιοτήτων των ουσιών και των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των παρασκευασμάτων, τα οποία είναι δυνατόν να προκαλέσουν κινδύνους κατά τη χρήση τους. Ύστερα από τον προσδιορισμό των τυχόν επικίνδυνων ιδιοτήτων, η ουσία ή το παρασκεύασμα πρέπει αν επισημανθεί σύμφωνα με μια αποδεκτή διαδικασία, ώστε να είναι ευδιάκριτοι οι κίνδυνοι, με σκοπό να προστατευθούν οι χρήστες, το κοινό αλλά και το περιβάλλον.

Τόσο η ταξινόμηση όσο και η επισήμανση των υλικών πρέπει να επανεξετάζονται και να αναθεωρούνται όταν κρίνεται απαραίτητο, λόγω γνώσης καινούριων στοιχείων σχετικά με την τοξικότητα επιμέρους συστατικών τους. Τα στοιχεία που απαιτούνται για την ταξινόμηση και την επισήμανση μπορούν να λαμβάνονται από διάφορες πηγές, όπως αποτελέσματα προηγούμενων δοκιμών, πληροφορίες που απαιτούνται από τους διεθνείς κανονισμούς μεταφοράς επικίνδυνων ουσιών, πληροφορίες που προέρχονται από εργασίες αναφοράς και τη βιβλιογραφία ή πληροφορίες που είναι αποτέλεσμα πρακτικής εμπειρίας.

Στην επιγραφή του υλικού λαμβάνονται υπ' όψη όλοι οι πιθανοί κίνδυνοι που είναι δυνατόν να προκύψουν κατά το συνήθη χειρισμό ή χρήση των επικίνδυνων ουσιών /παρασκευασμάτων, όταν αυτές βρίσκονται στην μορφή με την οποία είναι στην αγορά, όχι όμως απαραίτητα και για τη μορφή με την οποία θα χρησιμοποιηθούν τελικά (αραίωση, ανάμιξη κλπ.). Οι σοβαρότεροι κίνδυνοι περιγράφονται με σύμβολα στη συσκευασία καθώς επίσης διασαφηνίζονται και με τυποποιημένες φράσεις κινδύνου, ενώ ειδικές φράσεις παρέχουν συμβουλές για τις απαραίτητες προφυλάξεις. Στην περίπτωση των ουσιών, οι πληροφορίες ολοκληρώνονται με την αναγραφή του ονόματος της ουσίας σύμφωνα με διεθνώς αναγνωρισμένη χημική ονοματολογία, κατά προτίμηση την ονομασία που χρησιμοποιείται στον ευρωπαϊκό κατάλογο των χημικών ουσιών που κυκλοφορούν στο εμπόριο (EINECS) ή στον Ευρωπαϊκό κατάλογο των γνωστοποιημένων χημικών ουσιών με το όνομα, τη διεύθυνση και τον αριθμό τηλεφώνου του εγκατεστημένου στην Κοινότητα προσώπου, το οποίο είναι υπεύθυνο για τη διάθεση της ουσίας στην αγορά.

Στην Εικόνα 203 Φαίνονται τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται σύμφωνα με οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης του 1967 (67/548/ΕΟΚ για την «ταξινόμηση, συσκευασία και επισήμανση των επικίνδυνων χημικών ουσιών») που με τις συμπληρωματικές οδηγίες και ενημερώσεις με νέα τεχνολογικά δεδομένα και αναλυτικές μεθόδους έχει αναδειχθεί ως η Οδηγία-πλαίσιο για τις τοξικές και επικίνδυνες ουσίες. Τα τεχνολογικά δεδομένα και οι αναλυτικές μέθοδοι αυτές αναφέρονται στην τοξικότητα και σε άλλες χαρακτηριστικές ιδιότητες των υλικών, επικίνδυνες για τον άνθρωπο, το οικοσύστημα και τη βιόσφαιρα.



Εικόνα 206: Σύμβολα επισήμανσης τοξικών και επικίνδυνων ουσιών

Πιο συγκεκριμένα όμως, η τοξικότητα των δομικών υλικών, είναι η ιδιότητα κάποιων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές και όταν απελευθερώνονται, μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και κατ' επέκταση την υγεία των χρηστών ενός κτιρίου. Παραδείγματα επιρροής του εσωτερικού αέρα είναι οι πτητικές οργανικές ενώσεις που περιέχονται σε χρώματα, συγκολλητικές ουσίες κ.α , η φορμαλδεΐδη που περιέχεται σε ορισμένες ξύλινες κατασκευές (είναι δυνατόν να εκπέμπεται από το ξύλο μέχρι και επτά χρόνια μετά), τα πετροχημικά που χρησιμοποιούνται στα περισσότερα πλαστικά, οι πετροχημικές βαφές, κόλλες και ρητίνες, οι οποίες είναι αλυσίδες του στυρενίου και της βενζίνης αλλά και η ραδιενέργεια που εκπέμπεται από κάποια υλικά. Με την ύπαρξη όλων αυτών των τοξικών ουσιών προκαλείται το φαινόμενο του «άρρωστου κτιρίου» που έχει προαναφερθεί.

Από έρευνες έχει προκύψει ότι το 37% των δομικών προϊόντων είναι επιβλαβή για την υγεία του ανθρώπου (μέση τοξικότητα) ενώ το 2% είναι τοξικά ή λίαν τοξικά. Στην πρώτη κατηγορία περιλαμβάνονται προϊόντα που περιέχουν ουσίες ύποπτες ως καρκινογόνες και με δυνατότητα να μεταλλάσσονται. Επιπλέον, έχει αποδειχθεί ότι το 8% των δομικών προϊόντων εμπίπτει στην κατηγορία των διαβρωτικών και ερεθιστικών ουσιών και φέρουν στη συσκευασία τους τη σχετική σήμανση που προβλέπεται από την οδηγία 67/548/ΕΟΚ για τις επικίνδυνες ουσίες.

Πέρα από την τοξικότητα αυτής καθ' αυτής μιας ουσίας ή ενός υλικού, μπορούν να παρουσιάζουν τοξικότητα και στη διαδικασία παραγωγής τους. Οι οδηγίες 76/464/ΕΟΚ και 80/68/ΕΟΚ για την προστασία επιφανειακών αλλά και υπόγειων υδάτων αντίστοιχα, από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες, υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να περιορίσουν ή και να μηδενίσουν τη διοχέτευση στα ύδατα συγκεκριμένων ουσιών. Επιπλέον, υποχρεώνουν τα κράτη μέλη να διεξάγουν ελέγχους πριν από τη διάθεση υλικών που ενδέχεται να οδηγήσουν έμμεσα σε ρύπανση των υπόγειων υδάτων με τις ουσίες αυτές.

Οι τοξικές ουσίες μπορούν να προκαλέσουν, οξεία τοξικότητα, χρόνια τοξικότητα, αλλεργική δράση, ερεθισμό του δέρματος, μεταλλαξιγόνο δράση, καρκινογόνο δράση, αναπαραγωγικές ανωμαλίες και εμβρυοτοξικότητα, τοξική δράση στο ανοσοποιητικό και το νευρικό σύστημα. Η διάγνωση της τοξικότητας και των λοιπών νοσογόνων ιδιοτήτων ενός δομικού υλικού προϋποθέτει ότι η σύστασή του είναι γνωστή, κάτι που δεν συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις. Οι ίδιοι περιορισμοί που ισχύουν για την τοξικότητα ισχύουν και για τη διάγνωση της οικοτοξικότητας (η τοξικότητα ενός δομικού προϊόντος στις

βιοκοινότητες και τα οικοσυστήματα). Είναι πολύ δύσκολο να ελεγχθεί λόγω έλλειψης των απαραίτητων πληροφοριών για τις ομάδες δραστικών ουσιών που χρησιμοποιούνται ή περιέχονται στα δομικά προϊόντα.

Ακολούθως θα αναφερθούν ενδεικτικά κάποια από τα πιο γνωστά και ευρέως χρησιμοποιούμενα τοξικά υλικά :

(Π: «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ», μεταπτυχιακή εργασία της Σοφίας Μαυρίδου, Δρ Πολ. Μηχανικός ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη 2010, <http://invenio.lib.auth.gr/record/126419/files/GRI-2011-6593.pdf?version=1>, απόσπασμα.)

- Αμιάντος : αποτελεί τη συλλογική ονομασία ορισμένων ορυκτών ινώδους μορφής και κρυσταλλικής δομής. Χρησιμοποιήθηκε ευρέως τις προηγούμενες δεκαετίες σε δομικά υλικά (τσιμέντο), υλικά ηχομόνωσης, πυροπροστασίας καθώς και σε μηχανολογικές εγκαταστάσεις. Η χρήση του απαγορεύτηκε τη δεκαετία του '70, αλλά αυτό δεν σημαίνει και την εξαφάνιση του υλικού. Η απελευθέρωσή του στον εσωτερικό χώρο των κτιρίων οφείλεται στη σταδιακή γήρανση του υλικού, καθώς επίσης και στις παρεμβάσεις συντήρησης. Συμπληρωματικά, στην κατηγορία αυτών των παραγόντων συναντώνται τα οξειδία του αζώτου (NO-NOx) και κάποιες τεχνητές ορυκτές ίνες οι οποίες χρησιμοποιούνται σαν θερμομονωτικά υλικά σε υποκατάσταση του αμιάντου, όπως ο πετροβάμβακας και ο υαλοβάμβακας.
- Πτητικές οργανικές ουσίες: το τριχλωροαιθυλαίνιο, το τριχλωροαιθάνιο το τριχλωρομεθάνιο, ουσίες που εξαερώνονται με τη θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου από διάφορα προϊόντα, όπως χρώματα, πλαστικά και κόλλες, στα οποία υπάρχουν ως διαλύτες, αποτελούν τοξικές ουσίες.
- Πολυμερή: (<http://www.holistic-interior-designs.com/poisonous-pvc.html>) Δυστυχώς ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα των πολυμερών είναι η τοξικότητά τους. Αυτή οφείλεται κυρίως σε υλικά πρόσθετα (όπως χημικοί σταθεροποιητές, μόλυβδος, κάδμιο κ.α.) που απαιτούνται για την παραγωγή τους με στόχο να τους προσδώσουν ιδιότητες όπως μαλακότητα και μη ψαθυρότητα. Προϊόντα που υφίστανται θερμικές αλλοιώσεις και κυρίως το PVC, το πολυχλωροπρένιο και τα πολυανθρακικά καθώς και τα προϊόντα πυρόλυσης αυτών των υλικών παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα. Πρόσφατα η χρήση του PVC έχει συσχετισθεί με την ανάπτυξη πιθανής μορφής καρκίνου του ήπατος. Το PVC είναι το μοναδικό οργανοχλωριούχο που χρησιμοποιείται στα δομικά υλικά. Η παραγωγή του είναι εξαιρετικά χρονοβόρα, εξαπλώνοντας μη ανανεώσιμους φυσικούς πόρους και εκπέμπει άνθρακα, μπορεί να παράξει διοξίνες ως παραπροϊόν, ένα από τα πιο επικίνδυνα χημικά στη γη, καθώς και αιθυλενοδιχλωρίδιο και βινυλοχλωρίδιο, όλα γνωστά ως καρκινογόνα. Εσωτερικοί αέριοι ρύποι από το PVC σχετίζονται με προβλήματα αναπαραγωγής, βλάβες στο ανοσοποιητικό σύστημα, γενετικές ανωμαλίες, ενδομητρίωση, άσθμα, αλλεργίες και καρκίνο. Επίσης, παράγεται υδράργυρος κατά τη διαδικασία παραγωγής του PVC προκαλώντας περαιτέρω μόλυνση και δηλητηρίαση. Τέλος, η καύση του παράγει τοξικές διοξίνες πχ HCl το οποίο όταν εισπνέεται μετατρέπεται σε υδροχλωρικό οξύ.
- Πλαστικά- Polymethylmethacrylate (Plexiglas or Perspex): τα υλικά αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως τα τελευταία 30-40 χρόνια αντικαθιστώντας τα περισσότερα παραδοσιακά υλικά όπως το μέταλλο και το ξύλο. Όλα τα πλαστικά έχουν ως βάση οργανικά πολυμερή μεγάλου μοριακού βάρους. Από μόνα τους δεν προκαλούν βλάβη στην ανθρώπινη υγεία. Ωστόσο η ανάγκη χρήσης τους στον κατασκευαστικό τομέα απαιτεί την ανάμιξή τους με άλλες ουσίες, οι οποίες βελτιώνουν τις ιδιότητες των

πρώτων. Τέτοιες ουσίες είναι αντιοξειδωτικά συστατικά και σταθεροποιητές, συστατικά μορφοποίησής τους καθώς και φύλλερ με στόχο να τους προσδώσουν ικανοποιητικές μηχανικές αντοχές. Σύμφωνα με τους δυνατούς τρόπους λήψης τοξικών ουσιών από τον άνθρωπο (αναπνοή, τροφή, επαφή), μόνο η πιθανότητα λήψης μέσω του αναπνευστικού συστήματος εμφανίζεται αυξημένη, καθώς για τη μεν τροφή δεν υπάρχει ιδιαίτερος κίνδυνος, με εξαίρεση τα μικρά παιδιά (με την τοποθέτηση πλαστικών αντικειμένων στο στόμα) ή μέσω ύδατος, το οποίο προέρχεται από πλαστικούς σωλήνες ύδρευσης. Ενώ για την επαφή, αυτή μπορεί να αποφευχθεί μέσω κατάλληλων επιχρισμάτων των πλαστικών επιφανειών. Τα περισσότερα πλαστικά υλικά δεν αποτελούνται από πτητικά και κατ' επέκταση δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο κίνδυνο. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες ενώσεις χαμηλής πτητικότητας (phalate- εστερες), τα οποία είναι δυνατόν να αποβάλλουν τοξικά αέρια στην ατμόσφαιρα. Έτσι, όταν το πλεξιγκλάς θερμαίνεται, το μεγαλύτερο προϊόν αποσύνθεσης είναι methylmethacrylate, το συστατικό από το οποίο συντίθεται και το οποίο σε περίπτωση φωτιάς διασπάται σε μικρότερα μονομερή που αντιδρούν με το οξυγόνο και παράγουν τα συνηθισμένα προϊόντα καύσης. Το βασικό τοξικό προϊόν καύσης του πλεξιγκλάς είναι CO. Η τοξικότητα του methylmethacrylate είναι της τάξης του CO αλλά παράγεται σε πολύ μικρότερες ποσότητες.

- Ουσίες που χρησιμοποιούνται στον εμποτισμό του ξύλου: η ελεύθερη χρήση ουσιών όπως το κρεοζωτέλαιο, η πενταχλωροφαινόλη και τα οξείδια του χαλκού- χρωμίου-αρσενικού (CCA) λόγω της τοξικότητάς τους, έχει απαγορευθεί. Διατίθεται στην αγορά συνήθως μόνο για επαγγελματική και βιομηχανική χρήση. Ουσίες που χρησιμοποιούνται στον εμποτισμό με κάποιες επιφυλάξεις είναι τα οξείδια χαλκού-χρωμίου-βορίου (CCB), η ελαιοδιαλυτή κυκλοπαραφίνη χαλκού, τα βορικά άλατα, αμμωνιακός χαλκός κιτρικού οξέος και υδατοδιαλυτή κυκλοπαραφίνη χαλκού.

4.5.1.2 Οικολογικά δομικά υλικά

Πρόκειται για περιορισμένο αριθμό προϊόντων, που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και δεν περιέχουν συνθετικά υλικά, προέρχονται από φυσικούς πόρους, που υπάρχουν σε αφθονία και η χρήση τους γίνεται ολοένα και πιο διαδεδομένη στα πλαίσια της οικολογικής στρατηγικής των κατασκευών. Στο σημείο αυτό θα γίνει προσπάθεια να συγκεντρωθούν, όσο είναι δυνατόν, τα πιο διαδεδομένα οικολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται τη σύγχρονη εποχή στις κατασκευές. Τέτοια υλικά είναι:

- **Ασβέστης**, επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, συμβάλλοντας στην «αναπνοή» του κτιρίου. Ένα από τα πλεονεκτήματά του είναι ότι είναι εύκολη η ανακατασκευή του σε σημεία που έχει φθαρεί με το χρόνο. Απορροφά διοξείδιο του άνθρακα από τον εξωτερικό αέρα και εξισορροπεί την υγρασία.
- **Διαφανής θερμομόνωση**, είναι ημιδιαφανές θερμομονωτικό υλικό, κυψελωτής δομής, κυρίως πολυκαρβονικής προέλευσης, το οποίο τοποθετείται στο διάκενο διπλού υαλοπίνακα με πλαίσιο. Λόγω της δομής του επιτρέπει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και του φυσικού φωτός, ενώ παράλληλα μειώνει τις θερμικές απώλειες. Ανάλογα με τη δομή του υλικού, την τοποθέτηση των κυψελών σε σχέση με τη διατομή του τοίχου, το πάχος του και τον τύπο των υαλοπινάκων η διαπερατότητα του TIM στο ορατό φως κυμαίνεται από 0,73-0,82 με αντίστοιχες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας από 0.800-1.100 W/m²K, χωρίς να αποκλείονται μεγαλύτερα εύρη τιμών με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Έτσι, επιτυγχάνονται μικρότερα ηλιακά κέρδη και διάχυτος φωτισμός, σε σχέση με τον διαφανή υαλοπίνακα, αλλά ταυτόχρονα πολύ μικρότερες θερμικές απώλειες. Το

πάχος της διαφανούς θερμομόνωσης με κεκλιμένες προς τη διατομή κυψέλες κυμαίνεται από 12-50mm, ενώ για κάθετες προς τη διατομή κυψέλες έχει μεγαλύτερο πάχος.

- **Διογκωμένος άργιλος**, χρησιμοποιείται ως οικολογικό θερμομονωτικό υλικό.
 - **Κερί μέλισσας**, πρόκειται για οικολογικό υλικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το φινίρισμα και την προστασία των ξύλινων δαπέδων και γενικά των ξύλινων κατασκευών.
 - **Κετσές από καρύδα**, συνιστάται από το Ινστιτούτο Βιολογίας της Κατασκευής του Ρόζενχαιμ της Γερμανίας και θεωρείται οικολογικό υλικό με καλές ηχομονωτικές ιδιότητες.
 - **Κόλλα από καουτσούκ**, οι συνήθειες κόλλες από συνθετικές ρητίνες μπορούν να γίνουν αιτία πρόκλησης βλαβερών, για τον άνθρωπο, αναθυμιάσεων. Η κόλλα από καουτσούκ όμως, είναι φυσικό, μη τοξικό προϊόν, με σταθερές, συγκολλητικές ιδιότητες, στο χρόνο.
 - **Λιναρόμαλλο**, αποτελεί θερμομονωτικό οικολογικό υλικό, χωρίς υψηλό κόστος.
 - **Ξύλο**, αποτελεί ένα από τα κυριότερα υλικά της οικοδομής εδώ και αιώνες. Είναι ανανεώσιμο, απαιτεί μικρή επεξεργασία και θεωρείται ζωντανό υλικό για τις κατασκευές. Για να χαρακτηρίζεται όμως οικολογικό πρέπει να πληροί κάποιες προϋποθέσεις που αφορούν την προέλευσή του, την διαδικασία παραγωγής του και τον τύπο επεξεργασίας που έχει υποστεί. Επεξεργασίες με προϊόντα χημικής προέλευσης μπορούν να αποτελέσουν ρυπογόνες πηγές, ενώ η αλόγιστη χρήση ξυλείας που προέρχεται από δάση των οποίων η διαχείριση αλλοιώνει τα δασικά οικοσυστήματα, σε καμία περίπτωση δεν χαρακτηρίζεται οικολογική. Για τον λόγο αυτό, οικολογικές οργανώσεις παρέχουν πιστοποίηση (FSC- Forest Stewardship Council) που εγγυάται ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν αντιτίθεται στα κριτήρια για την ανάπτυξή τους.
 - **Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο**, αποτελεί οικολογικό υλικό με καλές ιδιότητες όσον αφορά τη θερμική και ακουστική μόνωση, που μπορεί να «αναπνέει». Είναι ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό. Προκύπτει από τον εμποτισμό ινών του ξύλου με θεϊκό μαγνήσιο και οξειδίο του μαγνησίου σε υψηλή θερμοκρασία.
 - **Οικολογικά κονιάματα**. Σε μια λογική αναζήτησης δομικών υλικών φιλικών στο περιβάλλον, τοποθετείται και η στροφή στους «εναλλακτικούς» σοβάδες. Τα μίγματα αυτά χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν αφού οι πρώτες ύλες για τη δημιουργία τους ήταν άμεσα διαθέσιμες από το φυσικό περιβάλλον. Είναι συνδυασμός κονιάς και κεραμικών προϊόντων δίχως χημικές προσμίξεις, που αντέχουν στο χρόνο. Η σύνθεσή τους αποτελείται από τα παρακάτω υλικά:
- xxv) Θηραϊκή γη: φυσική ηφαιστειογενής ποζολάνη (ιδιότητες παραπλήσιες με του τσιμέντου), που χρησιμοποιείται κυρίως για την αποκατάσταση μνημείων, αλλά και την δόμηση νέων κατασκευών. Ως πλεονέκτημά της θεωρείται το γεγονός ότι ενώνεται με την άσβεστο και σχηματίζει ασβεστοπυριτικές ενώσεις που σκληραίνουν το κονίαμα με την παρουσία υγρασίας. Η ιδιότητά της αυτή οφείλεται στο πυρίτιο που περιέχει. Προτείνεται να μην χρησιμοποιείται, το υλικό αυτό, σε θερμοκρασίες κάτω των 5°C και άνω των 35 °C, ενώ πρέπει να αποθηκεύεται σε καλυμμένο και στεγνό χώρο.
- xxvi) Ποζολάνη Μήλου: ονομάστηκε έτσι χάρη στα μεγάλα κοιτάσματα που υπάρχουν στη Μήλο, προερχόμενα από την ηφαιστειακή δράση της σε παλαιότερες εποχές, αλλά υπάρχουν ενεργά ορυχεία και στην Κίμωλο και τη Σκύδρα του νομού Πέλλας. Η φυσική ποζολάνη χρησιμοποιήθηκε πρώτη από τους Ρωμαίους, ήταν συστατικό του Ρωμαϊκού σκυροδέματος και αποτέλεσε μεγάλη καινοτομία στις

κατασκευές. Είναι προϊόν του υψηλού γεωθερμικού πεδίου και της κυκλοφορίας των γεωθερμικών ρευστών στο εσωτερικό του.

xxvii) Κεραμάλευρο: είναι φτιαγμένο από άργιλο που έχει ψηθεί σε υψηλή θερμοκρασία και ακολούθως έχει γίνει σκόνη. Πέραν του ότι αυξάνει εντυπωσιακά την αντοχή του σοβά, μπορεί να δώσει και κάποια φυσικά γαιώδη χρώματα, απαλλάσσοντας τον ενδιαφερόμενο από επιπλέον έξοδα για βάψιμο.

Ο οικολογικός σοβάς έχει μεγάλη αντοχή, η οποία αποδεικνύεται στο παράδειγμα της εκκλησίας της Αγίας Σοφίας στη Θεσσαλονίκη, όπου χρησιμοποιήθηκε κατά τη Βυζαντινή περίοδο και σε κάθε περίπτωση, δεν συγκρίνεται με εκείνη του συμβατικού σοβά. Η εξαιρετική κατάσταση ιστορικών μνημείων, σήμερα, είναι η ζωντανή απόδειξη αυτής της ιδιότητας. Επίσης, τα φυσικά γαιώδη χρώματα που αποδίδουν ως τελικό αποτέλεσμα, μπορούν να μειώσουν τον συνολικό προϋπολογισμό, αφού δεν θα χρειαστεί επιπλέον βάψιμο. Τέλος, τα οικολογικά κονιάματα, επιτρέπουν την αναπνοή του κτιρίου κι έτσι δεν εγκλωβίζεται ανεπιθύμητη υγρασία.

- **Οικολογικά χρώματα.** Τα προβλήματα που δημιουργούνται στην υγεία των ατόμων και του περιβάλλοντος, με τη χρήση μη οικολογικών σκευασμάτων για την βαφή τοίχων, κουφωμάτων, επίπλων κλπ, με σκοπό την προστασία τους από φθορές και οξειδωση, αλλά και για αισθητικούς λόγους, έχουν οδηγήσει στην αναζήτηση χρωμάτων που δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα, πτητικές ενώσεις και άλλες επιβλαβείς ουσίες. Τέτοια χρώματα είναι όσα φτιάχνονται από 100% φυσικά συστατικά (που ακόμα έχουν μεγάλο κόστος) καθώς και χρώματα ήπιας χημείας, που ναι μεν περιέχουν χημικά πρόσθετα είναι όμως ήπιας σύστασης κι έτσι παραμένουν φιλικά στον άνθρωπο και το περιβάλλον. Τα οφέλη σε μια κατασκευή στην οποία χρησιμοποιούνται οικολογικά χρώματα, είναι μεταξύ άλλων η λιγότερη παραγωγή ρύπων, οι λιγότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, λιγότερο ακάθαρτο νερό και πολλά άλλα. Αυτό συμβαίνει γιατί τα χρώματα που προέρχονται από την πετροχημική βιομηχανία δημιουργούν σημαντικές ποσότητες αποβλήτων, ενώ παράλληλα το νερό, που χρησιμοποιείται στα εργοστάσια παραγωγής τους, διοχετεύεται (συνήθως μολυσμένο) στο περιβάλλον, λόγω του υψηλού κόστους ανακύκλωσής του. Έτσι, η βιομηχανία χρωμάτων, τόσο στην Ελλάδα όσο και στο εξωτερικό, έχει στραφεί στη δημιουργία και προώθηση χρωμάτων τα οποία δεν είναι επιβλαβή ούτε στον άνθρωπο ούτε στο περιβάλλον και έτσι γίνεται όλο και πιο ευρεία η χρήση τους.
- **Πλέγμα γιούτας,** είναι φυτικές ίνες σε μορφή κλωστών που εξάγονται από τον βλαστό μερικών τροπικών φυτών. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων, με σκοπό να απορροφούνται οι τάσεις, λόγω συστολής του νερού στο κονίαμα.
- **Ρολό από ίνες κοκοφοίνικα,** θερμομονωτικό υλικό, χωρίς υψηλό κόστος.
- **Ρολό από υπολείμματα βαμβακιού,** θερμομονωτικό υλικό φιλικό στο περιβάλλον, χωρίς υψηλό κόστος.
- **Τζίβα,** μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε σε φύλλα είτε σε λωρίδες και έχει θερμομονωτικές ιδιότητες.
- **Φελλός,** είναι φυσικό, μη τοξικό υλικό, έχει άριστες μονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπιεσμένος σε φύλλα ή τριμμένος σε κόκκους.
- **Ωμή άργιλος,** είναι ένα άριστο οικοδομικό υλικό με πολύ καλές ιδιότητες όσον αφορά στη μηχανική αντοχή, στη θερμομόνωση και στην «αναπνοή» των εξωτερικών τοίχων. Χρησιμοποιείται παραδοσιακά στην περιοχή της Μεσογείου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμόπλινθων

ή χυτή σε καλούπια που μοιάζουν με εκείνα του σκυροδέματος. Ένα σπίτι από ωμόπλινθους μπορεί να χρησιμοποιήσει το ίδιο σκάμμα για τη θεμελίωση της ανωδομής, περιορίζοντας τις επιπτώσεις των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.

- **Ωστενιτικός Χάλυβας**, λόγω της ιδιαίτερης σύνθεσής του είναι αμαγνητικός και ανοξείδωτος. Μοναδικό του μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος.

4.5.1.3 Υλικά νέας τεχνολογίας- PC

Με την πάροδο των ετών και την εξέλιξη τόσο στην Αρχιτεκτονική όσο και στην τεχνολογία, με σκοπό τη βελτιστοποίηση των συνθηκών ζωής του ανθρώπου σε συνδυασμό με την προστασία του περιβάλλοντος, υπάρχει η τάση προς την δημιουργία νέων υλικών, που υπερτερούν των συμβατικών, σε διάφορους τομείς. Μια τέτοια κατηγορία υλικών είναι τα υλικά «αλλαγής φάσης» PCM (Phase Change Materials).

Αυτού του είδους τα υλικά έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν φάση (τήξη-πήξη) μέσα στο εύρος των θερμοκρασιών που χρησιμοποιούνται, αποθηκεύοντας αλλά και προσφέροντας έτσι μεγάλα ποσά ενέργειας. Είναι απαραίτητο τα υλικά αυτά να παρουσιάζουν μεγάλη τιμή λανθάνουσας θερμότητας, αφού αυτή αποτελεί ενέργεια σε μορφή θερμότητας που αποβάλλεται ή απορροφάται. Έχουν την ικανότητα να ομαλοποιούν τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στον εσωτερικό χώρο ενός κτιρίου, κατά τη διάρκεια της ημέρας, που προκαλούνται από τις ακραίες εξωτερικές θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Η παραπάνω διαδικασία μειώνει τις ανάγκες σε θερμικά και ψυκτικά φορτία, εξασφαλίζοντας έτσι εξοικονόμηση ενέργειας. Είναι χρήσιμα σε εύκρατα κλίματα, όπου οι ημερήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις συχνά υπερβαίνουν τα όρια θερμικής άνεσης. Η χρησιμότητά τους είναι πιο έντονη το καλοκαίρι, όταν οι υψηλές τιμές ηλιακής ακτινοβολίας προκαλούν υπερθέρμανση των κτιρίων.

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία που ακολουθείται από τα υλικά αυτά είναι η εξής: σε θερμοκρασία δωματίου βρίσκονται σε στερεά κατάσταση, μόλις αυξάνεται η θερμοκρασία του χώρου, υγροποιούνται απορροφώντας θερμότητα την οποία αφαιρούν από τον θερμό αέρα του χώρου, ο οποίος με τη σειρά του ψύχεται. Αντίστροφα, όταν η θερμοκρασία του χώρου πέφτει, τα υλικά αλλαγής φάσης στερεοποιούνται, αποβάλλοντας (κατά τη διαδικασία στερεοποίησης) θερμότητα προς το χώρο. Είναι προφανές ότι η χρήση τέτοιων υλικών σε τοιχοποιίες ή σε συνδυασμό με ενδοδαπέδια θέρμανση αυξάνουν την αποδοτικότητα των συστημάτων θέρμανσης σε ότι αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, τα σημεία που μπορούν να εφαρμοστούν είναι τοίχοι, δάπεδα, οροφές, κουφώματα, ακόμα και σε η/μηχανολογικά συστήματα που υποστηρίζουν τις λειτουργίες των κτιρίων (θέρμανση, κλιματισμός, ζεστό-κρύο νερό). Οι κατάλληλες ιδιότητες που πρέπει να παρουσιάζουν τέτοιου είδους υλικά, για να χρησιμοποιηθούν στον κατασκευαστικό τομέα είναι:

- Επιθυμητό σημείο τήξης πάνω από 25°C
- Σχετικό χαμηλό κόστος παραγωγής και αγοράς
- Να μην είναι τοξικά, διαβρωτικά ή εύφλεκτα
- Να παρουσιάζουν υψηλή θερμική αγωγιμότητα
- Να έχουν υψηλή τιμή λανθάνουσας θερμοκρασίας

Τα κριτήρια επιλογής τους στα κτίρια κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες φυσικά, τεχνικά και οικονομικά. Πιο συγκεκριμένα,

Φυσικά

- Κατάλληλη θερμοκρασία αλλαγής φάσης (στα όρια της θερμικής άνεσης)
- Σταθερή θερμοκρασία αλλαγής φάσης
- Μεγάλη λανθάνουσα θερμότητα αλλαγής φάσης
- Μεγάλη θερμική αγωγιμότητα

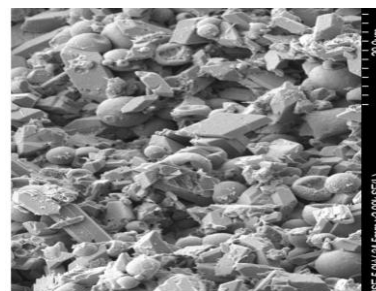
Τεχνικά

- Χαμηλή τάση ατμών
- Μικρή μεταβολή όγκου κατά την αλλαγή φάσης
- Χημική ευστάθεια
- Συμβατότητα με άλλα δομικά υλικά
- Ασφάλεια στη χρήση τους (π.χ ευφλεκτότητα)

Οικονομικά

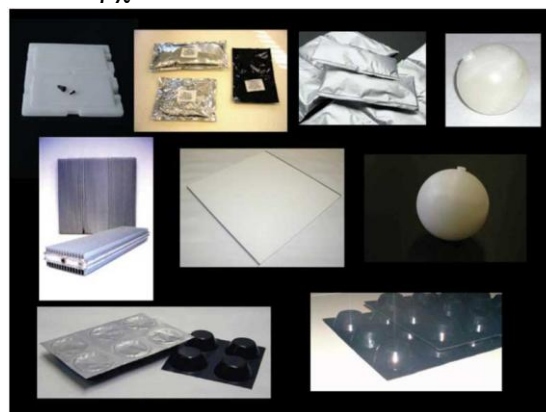
- Χαμηλό κόστος
- Δυνατότητα ανακύκλωσης

Ένα πρόβλημα όμως που παρουσιάζεται στην εφαρμογή των PCM είναι η δυσκολία ελέγχου της υγρής τους φάσης. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος τα PCMs βρίσκονται μέσα σε στεγανό περίβλημα, διαφόρων μεγεθών και σχημάτων και η τεχνική εφαρμογή τους εξαρτάται από τη μορφή της συσκευασίας τους. Μια από τις μορφές τους είναι σε μικροκάψουλες (μικρά σφαιρίδια δυσδιάκριτα με γυμνό μάτι) οι οποίες μπορούν να αναμιχθούν με συμβατικά δομικά υλικά με αποτέλεσμα να προκύπτουν μπετόν με PCM, σοβάδες με PCM, γυψοσανίδες με PCM κλπ.



Εικόνα 207: Μικροκάψουλες με PCM αναμεμιγμένες με υλικά επιχρίσματος (απο μικροσκόπιο)

Και σε αυτήν την περίπτωση δομικών υλικών υπάρχει ομαδοποίησή τους σε δυο κατηγορίες, τα ανόργανα και τα οργανικά. Στα **οργανικά** περιλαμβάνονται κυρίως οι παραφίνες και τα μικροκρυσταλλικά κεριά, τα λιπαρά οξέα, οι εστέρες, οι αλκοόλες λιπαρών οξέων και τα μίγματά τους. Σαν πλεονεκτήματά τους μπορούν να αναφερθούν, το χαμηλό τους κόστος σε σχέση με τα ανόργανα, το ότι δεν είναι διαβρωτικά, το ότι είναι χημικά και θερμικά σταθερά και παρουσιάζουν μικρό κίνδυνο ρύπανσης του νερού. Ωστόσο, παρουσιάζουν και κάποια μειονεκτήματα όπως το γεγονός ότι είναι αναφλέξιμα σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (200 °C), έχουν χαμηλότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, μικρότερη πυκνότητα και η λανθάνουσα θερμότητα υγροποίησης είναι μικρότερη, από τα ανόργανα.



Εικόνα 208: Συσκευασίες από μέταλλο ή πλαστικό για διάφορες εφαρμογές

Όσο για τα **ανόργανα**, πρόκειται κυρίως για διαλύματα ένυδρων αλάτων, που παρουσιάζουν πολύ καλές ιδιότητες. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η μεγάλη τιμή λανθάνουσας θερμότητας και θερμικής αγωγιμότητας, το ότι δεν είναι αναφλέξιμα και η σχετικά μεγάλη πυκνότητά τους. Τα μειονεκτήματά που παρουσιάζουν είναι ότι είναι διαβρωτικά, γι' αυτό και πρέπει απαραίτητα να αποθηκεύονται σε ενισχυμένες συσκευασίες, δεν είναι θερμικά σταθερά, έχουν αρκετά μεγάλο κόστος αγοράς σε σχέση με τα οργανικά και τέλος, αν εκτεθούν σε υγρασία εκφυλίζονται οι ιδιότητές τους.



Εικόνα 209: Διάφορες εφαρμογές PCM

4.5.1.4 Κριτήρια επιλογής δομικών υλικών

Κάθε κτίριο παρουσιάζει τις ιδιαιτερότητές του, τους περιορισμούς και πιθανώς τις δυσκολίες του όσον αφορά τον τρόπο κατασκευής του και των υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Ωστόσο, μετά από μελέτες αλλά και εμπειρικούς κανόνες έχουν προκύψει κάποια γενικά κριτήρια επιλογής δομικών υλικών. Οι προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν, με γνώμονα τις κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες αλλά και τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και στον άνθρωπο είναι:

- Να είναι ανακυκλώσιμα και να μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν
- Να βρίσκονται σε αφθονία ή να μπορούν να αντικατασταθούν από αντίστοιχα με τις ίδιες ιδιότητες
- Αν είναι προϊόντα χημικής βιομηχανίας και όχι φυσικά υλικά, η παρασκευή τους να στοχεύει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στη μείωση των αερίων ρύπων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- Να μην είναι τοξικά
- Να προτιμούνται τα τοπικά υλικά τα οποία είναι διαθέσιμα και αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά στον τόπο κατασκευής
- Να έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Να μην έχουν καθόλου ή ελάχιστο ποσοστό χημικών εκπομπών (πχ. οι πτητικές ουσίες)
- Να αντέχουν στην υγρασία, για την αποφυγή εμφάνισης μούχλας
- Η συντήρησή τους να εμπεριέχει όσο το δυνατόν λιγότερες χημικές διεργασίες
- Να συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας των κτιρίων
- Να συμβάλουν στη βελτίωση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα και γενικά στη δημιουργία υγιούς περιβάλλοντος για τους ενοίκους
- Να είναι πιστοποιημένα και ελεγμένα σύμφωνα με τους προβλεπόμενους κανονισμούς
- Το κόστος αγοράς, τοποθέτησης και μεταφοράς τους να αναλογεί στον προϋπολογισμό του κτιρίου
- Το κόστος συντήρησής τους να μην βγαίνει εκτός προϋπολογισμού

Σε ότι αφορά τα οικολογικά υλικά και τα κριτήρια επιλογής τους, εκτός όλων των παραπάνω, επιλέγονται και με βάση την μεθοδολογία «Περιβαλλοντικής Προτίμησης», η οποία εφαρμόζεται επιτυχώς σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες που επιλέγουν την οικολογική αρχιτεκτονική. Η μεθοδολογία αυτή έχει ως βάση την αξιολόγηση των υλικών κατασκευής και την βαθμονόμησή τους, λαμβάνοντας υπ' όψη ορισμένους παράγοντες με σκοπό να επιτευχθεί ένα είδος κατάταξής τους (πίνακας 12).

Τα κριτήρια αυτά είναι:

- Η σπανιότητα των πρώτων υλών

- Η οικολογική επίπτωση που απορρέει από την εξόρυξη και την παραγωγή των πρώτων υλών, καθώς επίσης και οι εκπομπές ρύπων κατά την παραγωγική διαδικασία
- Η ενεργειακή κατανάλωση σε όλα τα στάδια (εξόρυξη, επεξεργασία, μεταφορά)
- Η κατανάλωση νερού
- Η χρήση ή έκλυση ουσιών επιβλαβών τόσο για την ανθρώπινη υγεία όσο και για το περιβάλλον (π.χ. τοξικές ουσίες)
- Η πρόκληση ηχορύπανσης ή δυσάρεστων οσμών

ΕΦΑΡΜΟΓΗ	1 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	2 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	3 ^η ΠΡΟΤΙΜΗΣΗ	ΔΕΝ ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ
Μόνωση τοίχων	<ul style="list-style-type: none"> • Φελλός • Κυτταρίνη • Ξυλόμαλλο 	πετροβάμβακας	<ul style="list-style-type: none"> • διογκωμένη πολυστερίνη (ESP) • υαλοβάμβακας 	<ul style="list-style-type: none"> • εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) • πολυουρεθάνη
Εσωτερικοί αγωγοί αποχέτευσης	Κεραμικοί σωλήνες	<ul style="list-style-type: none"> • πολυαιθυλένιο (PE) • πολυπροπυλένιο (PP) 	-	PVC
Σωληνώσεις νερού	<ul style="list-style-type: none"> • πολυπροπυλένιο (PP) • πολυαιθυλένιο (PE) • πολυβουτυλένιο 	Ανοξειδωτο ατσάλι	χαλκός	-
Εξωτερικές πόρτες	<ul style="list-style-type: none"> • πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • ξυλεία κωνοφόρων χωρίς συντηρητικά 	<ul style="list-style-type: none"> • ξυλεία κωνοφόρων με εμφυτεύματα βορικών αλάτων • κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης 	<ul style="list-style-type: none"> • αλουμίνιο • ξυλεία κωνοφόρων με συντηρητικά 	<ul style="list-style-type: none"> • μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία • PVC
Εσωτερικές πόρτες	<ul style="list-style-type: none"> • πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • κυψελοειδής μοριοσανίδα 	Ευρωπαϊκή ξυλεία κωνοφόρων	<ul style="list-style-type: none"> • κόντρα πλακέ από ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • νοβοπάν 	<ul style="list-style-type: none"> • μη πιστοποιημένη τροπική ξυλεία • PVC
Πλακάκια και κάλυψη δαπέδων	<ul style="list-style-type: none"> • Λινόλαιο • πιστοποιημένη ανθεκτική ξυλεία αειφορικής διαχείρισης • φελλός 	<ul style="list-style-type: none"> • κεραμικά πλακάκια (κατά προτίμηση με οικολογική σήμανση) • ξυλεία επεξεργασμένη με συντηρητικά 	καουτσούκ	Φελλός με επίστρωση PVC ή πολυουρεθάνης
Επιστέγαση και διάφανα συστήματα επικαλύψεων	γυαλί	πολυανθρακικά	Ακρυλικά (plexiglas)	PVC

Πίνακας 12: Κατανομή οικολογικών υλικών με βάση την προτίμηση

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΆΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», 2008
http://dSPACE.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Στους επόμενους πίνακες (πίνακας 13) έχει γίνει προσπάθεια κατάταξης και βαθμονόμηση των δομικών υλικών σε σχέση με κάποιους παράγοντες, όσον αφορά την επιλογή και τη χρήση τους. Οι πίνακες 14 είναι συμπληρωματικοί- ερμηνευτικοί του πίνακα 15 για την καλύτερη κατανόησή του.

ΥΛΙΚΟ	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ						
	A	B	Γ	Δ	E	ΣΤ	Z
Ξόλο	3	3	3	3	3	3	3
φελλός	3	3	3	3	3	3	3
άργιλος	3	3	3	3	3	3	3
Κερί μέλισσας	3	3	3	3	3	3	3
Τούβλο	2	3	3	2	3	3	3
ασεστοκονίαμα	2	2	3	2	3	2	3
Φυσικό λινέλαιο	1	2	3	2	3	3	3
Τσιμέντο τύπου portland	1	0	2	1	0	1	3
Πλάκα αμιάντου	1	0	0	1	1	-	3
Συνθετικός γύψος	0	0	0	0	3	0	0
γυαλί	0	1	1	0	3	0	3
ασφαλτόπανο	1	0	1	1	3	-	0
πολυεστέρας	0	0	0	0	3	0	0
PVC	0	0	0	0	3	0	0
Συνθετική κόλλα	0	0	0	0	3	0	3
BETANAME	0	0	0	0	1	0	3
Συνθετικό βερνίκι	0	0	0	0	3	0	0

Πίνακας 13: Βαθμονόμηση οικολογικών υλικών σε σχέση με τη χρήση τους

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , 2008
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

A	Πηγή προέλευσης
B	Βιολογική διάρκεια ζωής
Γ	Οικολογική Συμβατότητα
Δ	Κατανάλωση ενέργειας
E	Ραδιενέργεια
ΣΤ	Τοξικές πτητικές ουσίες
Z	Οσμές

Πίνακας 14: Χαρακτηριστικά οικολογικών υλικών (συμπληρωματικός του 13)

0	Να αποφεύγεται η χρήση του
1	Δεν συνιστάται
2	Αμφίβολη χρήση
3	Συνιστάται η χρήση του

Πίνακας 15: Βαθμοί χρήσης οικολογικών υλικών (συμπληρωματικός του 13)

4.5.2 Δομικά υλικά επίστρωσης υπαίθριων χώρων και ψυχρά υλικά (Π: Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010, <http://www.scribd.com>, απόσπασμα)

Το είδος των υλικών επίστρωσης των επιφανειών του υπαίθριου χώρου επηρεάζει καθοριστικά τόσο το θερμικό⁷² 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 κτιρίων. 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 δροσισμό⁷³ του αέρα μέσω της εξατμισοδιαπνοής του φυλλώματος. Επιφάνειες νερού, όπως λεπτά στρώματα τρεχούμενου νερού, καταρράκτες, λίμνες ή σιντριβάνια συνεισφέρουν επίσης στη μείωση της θερμοκρασίας του αέρα και κατά συνέπεια στο δροσισμό του χώρου. Στην Εικόνα 207 καταγράφονται η ανακλαστικότητα, καθώς και ο συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας, των συνηθέστερων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται στις επιστρώσεις υπαίθριων χώρων.

Υλικό δαπέδου	Ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία	Συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας
Ασφαλτός	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 (*)	
Γαρμπιλομωσαϊκό γκρι	0,38 (*)	
Γαρμπιλομωσαϊκό (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

Εικόνα 210: Ανακλαστικότητα και συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας διαφόρων υλικών επίστρωσης

Συμπληρωματικά αναφέρεται ότι, αντί για επιστρώσεις 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 και Μπιρμπίλη 2001). Είναι πολύ θετικό, τόσο από θερμικής πλευράς, όσο και από πλευράς εμπλουτισμού του υπογείου υδροφόρου ορίζοντα και παράλληλης αποφόρτισης του δικτύου ομβρίων. Επιπλέον, η χρήση συμπυκνωμένου χώματος, είτε στη φυσική του κατάσταση, είτε με σταθεροποιητές αδρανών (κατά προτίμηση φυσικής προέλευσης) ή κεραμικών δαπέδων τύπου «κουρασάνι^{xiii}», εκτός από αυξημένη ανακλαστικότητα σε σχέση

⁷² Έρευνα σχετικά με την αναπτυσσόμενη επιφανειακή θερμοκρασία υπαίθριων χώρων σε αστικές περιοχές στην Αθήνα τη θερινή περίοδο αναφέρουν διαφορά στην επιφανειακή θερμοκρασία των επικαλύψεων με γρασίδι και ασφαλτό έως και 35,7°C, ενώ για γρασίδι και πλάκες πεζοδρομίου έως και 27,6 °C (Alexandri 2001 και Χατζηδημητρίου et al 2008).

⁷³ 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)

με τις ασφαλικές επικαλύψεις, έχουν επίσης και αυξημένη υδατοπερατότητα, μειώνοντας την αστική θερμοκρασία όπου εφαρμόζονται (πχ. πεζοδρόμια, ποδηλατόδρομοι, αθλητικές εγκαταστάσεις, κηπευτικές επιφάνειες κ.ο.κ). Τέλος, σε μονοπάτια, θέσεις στάθμευσης κ.ο.κ καλό είναι να τοποθετούνται διάτρητα υλικά (π.χ διάτρητες τσιμεντόπλακες, κυβόλιθοι με οπές κλπ.), γιατί με αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα ανάπτυξης της τοπικής χαμηλής χλωρίδας στο χώμα μεταξύ των οπών καθώς και η απορρόφηση του νερού.

Η χρήση ψυχρών υλικών στον περιβάλλοντα χώρο και στις εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων 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 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 θεσπιστεί όρια ως προς την ανακλαστικότητα και τον συντελεστή εκπομπής του. Σύμφωνα με την υπάρχουσα ΠΕΤΕΠ, προτείνεται η ανακλαστικότητά 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 κτιρίων (επικαλύψεις, επιχρίσματα) είτε στις υπόλοιπες επιφάνειες του δομημένου περιβάλλοντος (πεζοδρόμια, δρόμοι, πλατείες, χώροι στάθμευσης κ.ο.κ). 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 50°C, ενώ για συνήθη δομικά υλικά οι επιφανειακές θερμοκρασίες θερινής περιόδου σε ορισμένες περιπτώσεις (όπως επίστρωση δώματος με μαύρου χρώματος στεγανοποιητικά φύλλα) μπορεί να φτάσουν και τους 90 °C.

Ένα από τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η χρήση των ψυχρών επιφανειακών υλικών είναι το γεγονός ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η ανακλαστικότητά τους (γήρανση του υλικού, επικάθιση σκόνης κοκ). Αναλόγως με τη φύση του υλικού, τη χρήση και τη συντήρησή του, η μείωση αυτή μπορεί να κυμαίνεται από 0-30%. Σε κάθε περίπτωση εφαρμογής ψυχρών υλικών τόσο σε κατακόρυφες όσο και οριζόντιες επιφάνειες πρέπει να δίνεται προσοχή στην οπτική και θερμική όχληση που μπορεί να προκαλέσουν στα γύρω κτίρια και τον περιβάλλοντα χώρο τους. Ο συνδυασμός των ψυχρών υλικών με κατάλληλους όγκους φύτευσης για σκίαση και εξατμισοδιαπνοή λειτουργούν πολύ θετικά στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος κατά τη θερινή περίοδο.

4.6 Άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας

Η εργονομία μιας κτιριακής κατασκευής, το πόσο οικονομική και φιλική προς το περιβάλλον είναι, είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού από πολλές συνιστώσες. Είναι λάθος να πιστεύει κανείς ότι είναι μια και μοναδική η λύση στην κατασκευή βιοκλιματικών κτιρίων, καθώς υπάρχουν, όπως έχει αποδειχθεί από όλα τα παραπάνω, πολλές λύσεις και τεχνικές που μπορούν να καταστήσουν ένα κτίριο οικολογικό και οικονομικό.

Πέρα από τους κανόνες που θέτει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός, τα παθητικά συστήματα και την επιλογή των κατάλληλων δομικών υλικών υπάρχουν και άλλες τεχνικές εξοικονόμησης ενέργειας που αν εφαρμοστούν σωστά και ύστερα από κατάλληλες μελέτες μπορούν να αποδειχθούν εξίσου ευεργετικές για τον άνθρωπο και το περιβάλλον του. οι τεχνικές αυτές ποικίλουν από απλούς τρόπους εξοικονόμησης, που μπορεί κανείς να

εφαρμόσει στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης, μέχρι σύγχρονες τεχνολογικά μεθόδους που έχουν αναπτυχθεί με την πάροδο των ετών και την συμβολή της τεχνολογίας.

4.6.1 Απλοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόσιμοι στα συστήματα κλιματισμού και θέρμανσης.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , 2008
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Οι απλοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να εφαρμοστούν στα συστήματα κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού είναι οι εξής:

Κεντρική θέρμανση:

- Να αποφεύγονται οι μεγάλοι λέβητες που δεν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ και με χαμηλή απόδοση.
- Σε εγκαταστάσεις μεσαίου μεγέθους και πάντα στις μεγάλες προτιμούνται περισσότεροι του ενός λέβητες, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα λειτουργίας μόνο του ενός, όταν δεν υπάρχει υψηλή ζήτηση. Το κόστος αγοράς δύο λεβήτων αντί ενός αντισταθμίζεται γρήγορα από την εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται.
- Οι λέβητες καλό είναι να μονώνονται. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι ένας λέβητας χωρίς μόνωση μπορεί να έχει απώλειες πάνω από 5%, τη στιγμή που ένας μονωμένος μπορεί να έχει απώλειες το πολύ έως 1% .
- Πολύ σημαντική είναι η μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς. Μια μείωση της τάξης του ενός βαθμού, οδηγεί σε πάνω από 6% λιγότερα καύσιμα.
- Καυστήρες προηγμένης τεχνολογίας μπορούν να οδηγούν σε τέλεια καύση, για το λόγο αυτό είναι σημαντικό να προτιμούνται.
- Οι σωληνώσεις της εγκατάστασης που περνούν μέσα από μη θερμαινόμενους χώρους θα πρέπει να μονώνονται προς αποφυγή απωλειών.
- Η τοποθέτηση μετρητών θερμικής ενέργειας συμβάλλει στην μείωση της σπατάλης και της αλόγιστης χρήσης.
- Προτείνεται η χρήση θερμοστάτη στα θερμαντικά σώματα για την ρύθμιση της απαραίτητης και επιθυμητής θερμοκρασίας σε ένα χώρο.
- Να εγκαθίσταται σύστημα αντιστάθμισης. Πρόκειται για σύστημα που ρυθμίζει αυτόματα τη θερμοκρασία του προσαγόμενου θερμού νερού στο κτήριο ή στα καλοριφέρ, σε συνάρτηση με την εξωτερική θερμοκρασία και την επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία. Το σύστημα αντιστάθμισης ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις για ορθολογική χρήση της ενέργειας.
- Όταν ένα θερμαντικό σώμα βρίσκεται κοντά σε εξωτερικό τοίχο θα πρέπει να τοποθετείται μονωτικό υλικό μεταξύ των δύο και επίσης να μην τοποθετούνται καλύμματα στα σώματα.
- Σε κάθε περίπτωση, ένα κεντρικό σύστημα θα πρέπει να διαστασιολογείται μετά από ειδική μελέτη, προκειμένου να αποφευχθεί υπερδιαστασιολόγηση και σπατάλη καυσίμων.
- Η συντήρηση του συστήματος θέρμανσης βελτιώνει την απόδοση, μειώνει την κατανάλωση καυσίμων και την ρύπανση της ατμόσφαιρας και ο εξοπλισμός αποκτάει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Κλιματισμός:

- Η θερμοκρασία των κατειλημμένων χώρων πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 23-25°C. Χαμηλότερες θερμοκρασίες αυξάνουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας, χωρίς να συνεπάγονται την αντίστοιχη βελτίωση των συνθηκών άνεσης.

- Σημαντικά ενεργειακά οφέλη μπορούν να επιτευχθούν με την τοποθέτηση χρονοδιακοπών και με την κατάλληλη ρύθμιση των θερμοστατών.
- Απαραίτητη είναι η επαρκής συντήρηση των εγκαταστάσεων. Ο ολοκληρωμένος καθαρισμός των φίλτρων διασφαλίζει καλύτερη ποιότητα αέρα και μικρότερη κατανάλωση ενέργειας. Αν ακολουθηθούν σωστά οι πρακτικές συντήρησης, το ποσοστό ενέργειας που μπορεί να εξοικονομηθεί κυμαίνεται μεταξύ 10-30%.
- Η αύξηση της θερμοκρασίας παραγωγής ψυχρού νερού μπορεί να προκαλέσει ενεργειακά οφέλη της τάξης του 10 για κάθε βαθμό μεταβολής.
- Μείωση της παραγόμενης στο κτίριο θερμότητας μπορεί να μειώσει σημαντικά τις ανάγκες σε ψυκτικό φορτίο. Για παράδειγμα, αν σβήσει ή μειωθεί το επίπεδο φωτισμού μπορεί να επιτευχθεί μείωση του απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου κατά 25-60%. Αφού ένας κλασικός λαμπτήρας πυρακτώσεως μετατρέπει το 80% περίπου της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας σε θερμότητα την οποία ακτινοβολεί στο χώρο, θερμαίνοντάς τον άσκοπα.
- Σε περιόδους υγρασίας, η ρύθμιση των ανεμιστήρων σε χαμηλά επίπεδα αποφέρει λιγότερη ψύξη μεν, αλλά επειδή θα αφαιρεθεί περισσότερη υγρασία από τον αέρα, κάνει τον χώρο να μοιάζει πιο δροσερός.
- Η επιλογή ενός αποδοτικού ενεργειακά κλιματιστικού μειώνει την κατανάλωση ενέργειας κατά 20-50%, ενώ το μέγεθος του κλιματιστικού πρέπει να αναλογεί στο χώρο.
- Η διεύθυνση του αέρα πρέπει να ρυθμίζεται προς τα κάτω, αφού ο ζεστός αέρας είναι ελαφρύτερος και κινείται προς τα πάνω, σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής.
- Οι ανεμιστήρες οροφής βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες θερμικής άνεσης, ενώ συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της χαμηλής κατανάλωσής τους. Ακόμα κι αν ο χώρος κλιματίζεται, η χρήση ανεμιστήρων οροφής οδηγεί σε μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των ψυκτικών αναγκών κατά 28-40%.
- Η απόδοση ενός συστήματος κλιματισμού βελτιώνεται όταν το εξωτερικό τμήμα του μηχανήματος προστατεύεται από την άμεση έκθεση στον ήλιο και τους ισχυρούς ανέμους.

4.6.2 Ψύξη με χρήση θαλασσινού νερού.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ»,
2008 http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Μια άλλη τεχνική είναι η ψύξη με χρήση θαλάσσιου νερού. Το νερό της θάλασσας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ψύξη των κτιρίων, αφού η θάλασσα έχει την ιδιότητα να διατηρεί τη θερμοκρασία της σταθερή σε μεγάλα βάθη, ανεξάρτητα από τις θερμοκρασίες που επικρατούν εξωτερικά. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας βρίσκεται στους 20°C, ενώ σε μεγαλύτερα βάθη η θερμοκρασία μπορεί να φτάνει τους 4 °C. Η ιδιότητα αυτή μπορεί να αξιοποιηθεί στα κτίρια, αφού το κρύο νερό αυτό αποτελεί μια μόνιμη πηγή ψύξης.

Η πολυτιμότητα του κρύου νερού της θάλασσας ως πηγή ενέργειας, έχει αναγνωρισθεί εδώ και πολύ καιρό, ενώ μελετητές από το 1970, παρακινημένοι από την ενεργειακή κρίση, αναδεικνύουν τα πλεονεκτήματα του κλιματισμού από το θαλασσινό νερό. Ο κλιματισμός με θαλασσινό νερό απαιτεί πολύ λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια, απ' ό,τι ένα συμβατικό σύστημα ψύξης. Κατά τις πρώτες μελέτες που έγιναν, το κόστος ενός τέτοιου συστήματος ήταν αβέβαιο, επειδή οι σωληνώσεις δεν είχαν τοποθετηθεί στο σωστό βάθος και οι εναλλάκτες θερμότητας δεν είχαν εξελεχθεί.

Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, σχετικές έρευνες οδήγησαν στην εξέλιξη αξιόπιστων, μεσαίου μεγέθους σωληνώσεων, κατάλληλων για αυτή τη χρήση, καθώς και την κατασκευή

κατάλληλων εναλλακτών χαμηλού κόστους, από αλουμίνιο, οι οποίοι είναι συμβατοί με το κρύο νερό. Για πολλά μέρη, το σύστημα ψύξης με θαλασσινό νερό είναι πλέον μια αξιόπιστη και οικονομική αποδεκτή τεχνολογία. Αξιοσημείωτο είναι δε, ότι τα υδρόψυκτα συστήματα πλεονεκτούν έναντι των αερόψυκτων, καθώς μπορούν να λειτουργήσουν σε χαμηλότερη θερμοκρασία και συνεπώς παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη απόδοση. Πιο συγκεκριμένα, για το ίδιο ψυκτικό αποτέλεσμα η εξοικονόμηση ενέργειας κυμαίνεται από 30-50%.

Η πρώτη χρήση του θαλασσινού νερού για ψύξη κτιρίων έγινε το 1985 στο κτιριακό συγκρότημα Purdy's Wharf στο Halifax του Καναδά. Το σύστημα ψύξης αποτελείται από δύο κυκλώματα νερού και έναν εναλλάκτη θερμότητας. Το πρώτο κύκλωμα περιέχει θαλασσινό νερό και το δεύτερο γλυκό νερό για την ψύξη των κτιρίων. Δύο φυγόκεντρες αντλίες, οι οποίες βρίσκονται στο υπόγειο του κτιριακού συγκροτήματος, αντλούν κρύο νερό από τον πυθμένα του λιμανιού. Το κρύο νερό εισέρχεται στον εναλλάκτη θερμότητας με θερμοκρασία 7 °C περίπου και ψύχει το γλυκό νερό του δεύτερου κυκλώματος. Μετά την έξοδό του από τον εναλλάκτη θερμότητας, το θαλασσινό νερό, που είναι θερμότερο κατά μερικούς βαθμούς επιστρέφει στη θάλασσα. Το νερό ψύξης των κτιρίων με θερμοκρασία 10 °C μεταφέρεται μέσω του δεύτερου κυκλώματος στον χώρο, όπου παρέχεται δροσερός αέρας.

Η ψύξη με τη χρήση του νερού της θάλασσας απαιτεί πολύ μικρότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και έχει μικρότερο κόστος συντήρησης αλλά έχει μεγαλύτερο κόστος κατασκευής από ένα συμβατικό σύστημα ψύξης. Παρ' όλο το μεγαλύτερο αρχικό κόστος όμως, το σύστημα είναι εξαιρετικά αποδοτικό λαμβάνοντας υπ' όψη το χαμηλότερο κόστος λειτουργίας. Για παράδειγμα, το σύστημα ψύξης του Purdy's Wharf κόστισε 200000 καναδικά δολάρια, αλλά η ετήσια εξοικονόμηση χρημάτων ανέρχεται στα 100000 καναδικά δολάρια. Αυτό σημαίνει ότι η απόσβεση του έργου έγινε σε δύο χρόνια. Άλλο παράδειγμα τέτοιων συστημάτων είναι στο εργαστήριο φυσικής ενέργειας της Χαβάης (Natural Energy Laboratory of Hawaii Authority, NELHA).

Τα πλεονεκτήματα αυτού του συστήματος ψύξης είναι τα παρακάτω:

- Μειωμένη χρήση ηλεκτρικού ρεύματος, σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού, που μπορεί να φτάσει το 90%.
- Γίνεται χρήση καθαρής, ανανεώσιμης πηγής ενέργειας.
- Αποφυγή της χρήσης των χλωροφθορανθράκων (CFCs) που επιδρούν αρνητικά στην τρύπα του όζοντος.
- Συμβάλλει στη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου.
- Μειώνει την εξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα.
- Σταθερό κόστος κατανάλωσης ενέργειας, που δεν εξαρτάται από τις διακυμάνσεις των τιμών των συμβατικών καυσίμων.
- Μεγάλη διάρκεια ζωής, 75-100 χρόνια.
- Παρέχει αξιόπιστο ψυκτικό αποτέλεσμα.
- Μειώνει την ανάγκη για χρήση πύργου ψύξης.
- Ο εξοπλισμός είναι εύκολος στη χρήση και στη διατήρηση.
- Με τη χρήση κρύου φυσικού νερού αποφεύγεται ο θόρυβος, η ρύπανση και η υγρασία που προκαλούν οι συμβατικοί ψύκτες.

4.6.3 Ψύξη με την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», 2008
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Εκτός από τα παθητικά ηλιακά συστήματα που προτείνει ο Βιοκλιματικός σχεδιασμός για την θέρμανση των κτιριακών κατασκευών, η ηλιακή ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί και για

την ψύξη των κτιρίων. Μια τέτοια επιλογή είναι ελκυστική, δεδομένου ότι οι ανάγκες σε ψυκτικό φορτίο συμπίπτουν κυρίως με τις περιόδους υψηλής ακτινοβολίας. Οι πρώτες πιλοτικές εφαρμογές ενός τέτοιου συστήματος, έχουν γίνει στην Ελλάδα ήδη εδώ και μια εικοσαετία. Παράδειγμα εγκατάστασης τέτοιου συστήματος βρίσκεται στη Βοιωτία (1999), με συνολική επιφάνεια συλλεκτών 2.700m² και δύο ηλιακούς ψύκτες των 350kW, σύστημα το οποίο παρέχει παραγωγή ενέργειας πάνω από 1719 MWh, μειώνοντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 5125 τόνους/έτος.

Τα συστήματα ηλιακής ψύξης χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

- **Τα ηλιακά συστήματα ρόφησης (sorption)**, τα οποία βασίζονται στη χρήση της θερμικής ενέργειας του ήλιου και περιλαμβάνουν ψύκτες απορρόφησης-προσρόφησης (absorption-adsorption) καθώς και ψύξη με αφύγρανση.
- **Τα ηλιακά μηχανικά συστήματα**, τα οποία βασίζονται στη λειτουργία ενός κινητήριου μηχανισμού, όπως είναι ένας ηλεκτρικός κινητήρας, κινούμενος μέσω της ηλιακής ενέργειας, με χρήση φωτοβολταϊκών, για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτή η κατηγορία παρουσιάζει 4-5 φορές μεγαλύτερο κόστος από την πρώτη κατηγορία γι' αυτό και υπάρχει μικρότερη κλίμακα εφαρμογής τους προς το παρόν.

Γενικότερα, τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Χρησιμοποιούν απολύτως αβλαβή ρευστά, όπως το νερό ή διαλύματα αλάτων
- Είναι ενεργειακά αποδοτικά
- Είναι φιλικά προς το περιβάλλον
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτόνομα συστήματα ή να συνδυαστούν με συμβατικά συστήματα κλιματισμού

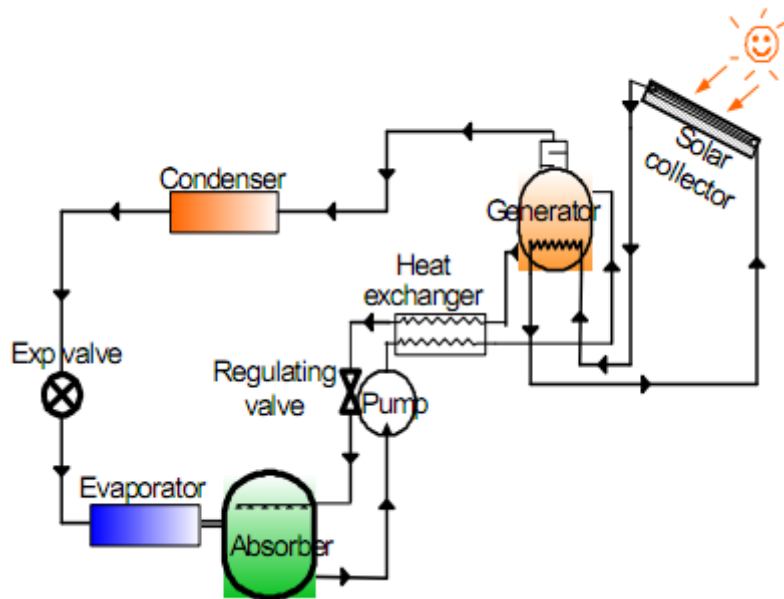
Η πρώτη κατηγορία ηλιακών κλιματιστικών συστημάτων και συνηθέστερα χρησιμοποιούμενη ως τώρα, αποτελείται από υποκατηγορίες όπως:

- Κλειστά συστήματα, που αποτελούνται από θερμοκίνητους ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό. Το νερό αυτό χρησιμοποιείται είτε στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για την παροχή πλήρως κλιματισμένου αέρα είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να ενεργοποιήσει τοπικές μονάδες των διαχωρισμένων χώρων (π.χ. fan-coils). Στην αγορά σήμερα διατίθενται ψύκτες τόσο απορρόφησης όσο και προσρόφησης.
- Ανοικτά συστήματα, τα οποία επιτρέπουν πλήρη κλιματισμό παρέχοντας ψυχρό και ξηρό αέρα σύμφωνα με τις απαιτήσεις για θερμική άνεση. Τα πιο κοινά συστήματα είναι εκείνα με αφύγρανση που χρησιμοποιούν τροχό αφύγρανσης με στερεό πορώδες υλικό.

Πιο συγκεκριμένα, τα είδη των ψυκτών που χρησιμοποιούνται στα ηλιακά κλιματιστικά συστήματα είναι τρία, **οι ψύκτες απορρόφησης (absorption) (Εικόνα 208)**, **οι ψύκτες προσρόφησης (adsorption) (Εικόνα 209)** και **οι ψύκτες ανοικτού κύκλου (desiccant) (Εικόνα 210)**. Η πρώτη κατηγορία αφορά τους πιο διαδεδομένους ψύκτες. Η θερμική συμπίεση του ψυκτικού μέσου, επιτυγχάνεται με τη χρήση υγρού διαλύματος ψυκτικού μέσου/ ροφητικού υλικού και πηγής θερμότητας, αντικαθιστώντας με αυτόν τον τρόπο την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ενός μηχανικού συμπιεστή. Τα περισσότερα συστήματα κάνουν χρήση μιας εσωτερικής αντλίας για το διάλυμα, καταναλώνοντας όμως μικρή ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας. Η ψύξη βασίζεται στην εξάτμιση του ψυκτικού μέσου (νερό) στον εξατμιστή σε πολύ χαμηλές πιέσεις. Το ατμοποιημένο ψυκτικό μέσο, με τη σειρά του, απορροφάται από τον απορροφητή, αραιώνοντας το διάλυμα (π.χ διάλυμα H₂O/LiBr). Το διάλυμα αντλείται συνεχώς από τον αναγεννητή (γεννήτρια ατμού), στον οποίο επιτυγχάνεται η αναγέννηση του διαλύματος χρησιμοποιώντας θερμότητα (π.χ ζεστό νερό από ηλιακό). Το

ψυκτικό μέσο ακολούθως, συμπυκνώνεται στον συμπυκνωτή και κυκλοφορεί με τη βοήθεια της εκτονωτικής βαλβίδας πάλι στον εξατμιστή.

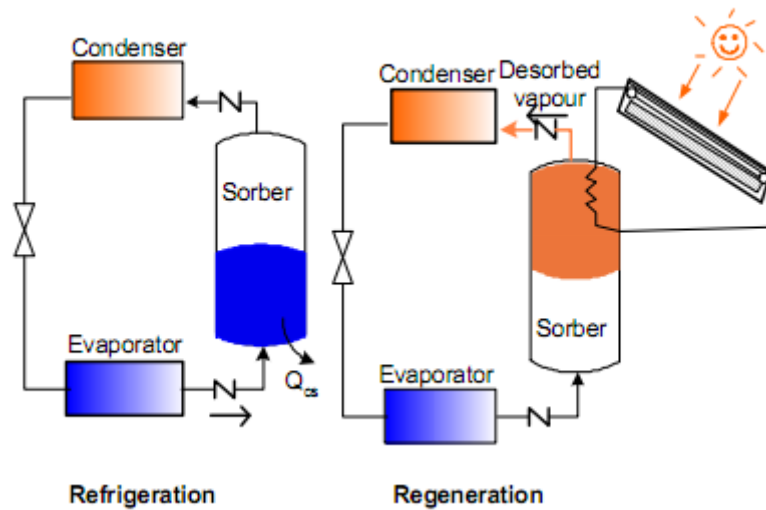
Ψύκτες απορρόφησης (absorption)



Εικόνα 211: Ψύκτες απορρόφησης

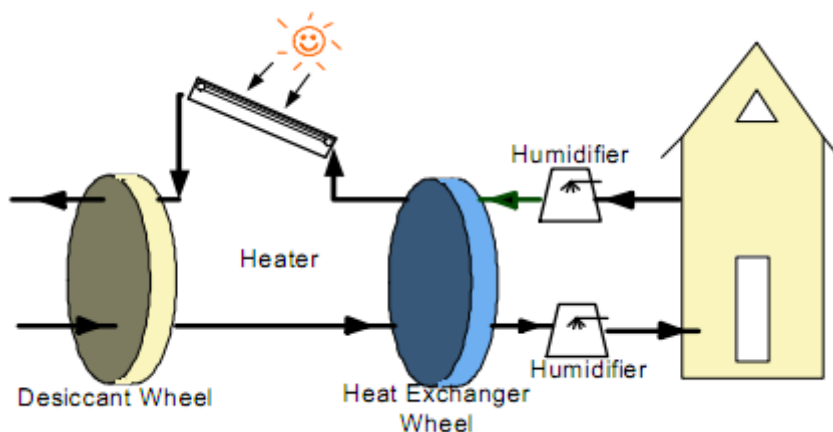
Οι ψύκτες προσρόφησης (adsorption), αντί για υγρό διάλυμα, χρησιμοποιούν στερεά πορώδη ροφητικά υλικά. μπορούν να δουλέουν για μεγαλύτερη διάρκεια από τους πρώτους και με χαμηλότερη θερμοκρασία. Επίσης μπορούν να κατασκευάζονται σε μικρότερη κλίμακα από τους πρώτους και μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς να απαιτούνται κινητοί μηχανισμοί. Δεν παρουσιάζουν προβλήματα διάβρωσης, που κάποιες φορές συναντώνται στους ψύκτες απορρόφησης βρωμιούχου λιθίου), ωστόσο, μέχρι σήμερα, οι ψύκτες προσρόφησης χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πάγου. Τα συστήματα που είναι διαθέσιμα στην αγορά χρησιμοποιούν νερό ως ψυκτικό μέσο και silica gel ως ροφητικό υλικό. Αποτελούνται από δύο χώρους ροφητικού υλικού, έναν εξατμιστή και ένα συμπυκνωτή. Στον πρώτο χώρο, το ροφητικό υλικό αναγεννάται και αυξάνεται η θερμοκρασία, άρα και η πίεση, χρησιμοποιώντας ζεστό νερό από τον ηλιακό συλλέκτη. Στο δεύτερο χώρο, το υλικό προσροφά τους υδρατμούς που εισάγονται από τον εξατμιστή. Αυτός ο χώρος πρέπει να ψυχθεί προκειμένου να επιτευχθεί συνεχής προσρόφηση. Το νερό στον εξατμιστή περνά στην αέρια φάση, θερμαινόμενο από το εξωτερικό κύκλωμα νερού. Έτσι, στο σημείο αυτό παράγεται η χρήσιμη ψυκτική ισχύς.

Ψύκτες προσρόφησης (adsorption)



Εικόνα 212: Ψύκτες προσρόφησης

Η Τρίτη κατηγορία ψυκτών είναι εκείνοι ανοικτού κύκλου, όπου ο θερμός και υγρός νωπός αέρας εισάγεται στον τροχό αφύγρανσης (desiccans wheel) (εικόνα 210) και αφυδατώνεται με την προσρόφηση της υγρασίας. Ο αέρας θερμαίνεται από τη θερμότητα προσρόφησης, οδηγείται στον τροχό ανάκτησης θερμότητας (Heat Exchanger Wheel), με συνέπεια να επιτυγχάνεται σημαντική πρόψυξη του ρεύματος νωπού αέρα. Στη συνέχεια ο αέρας υγραίνεται και ψύχεται περαιτέρω, από ελεγχόμενο υγραντή (humidifier), σύμφωνα με την επιθυμητή θερμοκρασία και υγρασία του αέρα παροχής. Το ρεύμα αέρα που απορρίπτεται έπειτα, υγραίνεται κοντά στο σημείο κορεσμού του για να εκμεταλλευθεί τη μέγιστη δυνατή ψύξη. Στη συνέχεια οδηγείται στον τροχό ανάκτησης θερμότητας. Τέλος, το ροφητικό υλικό του τροχού αναγεννάται με τη χρήση θερμότητας σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, επιτρέποντας έτσι συνεχή λειτουργία αφύγρανσης.



Εικόνα 213: Ψύκτες ανοικτού κύκλου

Παρ' όλα τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει αυτός ο τρόπος κλιματισμού, τα ηλιακά συστήματα ψύξης, ακόμα κι αν συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, δεν είναι άμεσα ανταγωνιστικά σε οικονομικό επίπεδο, συγκρινόμενα με τα συμβατικά συστήματα. Αυτό συμβαίνει κυρίως γιατί το κόστος εξοπλισμού είναι υψηλό και απέχει πολύ από το επίπεδο βιομηχανικής παραγωγής σε μεγάλες κλίμακες.

4.6.4 Ανάκτηση θερμότητας

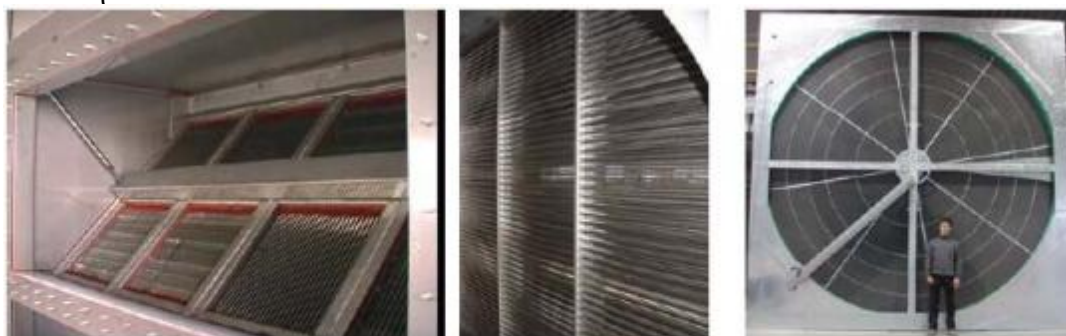
Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ», 2008
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Ανάκτηση θερμότητας είναι η διαδικασία με την οποία επιτυγχάνεται αξιοποίηση μέρους της θερμότητας που αποβάλλεται από κάποια μονάδα παραγωγής θερμότητας. Η ανάκτηση επιτυγχάνεται μέσω εναλλαγής θερμότητας μεταξύ ρευμάτων ρευστών που αποβάλλονται (π.χ. καυσαέρια, απόνερα κλπ.) και ρευστών που συμμετέχουν στην παραγωγική διαδικασία (π.χ αέρα καύσης, νερά διεργασιών κλπ.).

Η ανακτώμενη θερμότητα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προθέρμανση του νερού ή του αέρα καύσης, αυξάνοντας έτσι τη συνολική απόδοση του συστήματος παραγωγής ενέργειας, καθώς και για την κάλυψη αναγκών της παραγωγικής διαδικασίας σε θερμό νερό ή θερμό αέρα. Έτσι, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, αφού μειώνονται οι θερμικές απαιτήσεις. Η επιλογή κατάλληλων εναλλακτών, προϋποθέτει γνώση της μέγιστης πίεσης λειτουργίας, των ελάχιστων και μέγιστων θερμοκρασιών και των περιορισμών που επιβάλλει το ρευστό. Σημαντική επίσης είναι η μελέτη μεγέθους του εναλλάκτη που θα επιλεγεί, ώστε να είναι οικονομικά συμφέρουσα η τοποθέτησή του.

Ακολουθώς αναφέρονται οι διάφοροι τρόποι ανάκτησης θερμότητας:

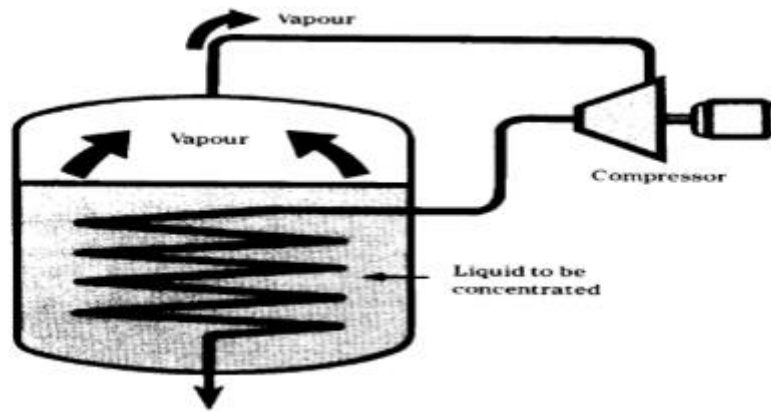
- Ανάκτηση θερμότητας από καυσαέρια. Οι απώλειες θερμότητας ενός λέβητα οφείλονται κυρίως στα καυσαέρια και είναι ανάλογες με την παροχή των καυσαερίων και της θερμοκρασίας τους. Η θερμότητα από τα καυσαέρια, ωστόσο μπορεί να μεταφερθεί σε ένα ρεύμα αέρα που εισέρχεται σε εναλλάκτη και έτσι να ανακτηθεί.



Αριστερά πλακοειδής εναλλάκτης θερμότητας αέρα/ αέρα, στο κέντρο σωληνωτός εναλλάκτης θερμότητας αέρα /νερού και δεξιά εναλλάκτης τύπου Rotary Wheel αέρα/ αέρα, παροχής $220.000\text{Nm}^3/\text{h}$.

Εικόνα 214: Εναλλάκτες θερμότητας

- Ανάκτηση θερμότητας από δίκτυα ατμού. (Εικόνα 212) Πρόκειται για τη συλλογή των συμπυκνωμάτων, που δημιουργούνται σε δίκτυα ατμού και η μετέπειτα χρήση τους ως νερό τροφοδοσίας στον ατμολέβητα. Τα συμπυκνώματα αυτά έχουν υψηλή θερμοκρασία, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί με τη συλλογή και επιστροφή τους στη δεξαμενή συμπυκνωμάτων για χρήση τους ως νερό τροφοδοσίας. Συνήθως, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του αέρα καύσης, αλλά και για άλλες διεργασίες, όπως η παραγωγή θερμού νερού, η προθέρμανση υγρών κ.α.



Εικόνα 215: Ανάκτηση θερμότητας από δίκτυα ατμού

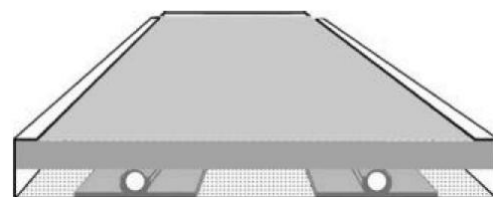
- Ανάκτηση θερμότητας από απόνερα. Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας είναι δυνατόν να επιτευχθεί και από τα ζεστά απόνερα που προκύπτουν από την παραγωγική βιομηχανική διαδικασία, όπως για παράδειγμα τα απόνερα των βαφείων. Τα ζεστά αυτά απόβλητα έχουν τεράστια ποσά ενέργειας. Στην Ελλάδα, για παράδειγμα, τα μεγάλα βαφεία απορρίπτουν 1000-5000m³/ημέρα υγρά απόβλητα με μέση θερμοκρασία 60°C. Είναι προφανές ότι η διαθέσιμη προς ανάκτηση θερμότητα είναι αξιόλογη, δεδομένου ότι η μέση θερμοκρασία του νερού που τροφοδοτεί αυτά τα εργοστάσια είναι 17 °C. Υπάρχουν δύο ειδών εναλλάκτες, οι πλακοειδείς και οι σωληνωτοί, ενώ ως προς την εξοικονόμηση ενέργειας ενός τέτοιου συστήματος αναφέρεται ότι για θερμική ισχύ συστήματος ίση με 5000W παρέχεται ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας 1200τόνοι μαζούτ και ετήσιο οικονομικό όφελος 340000 ευρώ, με κόστος έργου 300000ευρώ.

4.6.5 Κλιματισμός με ψυχόμενα δομικά στοιχεία ή μεταλλικούς πίνακες (πάνελ κλιματισμού).

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , 2008
http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf

Ο κλιματισμός των κτιρίων μπορεί επίσης να επιτευχθεί με τη χρήση ψυχόμενων δομικών στοιχείων τα οποία απορροφούν τη θερμότητα που παράγεται ή εισάγεται σε έναν χώρο, μέσω ενός ψυκτικού ρευστού (νερού) που ρέει σε σωληνώσεις εντοιχισμένες στην οροφή του. Στις νέες κατασκευές, η οροφή κατασκευάζεται με τρόπο τέτοιο ώστε να τοποθετείται το σύστημα αυτό, ενώ σε υφιστάμενα κτίρια τοποθετείται επιπρόσθετη μεταλλική πλάκα με σωλήνες . Ο κλιματισμός επιτυγχάνεται μέσω φυσικής συναγωγής και ακτινοβολίας. Παρ' όλο που η τεχνολογία υφίσταται περισσότερα από 50 χρόνια, παρουσίαζε προβλήματα στο παρελθόν και έτσι δεν εμφανίζεται εφαρμογή του συστήματος σε μεγάλη κλίμακα. Η συμπίκνωση της υγρασίας στις ψυχρές επιφάνειες, πολλές φορές, οδηγούσε στην καταστροφή των υλικών του ταβανιού (π.χ σοβάς) και δημιουργούσε ευνοϊκές συνθήκες για την ανάπτυξη βιολογικών μικροοργανισμών (μούχλα).

Πάνελ κλιματισμού



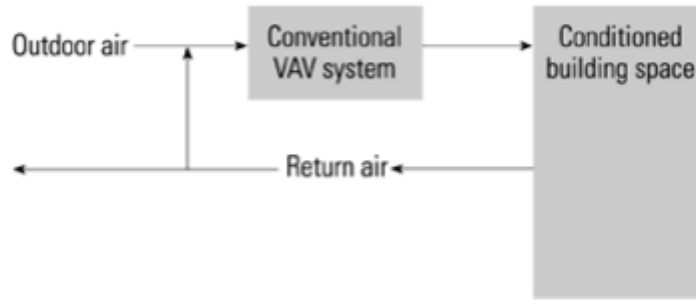
Εικόνα 216: Πάνελ κλιματισμού

Ωστόσο, σήμερα, έχει διαπιστωθεί ότι τα συστήματα αυτά μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς τα ανεπιθύμητα φαινόμενα της συμπύκνωσης, όταν συνδυάζονται με τη χρήση ειδικών συστημάτων τροφοδότησης εξωτερικού αέρα (Dedicated Outdoor Air Systems) και πάντα με τη συμβολή στεγανού και μονωμένου κτιριακού κελύφους. Στα περισσότερα εμπορικά κτίρια αποφεύγεται το φαινόμενο της συμπύκνωσης στα ψυχόμενα πάνελ (Εικόνα 213), με τη χρήση ενός ξεχωριστού συστήματος αερισμού, το οποίο τροφοδοτεί με φρέσκο εξωτερικό αέρα το εσωτερικό του κτιρίου. Ο εξωτερικός αυτός αέρας δεν αναμιγνύεται με τον αέρα επιστροφής πριν εισέλθει στο κτίριο και έτσι τα συστήματα αυτά συμβάλλουν στη ρύθμιση της υγρασίας και στο σωστό αερισμό του εσωτερικού χώρου.

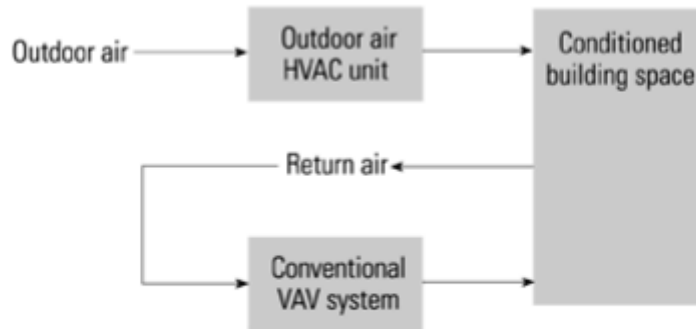
Στην Εικόνα 214 φαίνεται διαγραμματικά η διαφορά λειτουργίας μεταξύ ενός συμβατικού συστήματος μεταβλητού όγκου αέρα (VAV) για τον κλιματισμό και ενός ειδικού συστήματος εξωτερικού αέρα (DOAS). Με αυτόν τον τρόπο το σημείο δρόσου^{xx} του εσωτερικού αέρα διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα από τη θερμοκρασία του πάνελ. Έτσι, το συνδυασμένο σύστημα (πάνελ ψύξης- σύστημα εξωτερικού αέρα) μειώνει σε ικανοποιητικό βαθμό την ενεργειακή κατανάλωση για κλιματισμό με τους παρακάτω τρόπους:

- Κατά την ψύξη χώρων, η εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το γεγονός ότι το κρύο νερό που εισάγεται στο πάνελ, βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία σχετικά με τα υπόλοιπα συμβατικά συστήματα κλιματισμού. Πιο συγκεκριμένα, ενώ στα συμβατικά συστήματα η θερμοκρασία εισόδου κυμαίνεται από 4-7 °C, στο συγκεκριμένο σύστημα η θερμοκρασία εισόδου είναι 10-16 °C, οπότε υπάρχει μεγαλύτερη απόδοση του συστήματος.
- Λόγω της άμεσης ακτινοβολίας ψύξης προς τους χρήστες, είναι επιτρεπτή η ελαφριά αύξηση της εσωτερικής θερμοκρασίας του δωματίου, χωρίς να μειώνει την αίσθηση της θερμικής άνεσης στα άτομα, ενώ ταυτόχρονα μειώνει το μέγεθος των αναγκαίων ψυκτικών φορτίων. Το αποτέλεσμα εν ολίγοις είναι, οι χρήστες να αισθάνονται δροσιά στο επίπεδο του κεφαλιού και ζέστη στα πόδια, πράγμα που αυξάνει την εγρήγορση και τη θερμική τους άνεση. Ειδικότερα, ένας χώρος με ακτινοβολία ψύξης, που βρίσκεται σε θερμοκρασία 25,6°C δίνει την ίδια θερμική αίσθηση με εκείνη που θα έδινε ένας χώρος στους 23,9 °C.
- Τα πάνελ ακτινοβολίας ψύξης, συνήθως αποκλείουν τη χρήση οικονομητήρα (για την ψύξη του αέρα πριν εισέλθει στο εσωτερικό). Γενικά θα μπορούσε κανείς να πει ότι το σύστημα του πάνελ ψύξης μειώνει τα ψυκτικά φορτία κατά 15-20%.
- Ο συνδυασμός ενός τέτοιου συστήματος με ένα DOAS (ειδικό σύστημα τροφοδότησης εξωτερικού αέρα) μειώνει την ενέργεια που χρειάζεται για την κυκλοφορία του αέρα, με το να κυκλοφορεί μόνο την ποσότητα του αέρα που χρειάζεται για τον εξαερισμό (είναι ίση με το 25-30% της παροχής αέρα που απαιτείται σε όλα τα συμβατικά συστήματα αέρα).
- Από ανάλυση που έχει γίνει και η οποία συγκρίνει την ενεργειακή κατανάλωση σε ένα συμβατικό σύστημα μεταβλητού όγκου (VAV) και ενός πάνελ με ειδικό σύστημα τροφοδοσίας εξωτερικού αέρα (DOAS), προκύπτει ότι το δεύτερο μπορεί να εξασφαλίσει μέχρι και 25% μείωση των ετησίων ενεργειακών αναγκών σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα.
- Τέλος, είναι εφαρμόσιμο τόσο σε νέες κατασκευές όσο και σε υφιστάμενες.

A. Basic arrangement of a conventional all-air VAV system



B. DOAS with separate conditioning of outdoor and return air



Notes: DOAS = dedicated outdoor air system; VAV = variable air volume.
Source: E SOURCE

Εικόνα 217: Διαφορά λειτουργίας συστημάτων VAV και DOAS

4.7 Βιοκλιματικός σχεδιασμός και υφιστάμενη κατασκευή

Ύστερα από ενδελεχή μελέτη του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, και των κανόνων και των τεχνικών που προτείνει στους μελετητές παγκοσμίως, με σκοπό την ταυτόχρονη βελτίωση του επιπέδου ζωής των ατόμων με την προστασία του περιβάλλοντος και την εξοικονόμηση ενέργειας, στην Ενότητα αυτή έγινε μια προσπάθεια συγκέντρωσης όλων αυτών των στοιχείων που συνθέτουν, θα έλεγε κανείς, μια «σκεπτόμενη» Αρχιτεκτονική. Μια αρχιτεκτονική που να μην σαν αφετηρία έχει τον άνθρωπο, δεν παύει όμως να συνυπολογίζει και το φυσικό περιβάλλον, αξιολογώντας την κάθε συνέπεια και επιρροή που θα έχει πάνω σε αυτό είτε βραχυπρόθεσμα είτε μακροπρόθεσμα.

Παρουσιάστηκαν διάφορες τεχνικές και συστήματα με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά του το καθένα, με σκοπό να γνωστοποιηθούν στο ευρύτερο κοινό. Τέθηκαν ζητήματα υλικών, κατασκευαστικών λεπτομερειών και κυρίως επιλογών. Και αυτό γιατί κάθε κατασκευή φέρει τις δικές της ιδιαιτερότητες και περιορισμούς, καλώντας έτσι τον εκάστοτε μελετητή να ακολουθήσει κάποιες διαδικασίες μεν, αλλά κυριότερα να θέσει προτεραιότητες και να κάνει επιλογές.

Βασικότερο στοιχείο του Βιοκλιματικού σχεδιασμού συνεπώς, προκύπτει ότι είναι η εξισορρόπηση του θερμικού ισοζυγίου ενός κτιρίου, δηλαδή η εξισορρόπηση των θερμικών προσόδων και των θερμικών απωλειών του. Η θεωρία ενός τέτοιου σχεδιασμού καλύπτει τόσο τις νέες κατασκευές όσο και τις υφιστάμενες. Ο τελικός στόχος μιας τέτοιας μελέτης, δηλαδή είναι ο ίδιος. Τι γίνεται όμως με την ενδιάμεση διαδικασία; Σε τι διαφέρουν μια νέα οικοδομή και μια υφιστάμενη σε σχέση με τον Βιοκλιματικό σχεδιασμό;

Κατά τη διαδικασία σχεδιασμού νέων κτιρίων, οι μελετητές λαμβάνουν υπ' όψη ένα σύνολο παραμέτρων, θεσμικών, κτιριολογικών και σχεδιαστικών, οι οποίες είναι και αυτές που διαμορφώνουν και καθορίζουν τελικά τη μορφή του κτιρίου. Τι συμβαίνει όμως όταν υπάρχει ήδη η μορφή και κυρίως όταν υπάρχουν αυστηρά πλαίσια μέσα στα οποία πρέπει να κινηθεί ο μελετητής σε σχέση με τη μορφή ενός κτιρίου (π.χ. διατηρητέα);

Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός καλείται να βελτιώσει υπάρχοντα κτίρια, πιθανώς και παλαιότερης τεχνολογίας και να τα φέρει σε ένα επίπεδο που να συμβαδίζουν με τις σύγχρονες απαιτήσεις, σεβόμενος όμως πάντα την πιθανή ιστορική αξία που μπορεί να έχουν. Το επίπεδο οικοδομικής παρέμβασης που μπορεί να γίνει σε μια υφιστάμενη κατασκευή, στα πλαίσια βελτίωσής της έγκειται:

1. Στη μείωση των θερμικών απωλειών από τα δομικά στοιχεία (αγωγιμότητα).
2. Στη μείωση των θερμικών απωλειών αερισμού (θερμογέφυρες, οπές, καμινάδες κ.α.).
3. Στη μείωση των νυχτερινών θερμικών απωλειών (2/3 περίπου των θερμικών απωλειών του 24ώρου).
4. Αύξηση των ηλιακών κερδών κατά τη χειμερινή περίοδο.
5. Μείωση των ηλιακών κερδών κατά την θερινή περίοδο.
6. Αξιοποίηση- αύξηση του φυσικού αερισμού-δροσισμού.
7. Κατάλληλη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου με σκοπό την προστασία του κτιρίου από άσκοπες θερμικές απώλειες ή περιττά ηλιακά κέρδη.

Είναι σαφές βέβαια, ότι η Βιοκλιματική μελέτη μιας υφιστάμενης κατασκευής δεν επαφίεται μονάχα στα παραπάνω καθώς είναι συνδυασμός πολλών παραγόντων και αποτέλεσμα εντατικής και ενδεδειγμένης μελέτης. Για τον λόγο αυτό, στην Ενότητα 2 θα γίνει μια προσπάθεια εφαρμογής των κανόνων που επιτάσσει η φιλοσοφία αυτή ώστε να μελετηθεί η διαδικασία και οι πιθανές δυσκολίες και οι περιορισμοί που μπορεί να προκύπτουν.

4.8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

I. ΦΡΑΓΜΑ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf, (απόσπασμα)

Σύμφωνα με έρευνα του Πανεπιστημίου της Σάντα Καταρίνα στη Βραζιλία, ένα αξιόπιστο φράγμα ακτινοβολίας μπορεί να μειώσει τη ροή θερμότητας μέχρι και 70%. Το πείραμα που διεξήγαγε το Πανεπιστήμιο ήταν το εξής:

Έγιναν μετρήσεις σε πραγματική στέγη, της οποίας ένα κεκλιμένο μέρος χωρίστηκε σε οκτώ ίσα μέρη. Κάθε κομμάτι είχε ως επίστρωση διαφορετικό υλικό, όπως αλουμινοχαρτο, πορώδη κεραμίδια κόκκινου χρώματος, κεραμίδια βαμμένα λευκά, εμπορικά φύλλα φράγματος ακτινοβολίας κ.α., ενώ ένα κομμάτι έμεινε χωρίς επίστρωση. Η επίστρωση που εμφάνισε καλύτερη απόδοση ήταν το ένα από τα εμπορικά φράγματα ακτινοβολίας που χρησιμοποιήθηκαν. Ενδεικτικά, για μια τυπική καλοκαιρινή μέρα στη Βραζιλία, με υψηλή ακτινοβολία, την πιο θερμή ώρα της ημέρας, η ροή θερμότητας δια μέσου του ακάλυπτου τμήματος ήταν 82.4 Wm^{-2} , ενώ δια μέσου του τμήματος με το φράγμα 22.5 Wm^{-2} . Από την Εικόνα 215 διαπιστώνουμε ότι για μια καλοκαιρινή ημέρα με χρήση φράγματος ακτινοβολίας έχουμε κατά 63-73% μείωση της θερμοροής προς το εσωτερικό. Τη νύχτα που η ροή αντιστρέφεται, στην περίπτωση των κεραμιδιών, έχουμε μεγαλύτερη απώλεια θερμότητας προς τα έξω απ' ότι στην περίπτωση της ακάλυπτης οροφής (αρνητική απόδοση).

Είδος Επίστρωσης	Απόδοση % σε ώρα υψηλότερης θερμοκρασίας	Μέση 24ωρη απόδοση %	Νυχτερινή Απόδοση%
Χωρίς Επίστρωση	-	-	-
Εμπορικό Φράγμα Ακτινοβολίας 1	73	76	63
Πορώδη κεραμίδια	48	86	-24
Κεραμίδια λευκά	30	70	-25

Εικόνα 218: Θερμική απόδοση ειδών επίστρωσης

Από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι η τοποθέτηση του φράγματος ακτινοβολίας εμπόδιζε όχι μόνο τα θερμικά κέρδη κατά τη διάρκεια της ζεστής καλοκαιρινής ημέρας, αλλά επίσης και τις θερμικές απώλειες τις νυχτερινές ώρες και κατά τη διάρκεια κρύων ή συννεφιασμένων ημερών.

II. ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Π: «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf, (απόσπασμα)

Ο παράγοντας ηλιακού κέρδους (SHGC), δείχνει το ποσοστό της διαθέσιμης ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας, που επιτυχώς διέρχεται από ένα παράθυρο. Η κλίμακα μέτρησής του είναι από 0 έως 1 (για διέλευση 100% της διαθέσιμης ακτινοβολίας). Τα κρύσταλλα των παραθύρων, κατασκευάζονται έτσι ώστε να επιτρέπουν τη διέλευση ορισμένου μήκους ακτινοβολίας. Έτσι, για παράδειγμα, ένας ιδανικός συνδυασμός για τα ζεστά κλίματα είναι να έχουμε ένα παράθυρο που να μπλοκάρει την θερμή ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (χαμηλός SHGC), αλλά να επιτρέπει τη διέλευση της ορατής. Ένας χαμηλός παράγοντας θερμικού κέρδους μπορεί να μειώσει τις ανάγκες για κλιματισμό, περισσότερο απ' ό,τι θα μείωνε η προσθήκη ενός επιπλέον φύλλου γυαλιού στο παράθυρο, για αύξηση της μόνωσης.

III. ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ ΣΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Π: «ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ», Κλειώ Ν. Αζαρλή, Αρχιτέκτονας Α.Π.Θ., Msoesci B'ham, Δρ. Α.Π.Θ αναπληρώτρια καθηγήτρια Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτιρίων ,Τμήμα Πολ. Μηχανικών Α.Π.Θ. (απόσπασμα)

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου αναφέρεται στη δέσμευση της θερμότητας που προέρχεται από την ηλιακή ακτινοβολία που διαπερνά μια γυάλινη επιφάνεια. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου στηρίζεται στην ιδιότητα που έχει το γυαλί να είναι διαπερατό στη μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία (0.4-2.5 μικρά), ενώ είναι αδιαπέραστο στη θερμική ακτινοβολία που εκπέμπεται από τα σώματα και που συνήθως έχει μήκος κύματος γύρω στα 10 μικρά.

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε μια γυάλινη επιφάνεια, ένα ποσοστό αντανακλάται, ένα ποσοστό απορροφάται από το γυαλί, από το οποίο ένα μέρος επαναακτινοβολείται προς το εξωτερικό και το μεγαλύτερο ποσοστό (ανάλογα με τη διαπερατότητα του γυαλιού), που είναι η φωτεινή ακτινοβολία (0.4-0.8 μικρά), περνά μέσα από το γυαλί στον εσωτερικό χώρο. Αυτό το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που πέρασε μέσα από το γυαλί, απορροφάται από τα δομικά στοιχεία και τα λοιπά αντικείμενα του εσωτερικού χώρου και αλλάζοντας μήκος κύματος μετατρέπεται σε θερμική ακτινοβολία για την οποία το γυαλί είναι σχεδόν αδιαπέραστο. Η με αυτόν τον τρόπο προερχόμενη θερμότητα παγιδεύεται στο

εσωτερικό του κτιρίου και αποθηκεύεται στα στοιχεία με θερμοχωρητικότητα. Στη συνέχεια η θερμότητα μπορεί να μεταδοθεί:

- Με αγωγιμότητα
- Με μεταφορά (με τη βοήθεια κάποιου ρευστού, αερίου ή υγρού)
- Με ακτινοβολία

και να συνεισφέρει στη διαμόρφωση του θερμικού ισοζυγίου του χώρου.

IV. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΝΗΣΙΔΑΣ

Π: από εσπερίδα του ECOCITY την Δευτέρα 29 Νοεμβρίου 2011 στην ΕΕΔΕ,
http://ecocity.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=2855:to-%CF%86%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CF%84%CE%B7%CF%83-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%83-%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CF%83&Itemid=86

Η θερμική νησίδα είναι το φαινόμενο της αύξησης της θερμοκρασίας του αέρα στο εσωτερικό των πόλεων, σε σχέση με τα περίχωρα, κατά τη διάρκεια μιας ζεστής καλοκαιρινής περιόδου, που οφείλεται στην αλλαγή του κλίματος που προκαλεί η αποθήκευση ηλιακής ενέργειας στις αστικές επιφάνειες, όπως είναι τα κτίρια και οι δρόμοι στη διάρκεια της ημέρας. Στη διαμόρφωση της θερμικής νησίδας συμβάλλουν τα σκούρα και θερμά υλικά αστικών επιφανειών που έχουν χαμηλή αντανακλαστικότητα (χαμηλό albedo), που παρακρατούν τη θερμότητα την ημέρα και την αποδίδουν τη νύχτα εμποδίζοντας τη φυσική ψύχρανση της ατμόσφαιρας. Συντελούν επίσης οι πρόσθετες ανθρωπογενείς πηγές ενέργειας, που προέρχονται από τις μεταφορές, τη βιομηχανία και τον κλιματισμό των κτιρίων, καθώς και το ύψος και η διάταξη των κτιρίων, γύρω από στενούς δρόμους, που εμποδίζουν τη διαφυγή της ηλιακής ενέργειας και την κυκλοφορία του αέρα.

Ένα κορυφαίο πρόβλημα που είναι χαρακτηριστικό των Ελληνικών πόλεων, είναι η απουσία πράσινου στους δημόσιους χώρους, που μειώνει σημαντικά τη θερμοκρασία του αέρα τη νύχτα, μέσω της διαδικασίας της διαπνοής. Τα φυτά απορροφούν την ημέρα μεγάλο μέρος της ηλιακής ενέργειας και αντλούν νερό από τη γη, το οποίο αποδίδουν τη νύχτα από τα φύλλα στην ατμόσφαιρα ως υγρασία, με αποτέλεσμα να συμβάλουν στη μείωση της έντασης της θερμικής νησίδας μειώνοντας την ποσότητα της ηλιακής ενέργειας που αποθηκεύουν και ψυχραίνουν την ατμόσφαιρα τη νύχτα με την υγρασία που αποδίδουν.

Οι επιπτώσεις της θερμικής νησίδας επικεντρώνονται κυρίως στην υποβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων των πόλεων και στις επιδράσεις στην υγεία τους. Είναι γνωστή η συνέργια των υψηλών θερμοκρασιών το καλοκαίρι στη θνησιμότητα και τη νοσηρότητα ηλικιωμένων κυρίως ατόμων. Έτσι, με την αύξηση των θερμοκρασιών την ημέρα και τη διατήρησή τους τη νύχτα, η θερμική νησίδα γίνεται πρόσθετος παράγοντας επικινδυνότητας. Παράλληλα η εντατική χρήση κλιματιστικών, πέρα από την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα και τη σπατάλη ενέργειας που προκαλεί, συμβάλλει και στη ρύπανση της ατμόσφαιρας.

ΕΝΟΤΗΤΑ Β

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

Στην Ενότητα Α έγινε μια προσπάθεια παρουσίασης της έννοιας του Βιοκλιματικού σχεδιασμού, των αναγκών που οδήγησαν σε αυτόν, καθώς και η εισαγωγή στη φιλοσοφία του και τις τεχνικές που προτείνει, με σκοπό την βελτίωση των συνθηκών ζωής του ανθρώπου αλλά παράλληλα και την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Δόθηκαν οι κατευθυντήριες γραμμές που ορίζει για την αξιοποίηση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας και οι κατασκευαστικές λύσεις που τον καθιστούν εφαρμόσιμο στις αρχιτεκτονικές κατασκευές.

Όπως αναφέρθηκε, η εφαρμογή του ξεκίνησε από νέες κατασκευές, στο στάδιο μελέτης εφόσον επρόκειτο για νέα τάση, η οποία έπρεπε να μελετηθεί στην πράξη. Στην πορεία όμως, με εμφανή τα ευεργετικά του αποτελέσματα, οι μελετητές στράφηκαν στην προσπάθεια εφαρμογής του σε υφιστάμενες κατασκευές, με σκοπό την εξυγίανση και βελτίωσή τους. Σήμερα, αποτελεί επιλογή των ιδιοκτητών των κτιρίων, παγκοσμίως, αλλά και προσταγή της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα κράτη-μέλη της.

Η εφαρμογή μιας τέτοιας φιλοσοφίας σε νεόδμητες οικοδομές, αποτελεί πλέον διαδικασία ρουτίνας, θα μπορούσε κανείς να πει, καθώς υπάρχει πληθώρα πληροφοριών και καθοδηγητικών οδηγιών τόσο σε βιβλιογραφία όσο και στο διαδίκτυο. Επιπλέον, οι δυνατότητες ευελιξίας μιας νέας οικοδομής στους ορισμούς και τις τεχνικές της Βιοκλιματικής Αρχιτεκτονικής, είναι περισσότερες, καθώς ο σχεδιασμός και η μορφή του εκάστοτε κτιρίου μπορούν (και κάποιες φορές είναι απαραίτητο) να προσαρμοστούν στις επιταγές της κι έτσι ο μελετητής ακολουθεί κάποια μεθοδολογία, με γνώμονα τις ανάγκες των χρηστών και τις αρχικές παραδοχές που τίθενται στην κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

Το ενδιαφέρον αυτής της μελέτης όμως, εστιάζεται στην αντίστροφη διαδικασία. Στο πώς μπορεί να χειριστεί ο μελετητής τις περιπτώσεις, όπου υπάρχει ήδη η μορφή και καλείται να την προσαρμόσει σε μια αρχιτεκτονική, μεταγενέστερη εκείνης, σύμφωνα με την οποία είχε αρχικά οικοδομηθεί το κτίριο. Ακόμα μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει μια συγκεκριμένη κατηγορία υφιστάμενων κατασκευών, εκείνη των διατηρητέων που θα αποτελέσει και το αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας.

Με στόχο την κατάληξη σε κάποια συμπεράσματα σχετικά με τη σχέση ανάμεσα σε Βιοκλιματικό σχεδιασμό και Διατηρητέα κτίρια έχει επιλεγεί ένα κτίρια-παραδείγματα πάνω στο οποίο θα ερευνηθεί ποιες από τις τεχνικές του μπορούν να εφαρμοστούν ή όχι σε διατηρητέα, σε ποιες περιπτώσεις και γιατί. Η εστίαση στην συγκεκριμένη κατηγορία κτιρίων γίνεται λόγω του ότι αφ' ενός, από μόνα τους παρουσιάζουν κάποιο ενδιαφέρον, αλλά κυρίως γιατί σύμφωνα με τη νομοθεσία, η οποιαδήποτε επέμβαση-παρέμβαση σε αυτά καθορίζεται από συγκεκριμένα πλαίσια και εφαρμόζεται υπό συγκεκριμένες συνθήκες. Έτσι λοιπόν παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον η εξερεύνηση των πεδίων εφαρμογής του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού όταν ο μελετητής οφείλει να ακολουθεί συγκεκριμένες οδούς πάνω στις οποίες μπορεί να προσθέσει –πιθανώς– το προσωπικό του ύφος. Αυτό θα μελετηθεί παρακάτω με την βοήθεια του κτιρίου-παραδείγματος.

Επιπλέον, ένας ακόμα λόγος της εστίασης σε διατηρητέα, είναι το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει τεράστιο πλούτο σε ανεκμετάλλευτα κτίρια ιστορικής και αρχιτεκτονικής αξίας, που στα πλαίσια της αναβάθμισης των αστικών ή μη περιοχών της, θα μπορούσαν να «συμμορφωθούν» με τις απαιτήσεις της σύγχρονης αρχιτεκτονικής και να αξιοποιηθούν κατάλληλα, ώστε να συνεχίσουν να αποτελούν κόσμημα για τη σύγχρονη εποχή αλλά και σύνδεσμο με την ιστορία του τόπου.

Κριτήρια επιλογής του συγκεκριμένου κτιρίου, ανάμεσα σε εκατοντάδες που υπάρχουν σε όλη την Ελλάδα, αποτέλεσαν κάποιοι παράγοντες που σχετίζονται άμεσα με τις αρχές του

Βιοκλιματικού σχεδιασμού, με σκοπό την απαλοιφή κάποιων παρονομαστών, αφ' ενός, λόγω του ότι κάθε περίπτωση είναι μοναδική και θα πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά και βάσει των δικών της περιορισμών και αφ' εταίρου, η έκταση της μελέτης να μην αποτελέσει πρόβλημα.

Απώτερος και μελλοντικός στόχος της μελέτης αυτής είναι να επιλεγούν κτίρια που φέρουν χαρακτηριστικά τα οποία θα μπορούσαν να αποτελέσουν ομαδοποίηση για να επιτευχθεί η συλλογή συμπερασμάτων ως οδηγού της εφαρμογής της Βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής σε διατηρητέα κτίρια, αλλά και κάποια που επρόκειτο για πιθανές αντιθέσεις ή κραυγαλέες διαφορές, ώστε να υπάρχει αντικείμενο σύγκρισης, σε διαφορετικές πιθανές εκδοχές. Πιο συγκεκριμένα το έτος ανέγερσης, το οποίο θα είναι σχετικά ίδιο. Όλα τα κτίρια να έχουν έτος ανέγερσης μέσα στον ίδιο αιώνα, ώστε να έχουν την ίδια παλαιότητα, αλλά να διακρίνονται οι διαφορετικές επιλογές που θα γίνουν, βάσει των δυνατοτήτων που θα προσφέρουν (ανάλογα με την περιοχή, την αρχική μορφή, το κλίμα κλπ.).

Η κλιματική ζώνη στην οποία εντάσσεται το κάθε κτίριο αποτέλεσε επίσης κριτήριο επιλογής. Επιθυμητό είναι να επιλεγούν κτίρια σε διαφορετικές κλιματικές ζώνες (Α, Β,Γ) και μάλιστα με σχετικά ακραίες διαφορές, ώστε να εξεταστούν οι περιορισμοί λόγω καιρικών συνθηκών που παρουσιάζονται στα διάφορα καιρικά φαινόμενα (χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες, συχνές ή όχι βροχοπτώσεις, χιονόπτωση κλπ.). Το αντικείμενο στο οποίο, προς το παρόν, θα εστιάσει η μελέτη αυτή, βρίσκεται στην Κλιματική Ζώνη Α, στα Χανιά της Κρήτης.

Επιπλέον, θα πρέπει να επιλεγούν κτίρια παρόμοιου μεγέθους και αρχιτεκτονικής, για να μπορούν τα τελικά συμπεράσματα να είναι συγκρίσιμα. Τέλος η διαφορετική χρήση των κτιρίων-παραδειγμάτων θα αποτελέσει αντικείμενο μελέτης που θα αφορά στις διαφορετικές ανάγκες που παρουσιάζει η κάθε χρήση καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας κατά το πέρας του έτους (ανάγκες θέρμανσης-ψύξης στη διάρκεια της ημέρας, θερμική απόδοση των δομικών υλικών ή όχι, οπτική άνεση κλπ.). Στο σημείο αυτό, κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί ότι σημαντικό κριτήριο επιλογής του τελικού κτιρίου αποτέλεσε το διαθέσιμο υλικό, ώστε να καταστεί εφικτή μια τέτοια μελέτη.

Για να γίνει κατανοητή η επιμονή στη συγκεκριμένη κατηγορία κτιρίων και ακολούθως η εν λόγω μελέτη τους, θα πρέπει να διευκρινιστεί η έννοια «διατηρητέο κτίριο» και η σημαντικότητά της. Σύμφωνα με το νόμο Ν3028/2002 (ΥΠΠΟ) «Για την προστασία αρχαιοτήτων και εν γένει Πολιτιστικής Κληρονομιάς» (Άρθρο 2, εδάφιο β), *ως μνημεία νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που αποτελούν υλικές μαρτυρίες και ανήκουν στην πολιτιστική κληρονομιά της Χώρας και των οποίων επιβάλλεται η ειδικότερη προστασία βάσει συγκεκριμένων διακρίσεων.* Η διάκριση που αφορά την μελέτη αυτή είναι τα **νεότερα μνημεία** (Ν3028/2002 , Άρθρο 2, εδάφιο β, περίπτωση ββ) και ειδικότερα τα **ακίνητα μνημεία**. Έτσι, *ως νεότερα μνημεία νοούνται τα πολιτιστικά αγαθά που είναι μεταγενέστερα του 1830 και των οποίων η προστασία επιβάλλεται λόγω της ιστορικής, καλλιτεχνικής ή επιστημονικής σημασίας τους.* Βάσει του Άρθρου 6, του ίδιου νόμου, τα νεότερα ακίνητα πολιτιστικά αγαθά διαχωρίζονται σε προγενέστερα των εκάστοτε τελευταίων εκατό ετών και σε εκείνα που ανάγονται στην περίοδο των εκάστοτε τελευταίων εκατό ετών και χαρακτηρίζονται μνημεία λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής, πολεοδομικής, κοινωνικής, εθνολογικής, λαογραφικής, τεχνικής, βιομηχανικής ή εν γένει ιστορικής, καλλιτεχνικής ή επιστημονικής σημασίας τους. Επίσης, στο Άρθρο αυτό αναφέρεται ότι *ο χαρακτηρισμός ακινήτου μνημείου είναι δυνατόν να αφορά και κινητά που συνδέονται με ορισμένη χρήση του ακινήτου, τις χρήσεις που είναι σύμφωνες με το χαρακτήρα του μνημείου, καθώς και τον περιβάλλοντα χώρο ή στοιχεία αυτού.*

Βάσει όλων των παραπάνω λοιπόν, ως «διατηρητέο κτίριο» χαρακτηρίζεται με αποφάσεις των ελληνικών Αρχών (ΥΠΕΧΩΔΕ και Υπουργείο Πολιτισμού), ένα κτίριο που παρουσιάζει ιστορικό ή αρχιτεκτονικό ενδιαφέρον, αποτελεί σπάνιο τεκμήριο κάποιας ιστορικής περιόδου

ή αρχιτεκτονικής τάσης ή είναι μέρος συνόλου κτιρίων που φέρουν τα παραπάνω χαρακτηριστικά και χρήζει ιδιαίτερης αντιμετώπισης και προστασίας.

Όπως προαναφέρθηκε, τα διατηρητέα κτίρια εντάσσονται σε ειδική νομοθεσία⁷⁴ σε ότι αφορά την προστασία τους και οποιαδήποτε επέμβαση σε αυτά και είναι αντικείμενα ιδιαίτερης αντιμετώπισης. Αναλυτικότερα, βάσει του Ν3018/2002 στα Άρθρα 10, 40,41, 42 και 43¹ αναφέρονται οι ειδικές διατάξεις που αφορούν σε επεμβάσεις, εργασίες γενικά και εργασίες συντήρησης σε ακίνητα μνημεία, αντίστοιχα. Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι πέραν των ειδικών διατάξεων που ορίζει ο συγκεκριμένος νόμος, στην περίπτωση των διατηρητέων μνημείων, είναι πιθανό κάποιο κτίριο να εντάσσεται μεν στην γενική νομοθεσία αλλά ταυτόχρονα να καθορίζονται ιδιαίτεροι περιορισμοί, οι οποίοι αναγράφονται στην απόφαση κήρυξης του κάθε κτιρίου. Επιπλέον, υπάρχει η πιθανότητα το ίδιο κτίριο να έχει κηρυχθεί διατηρητέο ταυτόχρονα και από το Υπουργείο Πολιτισμού και από το ΥΠΕΧΩΔΕ, πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να εξεταστούν ενδελεχώς όσα ορίζουν τα ΦΕΚ και των δύο οργανισμών.

Αναφορές στο τι ονομάζεται «διατηρητέο μνημείο» και σε τι περιορισμούς επεμβάσεων υπόκεινται αυτού του είδους τα κτίρια, υπάρχουν και στον Ν2831/2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ) «Γενικός οικοδομικός κανονισμός και άλλες πολεοδομικές ρυθμίσεις». Ως σημείο εκκίνησης λαμβάνεται το άρθρο 4 του ΓΟΚ (Ν. 1777/1985, Α210), όπως αντικαταστάθηκε από το άρθρο 3^{II} του Ν 2831/2000 (Α140) και ισχύει από τότε και στο εξής. Είναι σαφές ότι μεταξύ όλων αυτών των νομοθετημάτων υπάρχουν τόσο συγκλίσεις όσο και διαφοροποιήσεις⁷⁵. Για το λόγο αυτό, πριν από κάθε επέμβαση, θα πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή σε όλα όσα αφορούν το προς μελέτη κτίριο.

Στα πλαίσια της μελέτης εφαρμογής του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού σε διατηρητέα κτίρια, με σκοπό την αναβάθμιση των κτιρίων αυτών αλλά και την ταυτόχρονη διατήρηση της ιστορικής τους ταυτότητας, θα μελετηθεί μια κατασκευές αυτής της κατηγορίας με τελικό στόχο την καταγραφή συμπερασμάτων που αφορούν τις διαδικασίες που πρέπει να ακολουθούνται αλλά και τις δυσκολίες που πιθανώς να παρουσιαστούν. Στα επόμενα κεφάλαια θα παρουσιαστεί το κτίριο-παράδειγμα, θα αναφερθούν τα ιστορικά του στοιχεία, η απόφαση κήρυξης και θα καταγραφούν ποιες από τις τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού μπορούν να εφαρμοστούν ή όχι και για ποιούς λόγους. Θα συγκριθεί η παρούσα κατάσταση με όσα προτείνει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, θα συλλεχθούν τα συμπεράσματα της μελέτης σε συγκεντρωτικό πίνακα και τέλος, θα γίνουν κάποιες προτάσεις εφαρμογής στο συγκεκριμένο κτίριο.

⁷⁴ Π: «Διατηρητέα Κτίρια και Στοιχεία Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος- Παραδοσιακοί Οικισμοί και Οικιστικά Σύνολα- Ιστορικά Κέντρα και Πόλεις», ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

⁷⁵ Π: «Διατηρητέα Κτίρια και Στοιχεία Ανθρωπογενούς Περιβάλλοντος- Παραδοσιακοί Οικισμοί και Οικιστικά Σύνολα- Ιστορικά Κέντρα και Πόλεις», ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ ΤΜΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Περιγραφή κτιρίου

ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΧΑΛΕΠΑ-ΧΑΝΙΑ



Εικόνα 219: Ξενοδοχείο Χαλέπα, Χανιά

Το προς μελέτη κτίριο βρίσκεται στον Νομό Χανίων στην περιοχή Χαλέπα⁷⁶ (Εικόνα 217, 218), ανατολικά του νομού. Το προάστιο Χαλέπα, την εποχή της Κρητικής Πολιτείας λόγω της θέσης και του κλίματός του, επελέγη για την εγκατάσταση πρεσβειών, της κατοικίας του πρίγκιπα-ύπατου αρμοστή της Κρήτης, του πολιτικού ελευθέρου Βενιζέλου και άλλων επιφανών Κρητών. Επίσης εδώ κτίστηκε η Γαλλική ακαδημία στην οποία σήμερα στεγάζεται η Αρχιτεκτονική του Πολυτεχνείου Κρήτης και η αγία Μαγδαληνή (ένας ναός διαφορετικής για τα Ελληνικά δεδομένα αρχιτεκτονικής). Απο την Εικόνα 219 είναι φανερό ότι στην περιοχή βρίσκονται πολλά διατηρητέα κτίσματα, τα οποία απεικονίζονται με ροζ χρώμα.

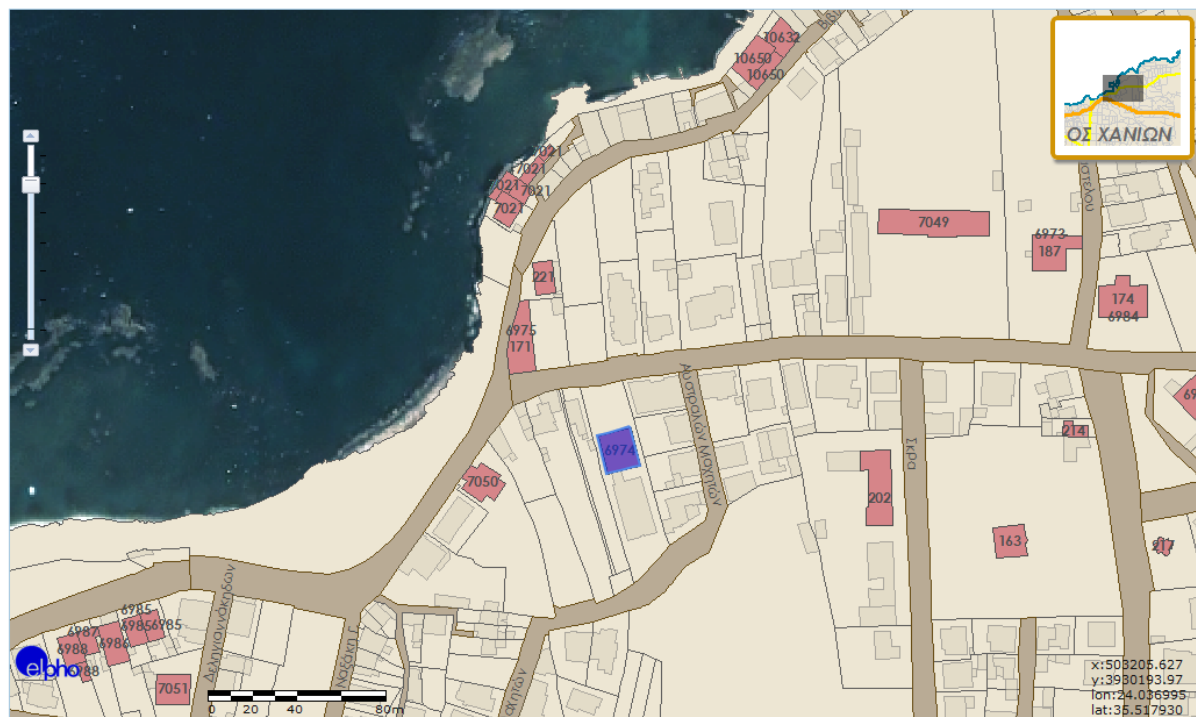


Εικόνα 220: Χάρτης της Κρήτης

⁷⁶ Ελ. Βενιζέλου 164



Εικόνα 221: Περιοχή Χαλέπας



Εικόνα 222: Τοπογραφικό διάγραμμα με διατηρητέα κτίρια στην περιοχή (από ηλεκτρονικό Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών Δ.Χανίων, <http://gis.chania.gr/>)

Το προς μελέτη κτίριο αξιοποιείται σήμερα ως Ξενοδοχείο, μετά από εξ' ολοκλήρου αποκατάστασή του. Στη συγκεκριμένη περίπτωση κτιρίου, για τις ανάγκες της μελέτης θα γίνει μια παραδοχή σε σχέση με τη σημερινή κατάσταση του. Για την κάλυψη αναγκών του ξενοδοχείου σε δυναμικότητα κλινών, ταυτόχρονα με την αποκατάστασή του διατηρητέου, οικοδομήθηκε μια προσθήκη⁷⁷ στην πίσω όψη του, η οποία όμως δεν επηρέασε την αρχική αρχιτεκτονική μορφή και δομή του, ωστόσο αποτελεί επιπλέον στοιχείο σχετικά με τα αρχικά ζητούμενα της μελέτης και ταυτόχρονα προσθέτει επιπλέον όγκο εργασίας χωρίς να είναι απαραίτητος. Επομένως, Βιοκλιματικά θα εξεταστεί μόνο το διατηρητέο κτίριο αγνοώντας την ύπαρξη της ογκώδους προσθήκης, ενώ εκείνη θα θεωρηθεί εμπόδιο και θα εξεταστεί ως τέτοιο. Θα γίνει η παραδοχή ότι το διατηρητέο κτίριο, στη νότια όψη του, είναι σε επαφή με άλλο, ανεξάρτητο κτίριο. Η παραδοχή αυτή θα γίνει για τους λόγους που αναφέρθηκαν πρωτίτερα αλλά και για να γίνει μια όσο το δυνατόν ρεαλιστικότερη μελέτη, που θα ανταποκρίνεται στις πραγματικές συνθήκες.



Εικόνα 223: Φωτογραφία του ξενοδοχείου από δορυφόρο

Εφόσον η Βιοκλιματική προσέγγιση μιας κατασκευής σχετίζεται άμεσα με την γεωγραφική θέση στην οποία βρίσκεται αλλά και την γεωμορφολογία του εδάφους στο οποίο εδράζεται, κρίνεται απαραίτητο να εξεταστούν και οι δύο αυτοί παράγοντες. Ο νομός Χανίων περιλαμβάνεται στην ενεργειακή κλιματική ζώνη Α, και ως γενικά κλιματολογικά στοιχεία^{III} παρουσιάζει μέτριες βροχές, ήπιους χειμώνες και ξηρά καλοκαίρια. Βάσει στοιχείων που έχουν επεξεργαστεί από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, για την περιοχή των Χανίων τα αποτελέσματα μετρήσεων (της τελευταίας δεκαετίας τουλάχιστον) απεικονίζονται στην εικόνα 224

⁷⁷ Επιφάνεια-όγκος κλπ

ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΧΑΝΙΩΝ

Σταθμός		Χανίων Κρήτης										
Γεωγραφικό μήκος/ πλάτος		24,02	35,3									
Ύψος σταθμού		62										
Μήνας	Ώρες ηλιοφάνειας	Βαρομετρική πίεση	Μέση θερμοκρασία αέρα	Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία	Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία	Σχετική Υγρασία	Μέση Νέφωση	Βροχόπτωση	Διεύθυνση ανέμου	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επιπ.	Διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επιπ.	Ταχύτητα ανέμου
	h	mm Hg	οC	οC	οC	%	8	σε mm				m/sec
1	111,7	1016,8	11,6	25,6	0,5	71,7	5,1	122,9	Νοτιοδυτ.	62,1	33,1	3,2
2	128,9	1015,3	11,8	29,4	0	69,3	5	108,6	Βόρεια	78,2	38,3	2,8
3	174,4	1015,1	13,2	34	0,4	68,4	4,4	71,9	Νοτιοδυτ.	120,0	54,9	3
4	228,5	1013,3	16,3	35,8	5	65,4	3,5	31,9	Βορειοδυτ.	153,4	61,4	2,6
5	314,2	1014,1	20,1	38,6	8,5	62,2	2,8	13,9	Βορειοδυτ.	206,8	61,3	2,3
6	357,8	1013,3	24,5	40	13	55,8	1,3	6,6	Βορειοδυτ.	224,2	56,6	2,3
7	391,7	1012	26,5	42,5	16,6	55,3	0,6	0,5	Βορειοδυτ.	237,6	60,6	2,3
8	368,4	1012,4	26,1	41,2	12,5	57,7	0,6	2,7	Βορειοδυτ.	218,1	50,4	2,1
9	276,3	1015,3	23,3	39,6	10,5	63,9	1,6	18,2	Βόρεια	163,2	43,8	2,1
10	183,8	1016,9	19,4	35,6	9,2	70,4	3,5	82,1	Βόρεια	104,7	43,9	2
11	157,7	1018	16,1	35	2	72,2	4,2	70,9	Βόρεια	75,1	32,7	2
12	115,4	1016,3	13,1	28,8	3,6	72,1	4,8	91,3	Νοτιοδυτ.	57,4	29,7	2,6
Σύν.	2809									1700,6	566,9	

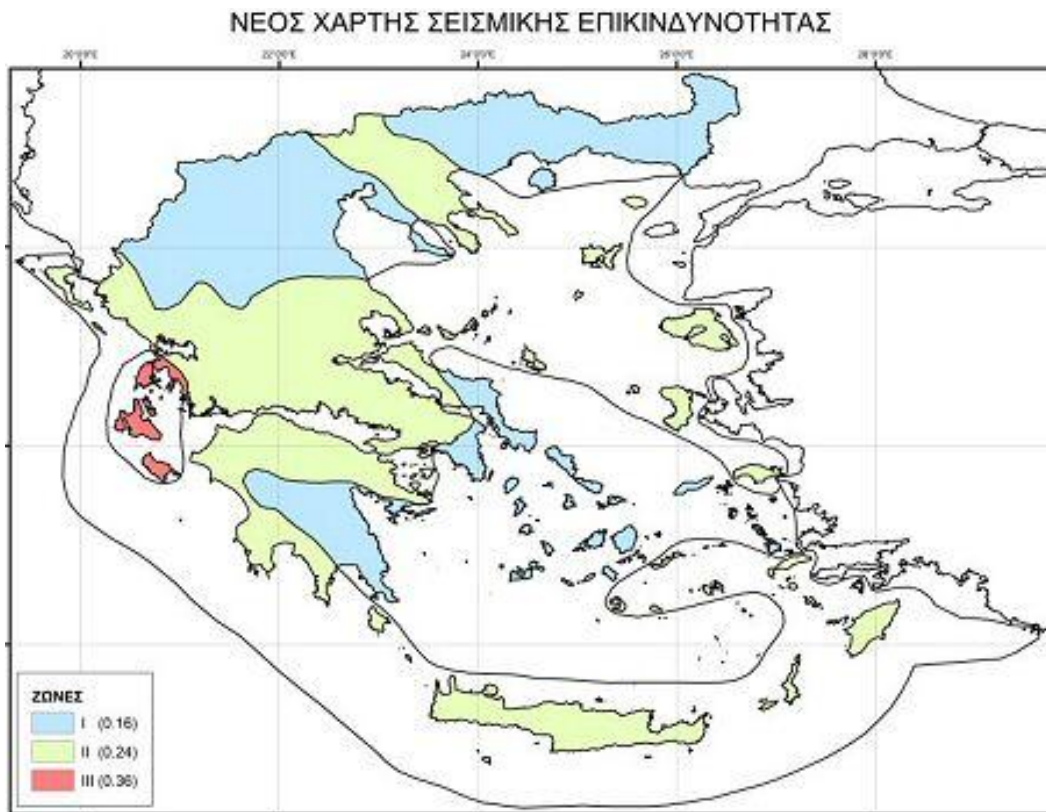
Σταθμοί: Αστεροσκοπείου Αττικής, Ελληνικού Αττικής, Φιλαδέλφειας Αττικής, Αλεξανδρούπολης, Αργοστολίου, Άρτας, Βόλου, Ηρακλείου Κρήτης, Ιεράπετρας Κρήτης, Ιωαννίνων, Καλαμάτας, Κέρκυρας, Κυθήρων, Λάρισας, Μεθώνης Μεσσηνίας, Μήλου, Μίκρας Θεσσαλονίκης, Μυτιλήνης, Νάξου, Πάρου, Πάτρας, Ρεθύμνου Κρήτης, Ρόδου, Σάμου, Σαντορίνης, Σερρών, Χίου

Εικόνα 224: Κλιματολογικά στοιχεία Χανίων

Π: <http://www.buildings.gr/greek/Climaticdata/chanion/chanion.htm>

Στην γενική περιγραφή της τοποθεσίας, να σημειωθεί ότι αποτελεί αρκετά σεισμογενή περιοχή, καθώς ολόκληρο το νησί της Κρήτης βρίσκεται στο χώρο όπου η αφρικανική τεκτονική πλάκα εισέρχεται κάτω από την ευρασιατική. Σύμφωνα με τον νέο⁷⁸ Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας^{III} (Εικόνα 225) στην Ελλάδα η περιοχή των Χανίων ανήκει στη δεύτερη ζώνη με τιμές εδαφικών επιταχύνσεων σχεδιασμού 0,24g, στη μεσαία δηλαδή ζώνη επικινδυνότητας αφού η μικρή έχει τιμή 0,16g και η μεγάλη 0,36g. Τέλος, να σημειωθεί ότι η σύσταση του εδάφους στη συγκεκριμένη περιοχή αλλά και γενικότερα όλης της Κρήτης είναι ασβεστολιθική, πράγμα που σημαίνει ότι συντελεί στο να απορροφώνται πολλά επιφανειακά ύδατα και να δημιουργούνται καρστικά φαινόμενα^{xii}.

⁷⁸ Ο νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας ενσωματώνεται στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό του 2000 (ΕΑΚ 2000) που τροποποιήθηκε με την απόφαση Δ 17α/115/9/ΦΝ275/7.8.2003 του Υφυπουργού Π.Ε.Χ.Ω.Δ.Ε και δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ 1154B/12.8.2003



Εικόνα 225: Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας

Το διατηρητέο κτίσμα χρονολογείται περί τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, σε στυλ που θυμίζει νεοκλασικό, με σχέδια και επίβλεψη της οικοδομής από τον Ιταλό Μηχανικό Ν. Μαγκούζο και αποτελούσε ιδιοκτησία της Φαιναρέτης Μητσοτάκη. Η ακριβής χρονολογία ανοικοδόμησης κυμαίνεται μεταξύ 1810-1850. Η πρώτη χρήση του κτίσματος ήταν κατοικία της προαναφερθείσας, ενώ στη συνέχεια (επί Κρητικής Πολιτείας) την περίοδο 1898-1913 φιλοξενούσε το



Εικόνα 226: Το κτίριο όταν ήταν εγκαταλελειμμένο

Αγγλικό Προξενείο. Από το 1913 και μέχρι το 1980 επέστρεψε πάλι στη χρήση της κατοικίας, περνώντας από τα χέρια διαφόρων ιδιοκτητών. Το 1980 εγκαταλείφθηκε και για οκτώ χρόνια περίπου παρέμεινε εγκαταλελειμμένο



Εικόνα 227: Το κτίριο στην αρχική του μορφή ως κατοικία

Το 1987 με την υπ' αριθμόν 33612/2227 (α/26.05.1987) Απόφαση κηρύχθηκε διατηρητέο και εκδόθηκε ΦΕΚ με αριθμό Δ-544 α/18.06.1987 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε και την υπ' αριθμόν ΔΙΛΑΠ/Γ/10966/46/1.8.80 Απόφαση του Υπουργείου Πολιτισμού και Επιστημών⁷⁹. Το 1990 έγινε η πρώτη ανακατασκευή και μετατροπή του σε ξενοδοχείο με την προσθήκη της νεότερης κατασκευής στην πίσω όψη του, μελέτη της Ρίτας Σκουλά . Έκτοτε διατηρεί εκείνη τη μορφή και χρήση του με πιο πρόσφατη ανακαίνισή του το 2011.

⁷⁹ Σύμφωνα με την τεχνική Έκθεση της μεταγενέστερης προσθήκης (27/7/1982) του Τεχνικού Γραφείου Α. Σκουλά (Πολ.Μηχανικός)- Α. Βροντουλάκη- Σκουλά (Αρχ. Μηχανικός)

Σύμφωνα με το ΦΕΚ Δ-544 α/18.06.1987 του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε :

«2. Ως διατηρητέο χαρακτηρίζεται το αρχικό εκάστοτε κτίριο-συγκρότημα κτιρίων, τα στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου του όπως μάντρες, κρήνες, αυλόθυρες, βοτσαλωτά δάπεδα καθώς και οι εναρμονιζόμενες με το αρχικό κτίριο-συγκρότημα κτιρίων μεταγενέστερες προσθήκες, όχι όμως και τα πάσης φύσης υπάρχοντα προσκτίσματα που αλλοιώνουν το αρχικό κτίριο-συγκρότημα κτιρίων και μπορούν να αφαιρεθούν μετά από έγκριση της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ).

3. Στα χαρακτηριζόμενα ως διατηρητέα κτίρια-συγκροτήματα κτιρίων απαγορεύεται κάθε αφαίρεση, αλλοίωση ή καταστροφή των επί μέρους αρχιτεκτονικών ή καλλιτεχνικών διακοσμητικών στοιχείων τους.

4. Επιτρέπεται η επισκευή ο εκσυγχρονισμός των εγκαταστάσεων, η ενίσχυση του φέροντα οργανισμού, η εσωτερική διαρρύθμιση καθώς και επεμβάσεις για λόγους λειτουργικούς των διατηρητέων κτιρίων-συγκροτημάτων κτιρίων εφόσον δεν αλλοιώνεται ο γενικός αρχιτεκτονικός χαρακτήρας τους και δεν θίγονται τα διατηρητέα στοιχεία τους.

5. Αιτήσεις για ανέγερση νέων κτιρίων στα οικοπέδα των διατηρητέων κτιρίων-συγκροτημάτων κτιρίων και για προσθήκες στα διατηρητέα κτίρια-συγκροτήματα κτιρίων, αποστέλλονται από την Πολεοδομική Υπηρεσία στην αρμόδια Υπηρεσία του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων με τη γνώμη της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ) για ειδικές ρυθμίσεις σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 4 παρ. 2 του Ν. 1577/85 περί Γενικού Οικοδομικού Κανονισμού εφόσον δεν παραβιάζεται το διατηρητέο κτίριο-συγκρότημα κτιρίων και ο χώρος που το περιβάλλει.

6. Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση φωτεινών ή μη επιγραφών και διαφημίσεων στα διατηρητέα κτίρια-συγκροτήματα κτιρίων. Επιτρέπεται μόνο η τοποθέτηση επιγραφών περιορισμένων διαστάσεων που πληροφορούν για τυχόν χρήση των χώρων των κτιρίων-συγκροτημάτων κτιρίων.

7. Για οποιαδήποτε οικοδομική εργασία στο εξωτερικό και εσωτερικό των διατηρητέων κτιρίων-συγκροτημάτων κτιρίων και στον χώρο που τα περιβάλλει καθώς και για την τοποθέτηση επιγραφών απαιτείται η έγκριση της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου (ΕΠΑΕ).»

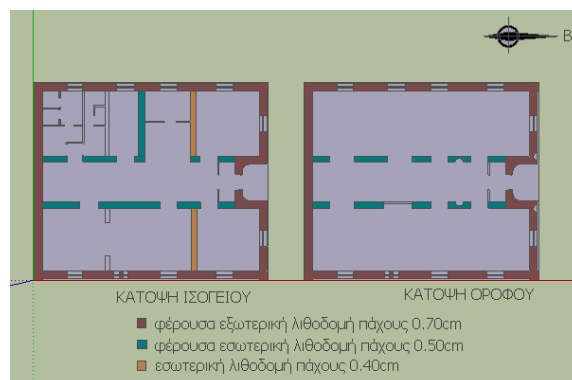
Αναλυτικότερα ,για την αρχιτεκτονική του κτίσματος αυτού, όπως προαναφέρθηκε, ανήκει σε μια αρκετά ενδιαφέρουσα αρχιτεκτονική περίοδο για όλη την Ελλάδα, εκείνη του 19^{ου} αιώνα. Ανάλογα βέβαια και με την ιστορία της κάθε περιοχής ξεχωριστά, στην αρχιτεκτονική, παρατηρείται το φαινόμενο της επιστροφής στις «κλασικές αξίες», τη ρυθμικότητα, τις συμμετρίες και γενικότερα κάνει την εμφάνισή του ο Νεοκλασικισμός. Σύμφωνα όμως με τον Μάνο Μπίρη⁸⁰, ενώ σε άλλες νησιωτικές περιοχές εμφανίζονται φαινόμενα προσπάθειας εντυπωσιασμού και ένδειξης κύρους, μέσω του σχεδιασμού και των υλικών, η Κρήτη αποτελεί εξαίρεση, παραθέτοντας παραδείγματα νεοκλασικών μονοκατοικιών που «παρά την όψιμη μορφολογία τους δεν χαρακτηρίζονται από διακοσμητικές υπερβολές ούτε στυλιστικές αναζητήσεις χάρη μιας επιφανειακής πρόθεσης για επίδειξη και προβολή.... Η αρχιτεκτονική των πρώτων σπιτιών που χτίζονται την περίοδο αυτή φέρει στοιχεία εμφανώς επηρεασμένα από τη δυτική αρχιτεκτονική, αλλά θα ήταν υπερβολή να μιλήσει κανείς για καθαρό νεοκλασικισμό. Παρ' όλα αυτά κάποιες «ρυθμικές» διατάξεις και ακαδημαϊκές νοοτροπίες αρχίζουν να εμφανίζονται στην αρχιτεκτονική των πόλεων, κυρίως στα κτίρια που κτίζονται έξω από τον παλαιό πολεοδομικό ιστό, όπως π.χ στα σπίτια της

⁸⁰ «Νεοκλασική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα», Μάνος Μπίρης, Μαρία Καρδαμίτση-Αδάμη, εκδόσεις ΜΕΛΙΣΣΑ, 2001

οικογένειας *Μαρκαντωνάκη*, της βαρόνης *Σβαρτς*, του *Θεμιστοκλή Μητσοτάκη*⁸¹ και του *Βαλέριου Καλούτση* στα *Χανιά*».

Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για διώροφη λιθόκτιστη κατασκευή με φέρουσα εξωτερική λιθοδομή πάχους 0,70cm επιχρισμένη εξωτερικά και εσωτερικά, φέρουσα εσωτερική λιθοδομή πάχους 0,50cm ομοίως επιχρισμένη και εσωτερικές διαχωριστικές τοιχοποιίες από οπτοπλινθοδομές πάχους 0,10cm και 0,20cm, επιχρισμένες και αυτές (Εικόνα 228). Η στέγαση επιτυγχάνεται με τετράριχτη εγκιβωτισμένη στέγη, με επικάλυψη ρωμαϊκών

κεραμυδιών, της οποίας ο φέρων οργανισμός δεν είναι εμφανής στο εσωτερικό του κτιρίου, καθώς υπάρχει ξύλινη οροφή με ψευδοφαντώματα (Εικόνα 230), που καλύπτει όλη την επιφάνειά του. Επιπλέον, αναφέρεται ότι, μετά την ολοκληρωτική αποκατάσταση και ανακαίνιση του κτίσματος αυτού, στην οροφή τοποθετήθηκε πρόσθετη μόνωση. Στην πρόσοψη, υπάρχει μεγάλη, εντυπωσιακή, δίκλινη, μαρμάρινη σκάλα με σιδερένια κιγκλιδώματα που οδηγεί στην κεντρική είσοδο (Εικόνα 229). Η διαχωριστική πλάκα μεταξύ ισογείου και ορόφου ήταν εξ' αρχής κατασκευασμένη από οπλισμένο σκυρόδεμα. Όλα τα κουφώματα έχουν



Εικόνα 228: Χρωματική απεικόνιση φερουσών λιθοδομών



Εικόνα 229: Κεντρική εξωτερική σκάλα

διατηρηθεί ως είχαν με επεμβάσεις αποκατάστασης των σημείων που παρουσίαζαν φθορές. Είναι ξύλινα γαλλικού τύπου με μονούς υαλοπίνακες.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, παρουσιάζει λιτότητα και συμμετρία στον τύπο, αποτελώντας χαρακτηριστικό παράδειγμα νησιωτικής αρχοντικής αρχιτεκτονικής^{IV}. Έχει τη χαρακτηριστική κυβική μορφή αλλά με τετράριχτη στέγη και όχι επίπεδο δώμα, κάτι που πιθανώς να μαρτυρά την επιρροή από ξενόφερτους σχεδιασμούς ή απλώς να αποτελεί αρχιτεκτονική επιλογή της εποχής. Αναλυτικότερα, το βασικό ίχνος της κάτοψης του ορόφου ακολουθεί το ίχνος της κάτοψης του ισογείου με μικρές διαφοροποιήσεις για λειτουργικούς σκοπούς. Έτσι, με κατεύθυνση από ανατολή σε δύση και οι δύο κατόψεις χωρίζονται σε τρεις ζώνες, οι οποίες με τη σειρά τους χωρίζονται σε επιμέρους χώρους με κινητά ή ακίνητα διαχωριστικά στοιχεία, ανάλογα τη χρήση των χώρων. Σαν κεντρικός άξονας υπάρχει ο διάδρομος με κατεύθυνση από βορά σε νότο και δεξιά και αριστερά του διαμορφώνονται τα άλλα δύο τμήματα, με τους επιμέρους χώρους τους (Σχέδια 1,2). Με τον τρόπο αυτό, θα μπορούσε κανείς να πει, ότι ακολουθείται ένας νοητός κάρναβος.



Εικόνα 230: Ξύλινη οροφή με ψευδοφαντώματα

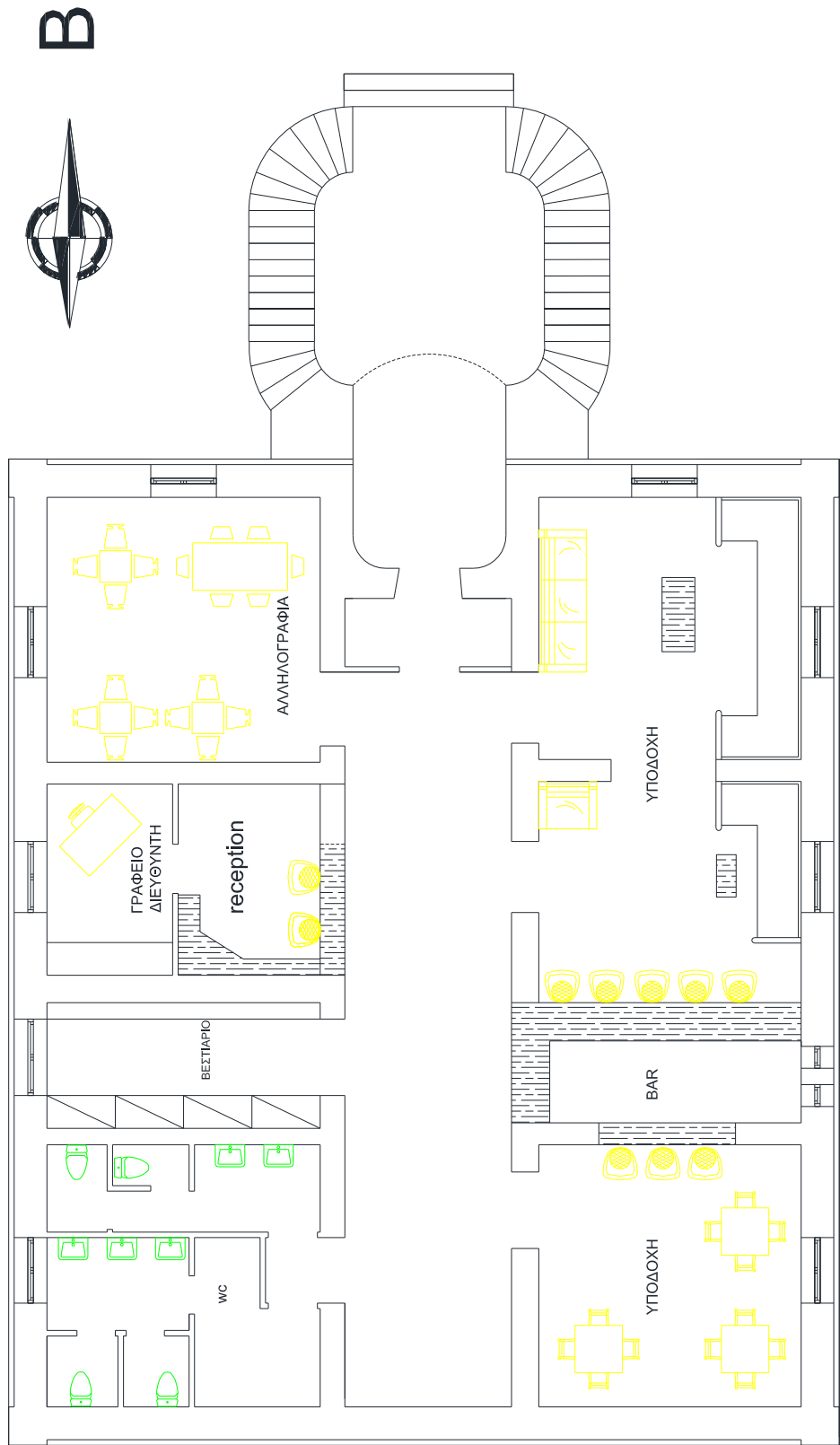
⁸¹ Μεγαλέμπορος της εποχής, πατέρας της ιδιοκτήτριας Φαιναρέτης Μητσοτάκη, ο οποίος έκτισε το σπίτι αυτό για την κόρη του. Και τα 2 σπίτια ακολουθούν τις ίδιες γραμμές και το ίδιο ύφος.

	Μακρινόρια		Δευρυμένα	
	Πλατυμέτωπο	Στενομέτωπο	Με «κάμαρα»	Με στυλο
Απλά μονόχωρα.				
Μονόχωρα με πατάρι. Παραλλαγές:				
Δίχωρα. Παραλλαγές:				
Σπίτια με σάλα και δίδυμο δωμάτια στη μια πλευρά της. Παραλλαγές:				
Σπίτια με σάλα και δίδυμο δωμάτια σε δυο πλευρές της. Παραλλαγές:				

Πηγή: Αικ. Δημητσάντου-Κρεμέζη, Κ. Παπαϊωάννου, Μ. Φινέ, "το παραδοσιακό σπίτι στο Αιγαίο", Ίδρυμα Παναγιώτη και Εφης Μιχαηλί, Αθήνα 2001.

Εικόνα 231: Τυπολογία παραδοσιακού σπιτιού στο Αιγαίο

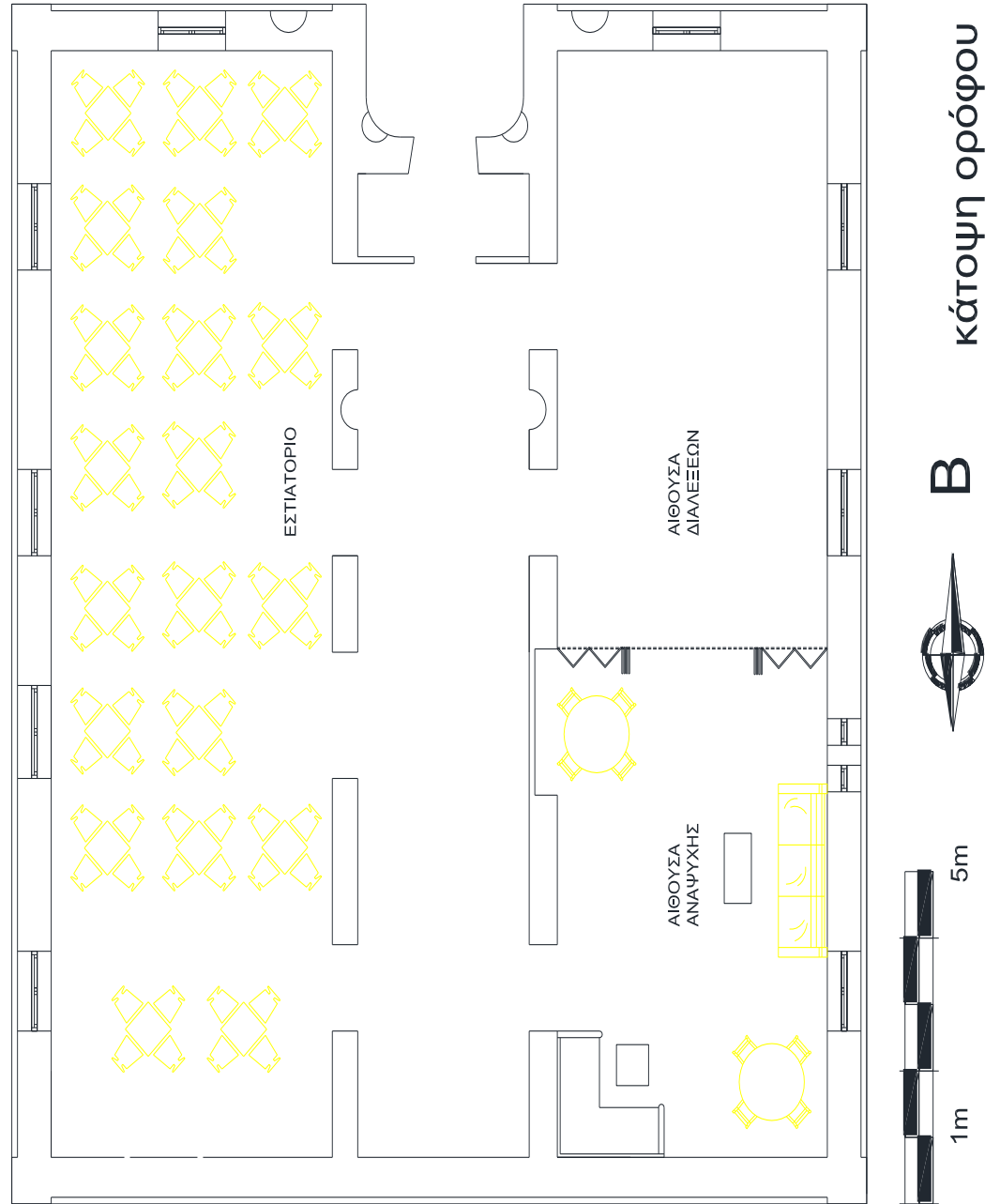
Μπαίνοντας στο ισόγειο από την κεντρική είσοδο και διασχίζοντας τον κεντρικό διάδρομο, δεξιά βρίσκονται, σε σειρά, ο χώρος αλληλογραφίας, η ρεσεψιόν με το γραφείο του διευθυντή, το βεστιάριο και τα WC. Ενώ στα αριστερά βρίσκονται, ομοίως σε σειρά, ο χώρος υποδοχής με το μπαρ και ένα μικρό σαλονάκι (Σχέδιο 1). Ακολουθώντας την ίδια κατεύθυνση και στον όροφο, μπαίνοντας, υπάρχουν δυο μικρά χωλ, σε πλάτος ίδιο με του κεντρικού διαδρόμου (που και εδώ υπάρχει), ενώ δεξιά και αριστερά του διαδρόμου αυτού βρίσκονται το εστιατόριο, που καταλαμβάνει όλο το μήκος της ζώνης αυτής, και στην αριστερή ζώνη, μία αίθουσα διαλέξεων και μία αναμονής αντίστοιχα (Σχέδιο 2). Τα εξωτερικά ανοίγματα, ως επί τω πλείστον, είναι τοποθετημένα συμμετρικά τόσο σε επίπεδο κάτοψης, όσο και σε επίπεδο όψεων (χαρακτηριστική αρχιτεκτονική χάραξη της εποχής) και στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι ισομεγέθη. Σε επίπεδο κάτοψης, η συμμετρία παρατηρείται εκατέρωθεν του κεντρικού άξονα βορά-νότου. Στην βόρεια όψη παρατηρείται εκατέρωθεν του κεντρικού κατακόρυφου άξονα και τέλος (Σχέδιο 3), στην ανατολική και τη δυτική όψη παρατηρείται οριζόντια συμμετρία, στα ανοίγματα, εκατέρωθεν του άξονα που διαχωρίζει το ισόγειο από τον όροφο (Σχέδια 4,5).



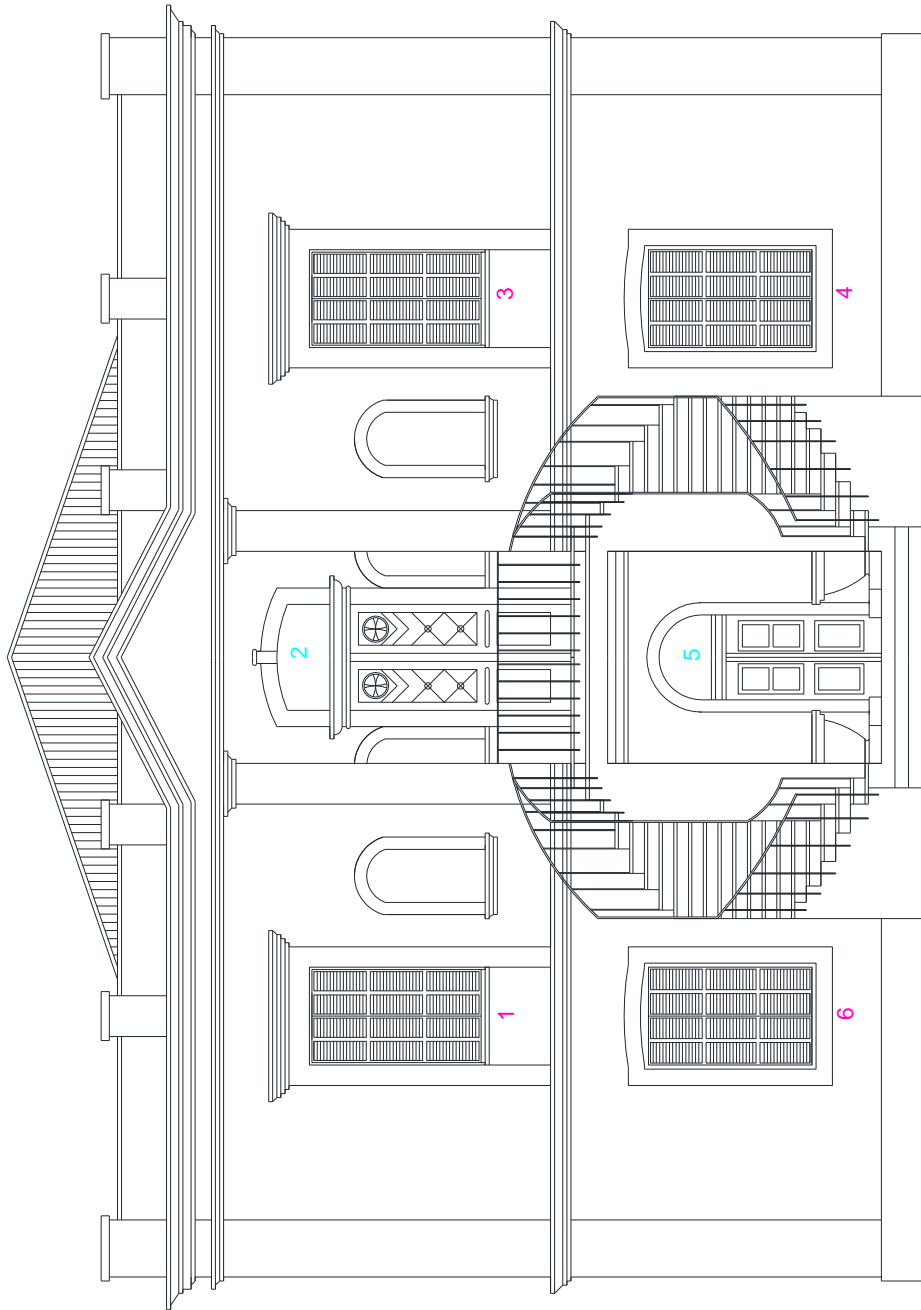
κάτοψη ισογείου



Σχέδιο 1

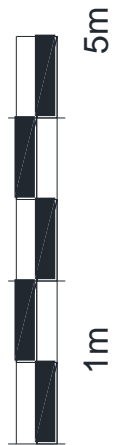


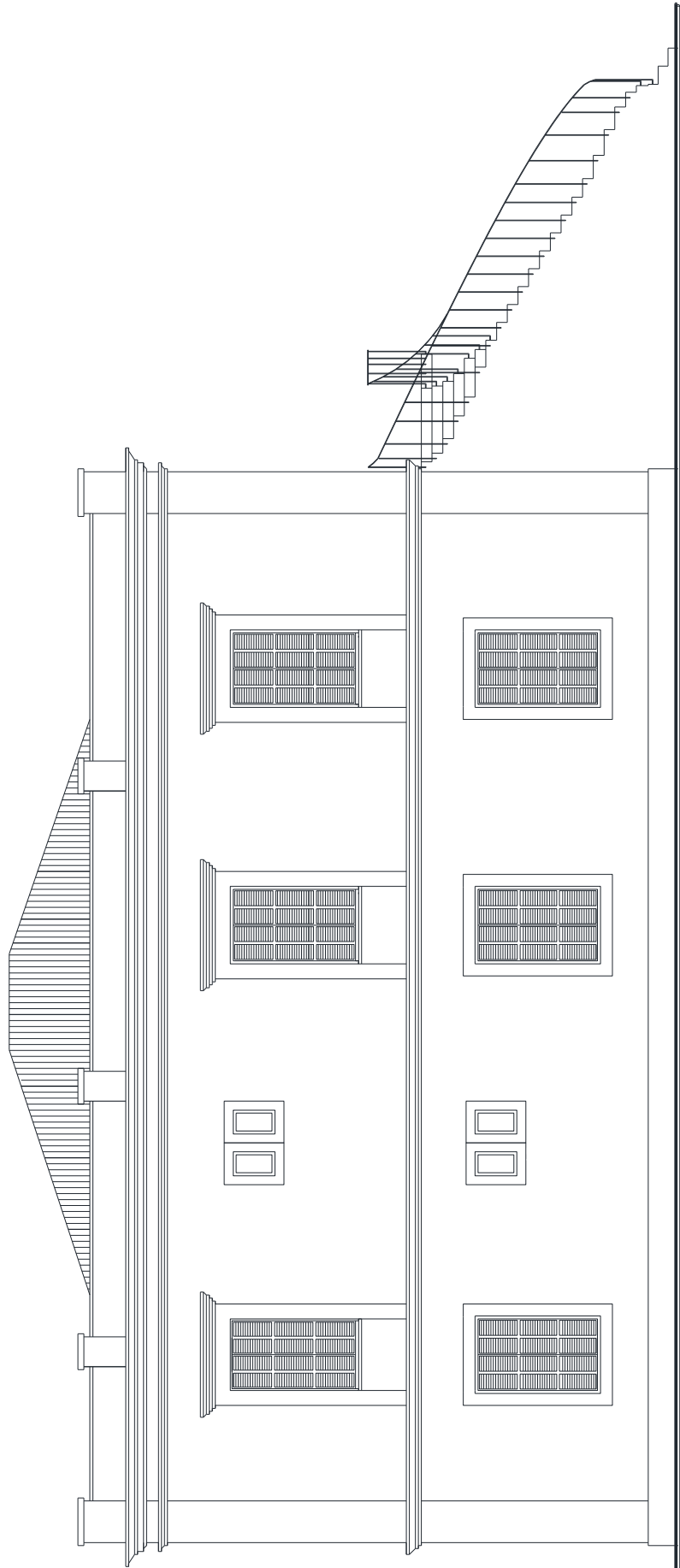
Σχέδιο 2



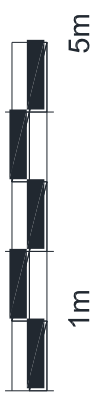
Σχέδιο 3

βόρεια όψη



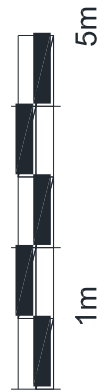


Ανατολική όψη





Δυτική όψη



Σχέδιο 5

Τέλος, το κτίσμα βρίσκεται σε οικόπεδο με όρους δόμησης που αναφέρουν Συντελεστή Δόμησης 1, Κάλυψη 40% και έχει επιφάνεια 274.36 cm² ανά όροφο (σύνολο 548.72 cm²). Η ψύξη και θέρμανση στην παρούσα κατάσταση επιτυγχάνονται με ηλεκτρικές αντλίες θερμότητας.

Κλείνοντας την περιγραφή του κτιρίου αυτού, κρίνεται απαραίτητο να αναφερθεί και ο λόγος αλλά και τα κριτήρια για τα οποία επιλέχθηκε. Μίας και η επιλογή γίνεται με βάση την ιδιότητά ως χαρακτηρισμένο «διατηρητέο» κτίριο, αυτό αποτέλεσε και το πρώτο και κύριο κριτήριο. Ακολούθως, είναι μια όμορφη αισθητικά κατασκευή, η οποία ταυτόχρονα αποτελεί και ιστορική τεκμηρίωση της αρχοντικής νησιωτικής αρχιτεκτονικής, ενός ιδιαίτερου Νεοκλασικισμού κατά τον 19^ο αιώνα. Η μελέτη εφαρμογής Βιοκλιματικού σχεδιασμού πάνω σε τέτοιου είδους κτίρια θα γίνει με σκοπό να αποτελέσει επιχείρημα για την σημαντικότητα διάσωσης τέτοιων και άλλων συναφών κατασκευών και σαφώς την ενσωμάτωσή τους στις σύγχρονες απαιτήσεις ζωής, ώστε να καθίστανται αξιοποιήσιμα και λειτουργικά και όχι «μουσειακά δείγματα» της κάθε εποχής μόνο για την έκθεση στο κοινό. Επιπλέον, η περιοχή στην οποία βρίσκεται ανήκει σε μια κλιματική ζώνη τέτοια, που οι καιρικές αλλά και οι σεισμικές συνθήκες επηρεάζουν (κάποιες φορές και σε βαθμό τέτοιο που επιβαρύνουν) τις κατασκευές ή είναι δυνατόν να αποτελέσουν και πιθανό εμπόδιο για κάποια βιοκλιματική επιλογή. Αυτά ακριβώς θα εξεταστούν παρακάτω, βήμα-βήμα ακολουθώντας τους κανόνες που έχουν παρουσιαστεί στην Ενότητα Α.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Εφαρμογή Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στο Ξενοδοχείο Χαλέπα

Ακολουθώντας τον διαχωρισμό που έχει γίνει στο Κεφάλαιο 3 της πρώτης ενότητας, μεταξύ αρχών και τεχνικών του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, αρχικά θα εξεταστεί πόσες και ποιές από τις αρχές του, ακολουθούνται στο προς μελέτη κτίριο, ήδη από το ίδιο το σώμα της κατασκευής (προσανατολισμός, σχήμα, υλικά, μέγεθος κλπ.), στην υπάρχουσα μορφή. Στη συνέχεια, με βάση τις ελλείψεις που πιθανώς να παρουσιάζει, θα γίνει προσπάθεια εφαρμογής όσων τεχνικών επιτρέπει η νομοθεσία (χαρακτηρισμός ως διατηρητέο) για την βελτίωσή του ενεργειακά, κάνοντας τις απαραίτητες διαμορφώσεις, ώστε να ενταχθεί όσο περισσότερο γίνεται στην φιλοσοφία του Βιοκλιματικού σχεδιασμού. Τέλος, στις περιπτώσεις των τεχνικών που δεν μπορούν να εφαρμοστούν, θα σχολιαστούν οι λόγοι που δεν μπορεί να καταστεί ευφικτό, με σκοπό να δημιουργηθούν οι κατευθυντήριες γραμμές πάνω στις οποίες μπορεί να κινηθεί ένας μελετητής στην ενεργειακή βελτίωση ενός διατηρητέου κτιρίου.

Στο σημείο αυτό, πρέπει να τονιστεί, ότι κάθε περίπτωση είναι ξεχωριστή και παρουσιάζει διαφορετικές ιδιαιτερότητες, πράγμα που σημαίνει, ότι θα πρέπει να εξετάζονται όλες οι παράμετροι που το αφορούν. Η μελέτη αυτή γίνεται στα πλαίσια πτυχιακής εργασίας, με σκοπό να παραθέσει κάποια μεθοδολογία και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να αποτελεί μονοσήμαντο κανόνα.

3.1 Το κτίριο ως Φυσικός Ηλιακός Συλλέκτης

Ακολουθώντας το Κεφάλαιο 3 της ενότητας Α, θα εξεταστεί πρωτίστως το κατά πόσο το συγκεκριμένο κτίσμα είναι Φυσικός Ηλιακός Συλλέκτης, πράγμα που εξαρτάται από:

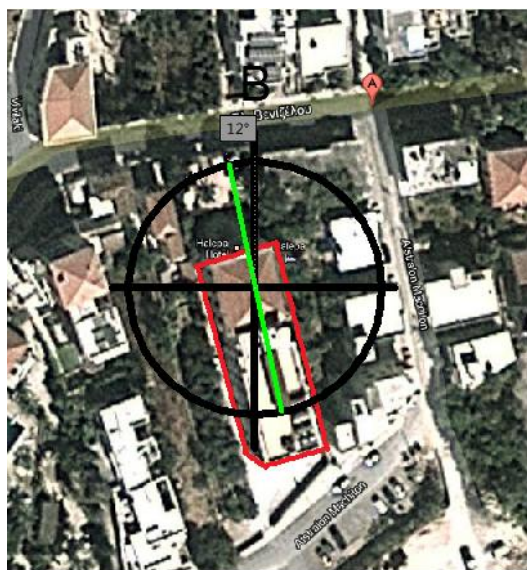
- A) τον προσανατολισμό-χωροθέτηση στο οικόπεδο
- B) το σχήμα του κτιρίου
- Γ) το μέγεθος, το σχήμα και τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων
- Δ) τη διαμόρφωση των εσωτερικών χώρων

Αναλυτικότερα,

A) Προσανατολισμός

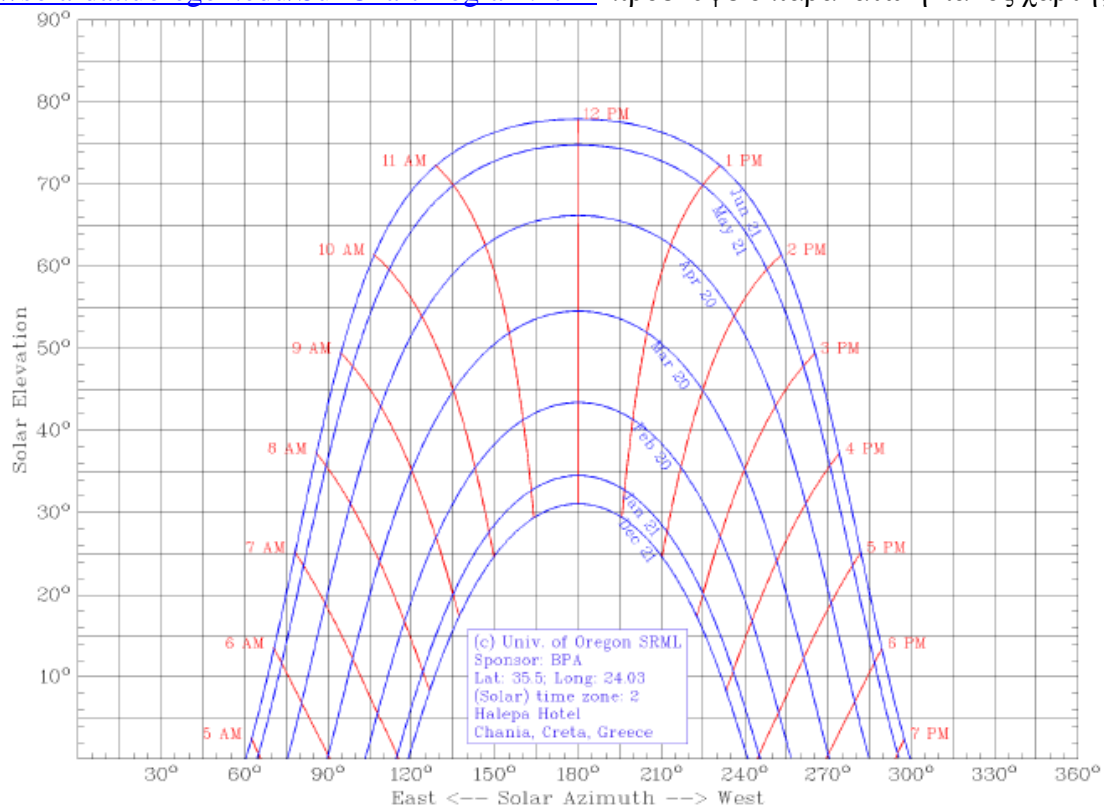
Σε μια νεόδμητη κατασκευή, ο προσανατολισμός αποτελεί το πρώτο βήμα του σχεδιασμού, όπως έχει προαναφερθεί, καθώς ο μελετητής έχει τη δυνατότητα να σχεδιάσει και να τοποθετήσει το κτίριο μέσα στο οικόπεδο, με γνώμονα τα ζητούμενα και τους περιορισμούς. Στην συγκεκριμένη περίπτωση όμως, η διαδικασία λειτουργεί αντίστροφα. Εφόσον υπάρχει ήδη ο κτιριακός όγκος, θα σχολιαστεί, ως έχει και θα συγκριθεί με τη χωροθέτηση εκείνη, που θεωρείται η ιδανική σύμφωνα με τον Βιοκλιματικός.

Έτσι, το διατηρητέο κτίριο, έχει βόρειο προσανατολισμό με μια κλίση 12° δυτικότερα του Βορά. Γνωρίζοντας ότι το κτίριο βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $35,5^\circ$ και γεωγραφικό μήκος



Εικόνα 232: Προσανατολισμός κτιρίου

24.03° (βλ. Εικόνα 221) και με τη βοήθεια διαδικτυακού λογισμικού από τον ιστότοπο <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html> προέκυψε ο παρακάτω ηλιακός χάρτης:



Π: <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html>

Εικόνα 233: Ηλιακός χάρτης για το εξεταζόμενο κτίριο

Ενώ αναλυτικές πληροφορίες για την οριζόντια και την διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία περιλαμβάνονται στην Εικόνα 224, στοιχεία που θα αξιοποιηθούν παρακάτω στη μελέτη εφαρμογής παθητικών ηλιακών συστημάτων.

Σύμφωνα με τις αρχές που ορίζει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός ο βέλτιστος προσανατολισμός μιας κατασκευής είναι 17,5° ανατολικότερα του νότου για βόρεια γεωγραφικά πλάτη 40° (η Ελλάδα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος 38°). Όπως έχει ήδη αναφερθεί όμως, το ζήτημα της ενεργειακής αποδοτικότητας ενός κτιρίου, είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων που αφορούν το ίδιο το κτίριο αλλά και τον περιβάλλοντα χώρο του και δεν αποτελεί πρόβλημα με μοναδική λύση. Στην περίπτωση του κτιρίου που εξετάζεται, πιο συγκεκριμένα -ως προς την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας- είναι προσανατολισμένο 12° δυτικότερα του Βορά (Εικόνα 232). Στην ουσία, η πρόσοψη είναι βόρεια, ενώ η νότια όψη, που θεωρείται και η βέλτιστη, είναι εξ' ολοκλήρου καλυμμένη από τη μεταγενέστερη προσθήκη. Τόσο η ανατολική όσο και η δυτική όψη είναι ελεύθερες, αφού ακόμα και το κτίσμα που υπάρχει κοντά στη δυτική, δεν το επηρεάζει σε ότι αφορά τον ηλιασμό.

B) Σχήμα κτιρίου

Ως σχήμα του κτιρίου εννοούνται η αλληλουχία εσοχών- εξοχών (σε κάτοψη) καθώς και η αλληλουχία συμπαγών-διάφανων στοιχείων του. Για την επιλογή του βέλτιστου σχήματος, καθοριστικό ρόλο παίζουν το κλίμα και το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής στην οποία βρίσκεται κάθε κατασκευή. Για παράδειγμα, το συμπαγές σχήμα δεν αποτελεί τη βέλτιστη επιλογή, λόγω του ότι δεν συμβάλει στην προστασία των δυτικών τοίχων από την

υπερθέρμανση. Παρ' όλα αυτά, για συγκεκριμένο όγκο εμφανίζει τις μικρότερες θερμικές απώλειες.

Το υπό μελέτη κτίριο έχει ορθογωνική κάτοψη με μεγαλύτερη την πλευρά που αντιστοιχεί στην κατεύθυνση Β-Ν. Μπορεί να θεωρηθεί κυβική μορφή, αφού η διαφορά μήκους-πλάτους είναι μικρή (αναλογίας 1/1,18 περίπου) και αφομοιώνεται με το συνολικό ύψος του κτιρίου. Επίσης, ακόμα και η εσοχή που έχει στην βόρεια όψη, θεωρείται μικρή σε σχέση με το συνολικό πλάτος (το 1/5 περίπου). Η αλληλουχία συμπαγών-διάφανων στοιχείων υλοποιείται εναλλάξ, περιμετρικά του κτιρίου, ακολουθώντας μια ρυθμικότητα και μια κανονικότητα στις όψεις, σε σχετικά ισομεγέθη τμήματα.

Έτσι, με βάση όσα προτείνει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, δεν αποτελεί την ιδανική λύση, αφού η κυβική μορφή είναι η βέλτιστη επιλογή για τα ψυχρά κλίματα, ενώ εδώ πρόκειται για εύκρατο κλίμα. Στα εύκρατα κλίματα δηλαδή, προτιμάται η επιμήκυνση στον άξονα Α-Δ και με μεγαλύτερη ελευθερία στην επιλογή μορφής, ενώ αν δεν είναι εφικτό αυτό, στην επιμήκυνση στον άξονα Β-Ν προτιμούνται οι σπαστοί όγκοι και η κλιμακωτή οργάνωση.

Στο κεφάλαιο 4.1 αναλύεται εκτενέστερα ο ηλιασμός του κτιρίου καθώς και η επιρροή που δέχεται από τα γύρω κτίρια, τόσο στη διάρκεια της ημέρας όσο και κατά τη διάρκεια όλου του έτους συνολικά.

Γ) Μέγεθος, σχήμα και προσανατολισμός ανοιγμάτων

Σύμφωνα με την παράγραφο 3.1.3 της Ενότητας Α προτείνονται ανοίγματα μεγάλου μεγέθους προς το νότο, μετρίου μεγέθους προς την ανατολή και δύση, σε συνδυασμό με κατάλληλη σκίαση και μικρού μεγέθους προς το βορά. Η κλίση των υαλοστασίων επηρεάζει επίσης τα ηλιακά κέρδη, καθώς η θέση του ηλίου στη διάρκεια του έτους αλλά και της ημέρας είναι μεταβλητή. Τέλος, μεγάλη σημασία θα πρέπει να δίνεται στη θέση των υαλοστασίων και στην εξέταση της αναλογίας βάθος χώρου- ύψος ανοίγματος, σε ότι αφορά την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού ταυτόχρονα με τα θερμικά κέρδη. Έτσι, είναι ξεκάθαρο ότι η βέλτιστη επιλογή είναι τα νότια ανοίγματα. Τα βορινά, προτείνονται για καλό φωτισμό στον εσωτερικό χώρο καθώς δέχονται διάχυτο και όχι άμεσο φως, ωστόσο παρουσιάζουν μεγάλες θερμικές απώλειες κατά τη χειμερινή περίοδο. Παρά το μικρό τους μέγεθος όμως, όπως προτείνεται, πρέπει οπωσδήποτε να προβλέπονται στο σχεδιασμό για την εξασφάλιση διαμπερούς αερισμού, το καλοκαίρι, και κατά συνέπεια φυσικού δροσισμού. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δεν συνιστώνται για αυτούς τους σκοπούς, πρέπει να περιορίζονται, όταν δεν μπορούν να αποφευχθούν και να συνδυάζονται με κατάλληλο σκίασμό, αφού δεν έχουν καλή συμπεριφορά (δεν λαμβάνουν μεγάλα ηλιακά κέρδη κατά το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι, τα δυτικά περισσότερο, μπορούν να προκαλέσουν υπερθέρμανση λόγω της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται μετά το μεσημέρι).

Όπως έχει αναφερθεί και νωρίτερα, στο κτίριο που μελετάται, τα ανοίγματα είναι ορθογώνια, ισομεγέθη κατά βάση (με ελάχιστες διαφορές) και υπάρχει ισοκατανομή τους σε όλες τις όψεις- εκτός από τη νότια που είναι καλυμμένη). Έτσι, υπάρχουν τέσσερα κανονικού μεγέθους στη βόρεια όψη, έξι κανονικού μεγέθους και 4 μικρά στην ανατολική όψη και οκτώ κανονικού μεγέθους στη δυτική όψη. Πιο συγκεκριμένα, η συνολική επιφάνεια της βόρειας όψης είναι 143.64m² και η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων της είναι 15.44m². Η συνολική επιφάνεια των ανοιγμάτων της δηλαδή, είναι τα 3/5 της συνολικής επιφάνειάς της. Στην ανατολική όψη, το συμπαγές μέρος είναι 169.62m², ενώ η συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων είναι 15.94m², πράγμα που σημαίνει ότι τα ανοίγματα είναι το 1/10 περίπου της συνολικής επιφάνειας. Τέλος, στην δυτική όψη, η συνολική επιφάνεια είναι 169.62m², ενώ η επιφάνεια ανοιγμάτων είναι 19.85m², δηλαδή το 1/10 περίπου της συνολικής επιφάνειας. Σύμφωνα με την Εικόνα 46 της παραγράφου 3.1.3 της Ενότητας Α, υπάρχουν συγκεκριμένες

εκτιμώμενες ιδανικές αναλογίες ανοιγμάτων/μοναδας επιφάνειας χώρου (κάτοψης). Εξετάζοντας λοιπόν την συγκεκριμένη περίπτωση προκύπτουν τα παρακάτω:

Σύμφωνα με την Εικόνα 221 προκύπτει ο πίνακας μέσης ελάχιστης εξωτερικής θερμοκρασίας (για τον χειμώνα) ως εξής:

ΜΗΝΑΣ	ΑΠΟΛΥΤΗ ΜΕΓΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ max (°C)	ΑΠΟΛΥΤΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ min (°C)	ΜΕΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟ ΧΕΙΜΩΝΑ (°C)
1	25.6	0.5	(0,5+0+3,6)/3=1,36 °C
2	29.4	0	
3	34	0,4	
4	35.8	5	
5	38.6	8,5	
6	40	13	
7	42.5	16,6	
8	41.2	12,5	
9	39.6	10,5	
10	35.6	9,2	
11	35	2	
12	28.8	3,6	

Πίνακας 16: Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του Χειμώνα.

Η εξεταζόμενη περίπτωση συνεπώς, πλησιάζει στην πρώτη κατηγορία της Εικόνας 46, επομένως τα ιδανικά ανοίγματα θα ήταν 0.16-0.25 m² για κάθε τετραγωνικό της κάτοψης. Εφαρμόζοντας αυτόν τον κανόνα στην πράξη, η καθαρή επιφάνεια κάτοψης (χωρίς εξωτερικούς τοίχους) είναι 229 m², οπότε ιδανικά αντιστοιχούν 36.64⁸² m² συνολικής επιφάνειας ανοιγμάτων. Στην παρούσα κατάσταση όμως, η συνολική επιφάνεια ανοιγμάτων είναι 51.23 m², πράγμα που σημαίνει ότι υπάρχει μια απόκλιση 14.59 m² ποσοστό που αντιστοιχεί στο 39.82%⁸³ επιπλέον της ιδανικής τιμής. Η εν λόγω απόκλιση σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού θα υπάρχει μεγαλύτερη εισροή ηλιακής ακτινοβολίας και τον χειμώνα απώλειες θερμότητας.

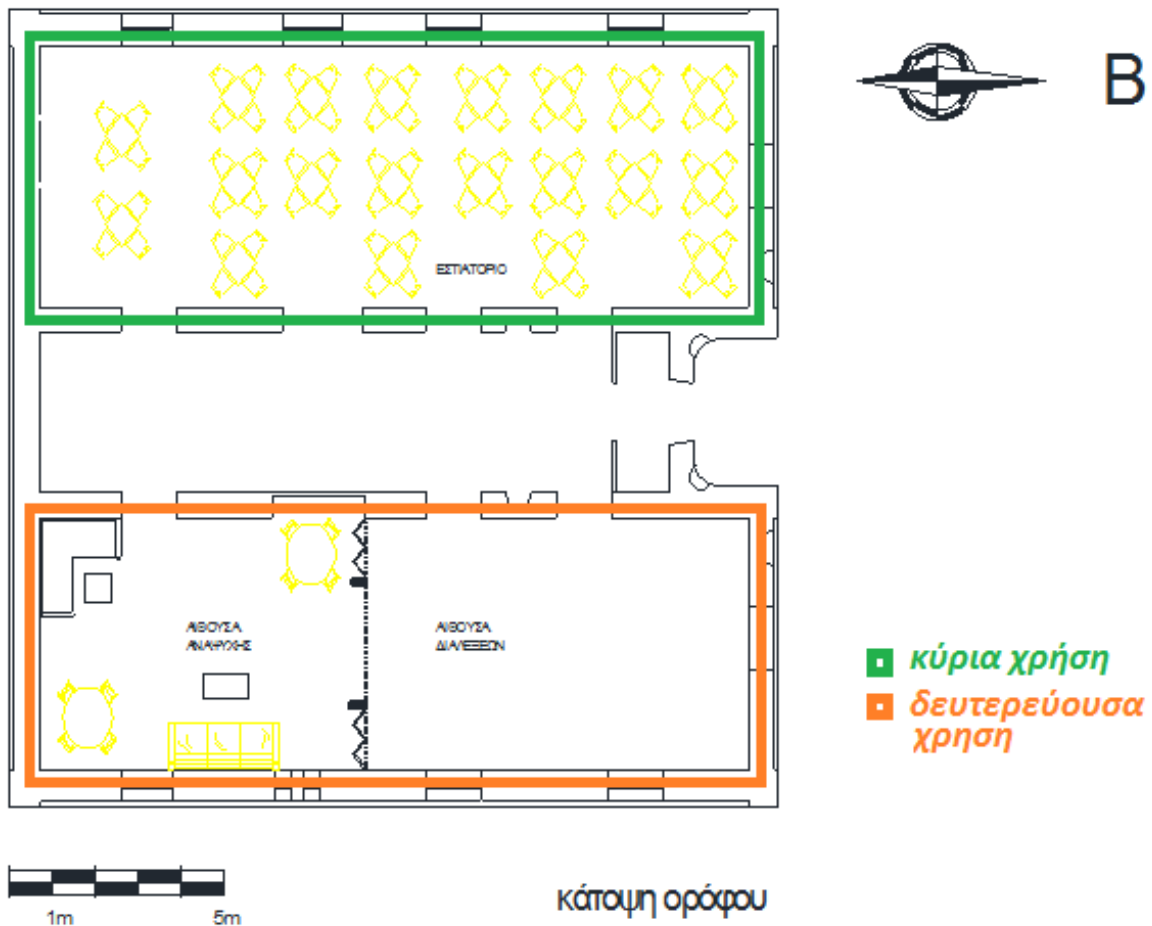
Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να σημειωθεί όμως, πως είναι προφανές ότι η κατανομή και η θέση των ανοιγμάτων στο συγκεκριμένο κτίσμα, είναι αποτέλεσμα λειτουργικών αναγκών αλλά και του σχεδιασμού της αρχιτεκτονικής περιόδου που αντιπροσωπεύει. Με γνώμονα αυτό, επομένως, θα υλοποιηθεί και η όσο το δυνατόν καλύτερη αξιοποίησή τους, στη θέση όπου βρίσκονται, στα πλαίσια της βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς της κατασκευής, συνδυάζοντας τα και με άλλες λύσεις.

Δ) Διαμόρφωση εσωτερικών χώρων

Εκτός από τον προσανατολισμό γενικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων του, σημαντική είναι και η τοποθέτηση των εσωτερικών χώρων σχετικά με τη θέση του ηλίου, τόσο για τα θερμικά κέρδη όσο και για την όσο το δυνατόν καλύτερη αξιοποίηση του φυσικού φωτός. Η επιλογή τοποθέτησης του κάθε χώρου μέσα στην κάτοψη, θα πρέπει να γίνεται με βάση το βαθμό και τη συχνότητα χρήσης του. Πιο συγκεκριμένα, στα εύκρατα κλίματα, χώροι με απαιτήσεις χαμηλότερης θερμοκρασίας και λιγότερο χρησιμοποιούμενοι στη διάρκεια της ημέρας, πρέπει να τοποθετούνται στη βορινή πλευρά, ώστε να έχουν το ρόλο φράγματος των

⁸² 229 mx²X 0.16 m²= 36.64 m²

⁸³ (14.59X100)/36.69=39.82



Εικόνα 235: Χώροι κύριας και δευτερεύουσας χρήσης ορόφου

Ολοκληρώνοντας το κεφάλαιο του κτιρίου-φυσικού ηλιακού συλλέκτη παρατίθεται συγκεντρωτικός συμπερασματικός πίνακας αναφορικά με όλα τα χαρακτηριστικά στοιχεία του κτιρίου συγκρινόμενα με αυτά που προτείνει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός ως βέλτιστες λύσεις

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ- ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΟΥ ΔΙΑΤΗΡΗΤΕΟΥ

	ΠΡΟΤΑΣΗ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ (ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΛΥΣΗ)	ΞΕΝΟΔΟΧΕΙΟ ΧΑΛΕΠΑ
ΠΡΟΣΑΤΝΑΟΛΙΣΜΟΣ	Νότιος προσανατολισμός	Βόρειος προσανατολισμός, με νότια όψη εξ' ολοκλήρου καλυμμένη από την προσθήκη
ΣΧΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	<p>Σε εύκρατα κλίματα:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Επιμήκυνση στον άξονα Α-Δ με ελευθερία στη μορφή ή • Αν η επιμήκυνση είναι στον Β-Ν, τότε σπαστοί όγκοι ή κλιμακωτή οργάνωση. 	Επιμήκυνση στον άξονα Β-Ν και κυβική μορφή
ΣΧΗΜΑ, ΜΕΓΕΘΟΣ, ΘΕΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	<ul style="list-style-type: none"> • Νότια μεγάλα • Βόρεια μικρού μεγέθους • Ανατολικά και δυτικά μετρίου μεγέθους 	Όλα κανονικού μεγέθους, ορθογώνια με εξαίρεση τέσσερα μικρά στη ανατολική όψη, περισσότερα τοποθετημένα στην ανατολική και δυτική όψη
ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ	<ul style="list-style-type: none"> • Βορινή πλευρά (ψυχρή και σκοτεινή): χώροι με απαιτήσεις χαμηλής θερμοκρασίας (αποθήκες, κλιμακοστάσια, γκαράζ κλπ.) • Νότια πλευρά (θερμή και φωτεινή): χώροι με απαιτήσεις υψηλής θερμοκρασίας και καθημερινής χρήσης (σαλόνια, τραπεζαρίες κουζίνες κλπ.) <p>ΣΗΜΕΙΩΣΗ: σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, γραφεία, οι χώροι κύριας χρήσης μπορούν να τοποθετούνται στο νότο ή και την ανατολή με κατάλληλο σκιασμό</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Χώροι κύριας χρήσης → δυτικά • Χώροι δευτερεύουσας χρήσης → ανατολικά και δυτικά

Πίνακας 17: Συμπερασματικός πίνακας σύγκρισης Βιοκλιματικού σχεδιασμού- ξενοδοχείου Χαλέπα

Έχοντας αναλύσει τα στοιχεία του κτιρίου συγκρινόμενα με τους ορισμούς που θέτει ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, συνεπάγεται ότι **παρουσιάζει αρκετές αποκλίσεις από τη βέλτιστη λύση (στα περισσότερα σημεία), ως προς το αν αποτελεί φυσικό ηλιακό συλλέκτη πράγμα που σημαίνει ότι θα πρέπει να μελετηθούν οι πιθανές λύσεις και να αντιμετωπιστούν οι απώλειες που παρουσιάζει με ενδεχόμενες μετατροπές ή και την εφαρμογή των τεχνικών που προτείνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός.** Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η μελέτη θα φτάσει μόνο μέχρι τα όρια της αρχιτεκτονικής επέμβασης και όχι την πιθανή προσθήκη μηχανολογικών εγκαταστάσεων και λοιπών συστημάτων, λόγω διαφορετικού αντικειμένου.

3.2 Το κτίριο ως παγίδα και αποθήκη θερμότητας

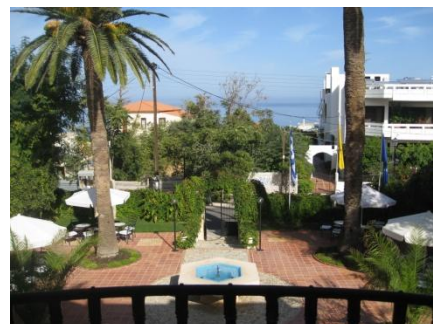
Όπως ήδη έχει αναφερθεί στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 της Ενότητα Α, η αποθήκευση και αξιοποίηση της θερμότητας σε ένα κτίριο σχετίζεται άμεσα με τρεις σημαντικούς παράγοντες :

1. Την αλληλεπίδραση ανέμου- κτιρίου (ανεμοπροστασία)
2. Τη θερμική αντίσταση που προβάλλει το κτίριο (θερμομόνωση- θερμική προστασία) και
3. Τη θερμική μάζα και τη θερμοχωρητικότητά του.

Λόγω του ότι απαιτούνται επιστημονικά στοιχεία και αναλυτικότερες μετεωρολογικές μελέτες για την περιγραφή όλων των χαρακτηριστικών των ανέμων στην περιοχή, κάτι που δεν εντάσσεται στο αντικείμενο της συγκεκριμένης μελέτης, δεν θα αναλυθούν περαιτέρω, για να αποφευχθεί ο κίνδυνος εκτροπής της εκτός θέματος. Στο παρόν κεφάλαιο, θα αξιοποιηθούν τα δεδομένα που δίνονται στην Εικόνα 221, για την πιθανή αξιοποίησή τους σε ενδεχόμενες επεμβάσεις. Εστιάζοντας στην συγκεκριμένη περίπτωση, διαβάζοντας τις διευθύνσεις^{viii} των επικρατούντων ανέμων στην περιοχή των Χανίων, ανά μήνα, είναι προφανές ότι το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα ,κατά τη διάρκεια του έτους, καταλαμβάνουν βόρειοι- βορειοδυτικοί άνεμοι με ταχύτητες 2-3 m/sec.

Σε ότι αφορά το σύστημα κτίριο-άνεμος-περιβάλλοντα εμπόδια, κάτι που επίσης επηρεάζει τα θερμικά φορτία, είναι απαραίτητο να δοθεί η εικόνα του περιβάλλοντος χώρου. Το ξενοδοχείο είναι χτισμένο σε απόσταση περίπου 100μ. από τη θάλασσα σε όχι και τόσο πυκνοκατοικημένη περιοχή . Περιβάλλεται από σχετικά χαμηλά κτίρια (3-4 ορόφων το πολύ), τα οποία όμως βρίσκονται σε σχετικά μεγάλες αποστάσεις. Στην Ανατολική και Δυτική του όψη διατηρούνται αποστάσεις Δ από τα όρια του οικοπέδου, αλλά μόνο στην ανατολική υπάρχει κτίσμα που να θεωρείται αρκετά κοντά. Το κτίσμα έχει τοποθετηθεί σε στενό και μακρύ οικόπεδο, κοντά στο κέντρο του περίπου (εικόνα...σκανάρισμα τοπογραφικού) και δεν το καταλαμβάνει όλο. Στο τμήμα του οικοπέδου που αντιστοιχεί στην πρόσοψη (βόρεια όψη) έχει διαμορφωθεί κήπος υποδοχής του κοινού (τραπεζοκαθίσματα) με αραιή, χαμηλή βλάστηση περιμετρικά και δύο ψηλούς φοίνικες δεξιά και αριστερά από τον κεντρικό άξονα που διαπερνά νοητά κατά μήκος το κτίριο. Υπάρχει πλακόστρωση κεντρική και ένα σιντριβάνι στο κέντρο.

Τέλος στην πίσω (νότια) όψη έχει προσκολληθεί η νέα προσθήκη, ελάχιστα υψηλότερη, με λίγο μικρότερο πλάτος, αλλά το διπλάσιο σχεδόν μήκος (άρα και όγκο), και το τμήμα που υπολείπεται χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης.



Εικόνα 236: Περιβάλλον χώρος Βόρειας όψης



Εικόνα 237: Περιβάλλον κτιρίου απο αριστερά προς τα δεξιά: χώρος στάθμευσης στην πίσω όψη της προσθήκης, δυτικά του κτιρίου, ανατολικά του κτιρίου, νοτιοδυτικά του κτιρίου.

Όσον αφορά το κομμάτι της θερμομόνωσης μιας κατασκευής, στο σημείο αυτό θα εξεταστούν ένας-ένας οι τρόποι που μπορούν να θερμομονωθούν τα μέρη ενός κτιρίου, σε σχέση με το συγκεκριμένο διατηρητέο, με τελικό στόχο να συγκριθούν μεταξύ τους και να αναφερθούν ποιοι από αυτούς μπορούν να εφαρμοστούν σε ανάλογες περιπτώσεις και ποιοι όχι αλλά και για ποιους λόγους.

➤ Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας

Στο εν λόγω διατηρητέο κτίριο, ως σύστημα θερμομόνωσης έχει επιλεγεί η τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού στις εσωτερικές παρειές των εξωτερικών λιθοδομών. Ακολουθεί η ανάλυση των περιπτώσεων θερμομόνωσης και οι λόγοι για τους οποίους μπορούν ή δεν μπορούν να εφαρμοστούν σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές και συγκεκριμένα, διατηρητέα κτίρια.

Για την εξωτερική τοιχοποιία (κέλυφος), ξεκινώντας από τον πιο διαδεδομένο τρόπο στις νέες κατασκευές, εκείνον της **θερμομόνωσης στον πυρήνα**, είναι προφανές ότι στο ξενοδοχείο Χαλέπα ΔΕΝ μπορεί να εφαρμοστεί εξ' ορισμού! Η απόφαση σύμφωνα με την οποία κηρύχθηκε διατηρητέο, ρητά αναφέρει ότι δεν θα πρέπει να αλλοιωθεί ο ιστορικός-αρχιτεκτονικός χαρακτήρας του. Η εξωτερική, φέρουσα λιθοδομή αποτελεί ιστορικό τεκμήριο για την αρχιτεκτονική και τη χρήση των υλικών, της εποχής που αντιπροσωπεύει. Για τον λόγο αυτό, δεν θα πρέπει να αλλοιωθούν τα επί μέρους χαρακτηριστικά της, όπως, πάχος τοιχοποιίας, ο τρόπος τοποθέτησης των λίθων (ακόμα κι αν δεν είναι εμφανείς), προέλευση λίθων κλπ. Κάθε ένα από τα παραπάνω στοιχεία μπορούν να αποτελέσουν πηγή πληροφόρησης για την ιστορία του ίδιου του κτιρίου αλλά και γενικά της περιοχής.

Στην περίπτωση της **θερμομόνωσης στην εξωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας**, στην συγκεκριμένη περίπτωση, επίσης δεν μπορεί να εφαρμοστεί, λόγω ύπαρξης χαρακτηριστικού ανάγλυφου διάκοσμου στις όψεις του κτιρίου. Το ανάγλυφο (σε μορφή γείσων), αποτελεί ομοίως ιστορικό και αρχιτεκτονικό τεκμήριο και δεν επιτρέπεται να αλλοιωθεί.

Η θερμομόνωση στην εσωτερική επιφάνεια της εξωτερικής τοιχοποιίας, είναι η ιδανικότερη λύση για την περίπτωση του εν λόγω κτιρίου, μιας και στο εσωτερικό επιτρέπονται οι διαμορφώσεις, επεμβάσεις και μετατροπές τόσο για λειτουργικούς όσο και για αισθητικούς λόγους. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι περιορίζει τον καθαρό εσωτερικό χώρο. Επιπλέον, για μεγαλύτερο σεβασμό στην ιστορία όλων των διατηρητέων, προτείνεται τα υλικά που χρησιμοποιούνται στις επεμβάσεις εξυγίανσης να είναι σαφώς διακριτά από εκείνα που χρησιμοποιήθηκαν για την αρχική κατασκευή. Έτσι, είναι καλό να χρησιμοποιούνται υλικά της σύγχρονης εποχής ώστε να είναι σαφής ο διαχωρισμός και να μην γίνεται προσπάθεια μίμησης των αρχικών.

Τέλος, να σημειωθεί ότι αρκετά καλή θερμομονωτική λύση, αλλά ως συμπληρωματική όχι αυτόνομη, είναι τα θερμομονωτικά χρώματα, νέας τεχνολογίας, που προορίζονται για εξωτερικές επιφάνειες.

➤ Θερμομόνωση σε οροφές και στέγες

Το μελετώμενο κτίριο διαθέτει ψυχρή⁸⁴, τετράριχτη στέγη ,χαρακτηριστικής τυπολογίας της εποχής, με κεραμοσκεπή. Ο φέρων οργανισμός της είναι ξύλινος, μη εμφανής και στην τελευταία ανακαίνιση που έγινε στο κτίριο, τοποθετήθηκε νέα θερμομόνωση στην ξύλινη διαχωριστική επιφάνεια. Λόγω του ότι το κτίριο βρίσκεται αυτή τη στιγμή σε χρήση και δεν ήταν δυνατή η φωτογραφική τεκμηρίωση του φέροντος οργανισμού της στέγης, οι

⁸⁴ Απομονώνεται από το υπόλοιπο κτίριο με οριζόντια ξύλινη διαχωριστική οροφή και δεν είναι επισκέψιμη

πληροφορίες λήφθηκαν προφορικά απο τον υπεύθυνο επικοινωνίας του ξενοδοχείου, κο Χρύσανθο Κωνσταντίνο.

➤ Θερμομόνωση και κουφώματα-υάλωση

Στην προκειμένη περίπτωση, έχουν διατηρηθεί τα αρχικά ξύλινα κουφώματα με μονούς υαλοπίνακες, ως έχουν με επεμβάσεις αποκατάστασης στα σημεία όπου έφεραν φθορές και τραυματισμούς. Είναι η σωστότερη αντιμετώπιση σε ένα κτίριο στο οποίο είναι δυνατόν να συμβεί αυτό, εφόσον δεν έχουν καταστραφεί ή κλαπεί τα κουφώματά του. Εντούτοις, είναι προφανές ότι ενεργειακά δεν αποφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα καθώς τόσο λόγω μονού υαλοπίνακα όσο και λόγω ηλικίας, κακής εφαρμογής με την πάροδο των ετών ή και φθοράς, παρουσιάζουν απώλειες. Σε περίπτωση τέτοιων προβλημάτων, η νομοθεσία επιτρέπει την αντικατάστασή τους με νεότερα, νέας τεχνολογίας και υλικών κατάλληλων για την ενεργειακή απόδοση, αλλά ίδιας μορφής με τα προϋπάρχοντα. Μπορούν να είναι ξύλινα ή αλουμινίου, με διπλούς υαλοπίνακες, αλλά η μορφή τους θα πρέπει να είναι παρόμοια με εκείνη των αρχικών, στην προκειμένη, γαλλικού τύπου. Για περιπτώσεις τέτοιες, οι διάφορες εταιρίες που δραστηριοποιούνται στον τομέα αυτό, διαθέτουν μεγάλη γκάμα σχεδίων που συνδυάζουν τις δύο, παραπάνω, συνιστώσες.



Εικόνα 238: Ξύλινα σύγχρονα κουφώματα παραδοσιακής μορφολογίας



Εικόνα 239: Σύγχρονα κουφώματα αλουμινίου παραδοσιακής μορφολογίας

Υπάρχουν όμως και ιδιαίτερες περιπτώσεις διατηρητέων κτιρίων, που η απόφαση κήρυξής τους δεν επιτρέπει την αλλαγή κουφωμάτων. Σε αυτήν την περίπτωση θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα στην εξισορρόπηση των θερμικών φορτίων με εκμετάλλευση όσο το δυνατόν περισσότερης ηλιακής θερμότητας, λόγω απωλειών. Όπως έχει τονιστεί πολλές φορές, κάθε περίπτωση είναι ξεχωριστή και πρέπει να μελετάται διεξοδικά.

Η εξοικονόμηση ενέργειας όμως, δεν αφορά μόνο τα ποσά ενέργειας. Η αποδοτικότητα ενός κτιρίου ενεργειακά, έγκειται και στον παράγοντα «χρονική διάρκεια». Δεν αρκεί να αποθηκευθούν μεγάλα ποσά ενέργειας αν δεν μπορούν να διατηρηθούν και στο χρόνο, για μεταγενέστερη αξιοποίηση. Μέχρι εδώ η μελετώμενη κατασκευή εξετάστηκε ως συλλέκτης θερμότητας, πράγμα που δεν είναι αρκετό για την ενεργειακή του λειτουργία. Θα πρέπει επιπλέον, να είναι και ικανοποιητική «αποθήκη» θερμότητας, ώστε όση συλλέγεται, να μπορεί και να αποθηκεύεται.

Το εν λόγω παράδειγμα αποτελεί βαριά κατασκευή (συγκριτικά με άλλες σκυροδέματος ή ξύλινες), αφού ο σκελετός του αποτελείται στο μεγαλύτερο μέρος του από φέρουσες λιθοδομές μεγάλου πάχους (50-70cm) και πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Σύμφωνα με το κεφάλαιο 3.1.2.3 της Ενότητας Α, μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι βαριές κατασκευές είναι ενεργειακά αποδοτικότερες λόγω του ότι παρουσιάζουν μεγάλη θερμική αδράνεια (οι εσωτερική θερμοκρασία επηρεάζεται λιγότερο από τις διακυμάνσεις της εξωτερικής).

Συνεπώς, μπορεί μεν να υπάρχουν κάποιες θερμικές απώλειες από το γεγονός ότι τα κουφώματα φέρουν μονούς υαλοπίνακες, ωστόσο, ολόκληρη η κατασκευή διαθέτει ικανοποιητική θερμική μάζα (λόγω πέτρας) και σε συνδυασμό με την θερμομόνωση του κελύφους μπορεί να αποθηκεύσει και να αξιοποιήσει μεγάλες ποσότητες θερμότητας που προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία.

3.3 Το κτήριο ως παγίδα και αποθήκη φυσικής ψύξης

Στο σημείο αυτό θα εξεταστεί η υπάρχουσα κατάσταση του διατηρητέου κτιρίου ως αποθήκη φυσικής ψύξης. Ποιες συνθήκες πληροί και ποιες όχι. Η αποθήκευση φυσικής ψύξης είναι κομμάτι που αφορά και τις Τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού και για την αποφυγή επανάληψης, οι επεμβάσεις που μπορούν ή δεν μπορούν να γίνουν θα σχολιαστούν στο κεφάλαιο 4 .

Η κατηγορία «αποθήκη» φυσικής ψύξης περιλαμβάνει τα εξής επιμέρους στοιχεία:

1. Ηλιοπροστασία
2. Φύτευση
3. Φυσικός αερισμός
4. Φυσική ψύξη- δροσισμός (παθητικός δροσισμός)

Εστιάζοντας στο κτήριο-παράδειγμα, όσον αφορά το ίδιο το σώμα του κτιρίου, έχει απλή κυβική μορφή χωρίς να έχουν προβλεφθεί εσοχές- εξοχές στον κυρίως κορμό του, εκτός από μία μικρή, αμελητέων διαστάσεων στην πρόσοψη, που όμως δεν μεταβάλλει αισθητά τον σκιασμό. Αυτό είναι απόρροια της αρχιτεκτονικής περιόδου που αντιπροσωπεύει, καθώς κατ' αυτήν, δέσποζαν οι απλές ορθογωνικές μορφές , με συμμετρίες τόσο στην κάτοψη όσο και στις όψεις. Ως προς τα πρόσθετα μέτρα ηλιοπροστασίας, όπως εξωτερικά σκίαστρα πάνω από τα πρέκια, είναι προφανές ότι δεν έχουν ληφθεί κάποια στον αρχικό σχεδιασμό. Όσον αφορά την μεταγενέστερη αποκατάσταση, δεν προστέθηκαν προς αποφυγήν αλλοίωσης της αρχικής μορφολογίας του κτιρίου, όπως επιβάλλεται από τη νομοθεσία.

Ως μέρος της ηλιοπροστασίας, αλλά και του ελέγχου του φυσικού αερισμού μπορεί να αναφερθεί και η κατάλληλη χρήση φύτευσης. Ωστόσο, στη συγκεκριμένη περίπτωση έχει αξιοποιηθεί μόνο ως διακοσμητικό στοιχείο στον περιβάλλοντα χώρο. Παρακάτω, (στην

παράγραφο 4.4) θα μελετηθεί κατά πόσο μπορεί να συμπεριληφθεί η φύτευση στην ενεργειακή βελτίωση ενός διατηρητέου, έχοντας ως παράδειγμα το συγκεκριμένο κτίριο.

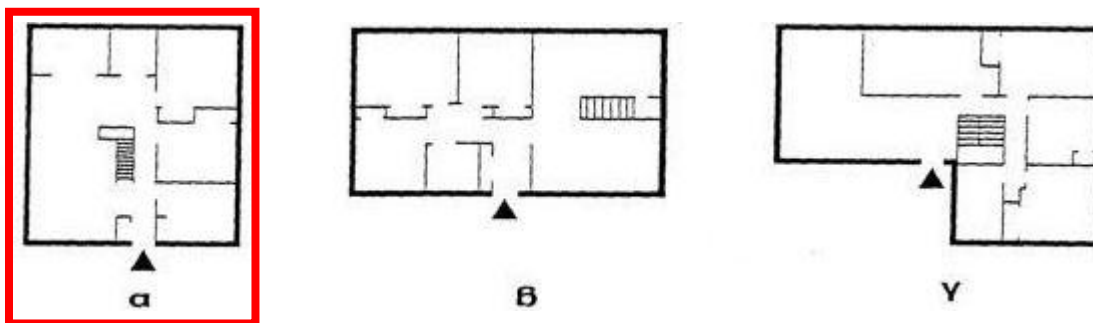
Ένας ακόμα παράγοντας που μετατρέπει ένα κτίριο σε «αποθήκη» φυσικής ψύξης είναι ο φυσικός αερισμός. Η κίνηση αερίων μαζών, σε κατάλληλα χρονικά διαστήματα και με διαδικασίες τέτοιες, στο εσωτερικό του κτιρίου, που συμβάλει στην αποφόρτιση των θερμικών φορτίων αλλά και στην ανανέωση του φρέσκου αέρα, για λόγους υγείας.

Σύμφωνα με το κεφάλαιο 3.1.3.3 Α της Ενότητας Α υπάρχουν τέσσερεις τρόποι φυσικού αερισμού, αναλόγως με το πώς επιτυγχάνονται:

- a Κατακόρυφος αερισμός (μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων- φαινόμενο φυσικού ελκυσμού)
- b Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα
- c Διαμπερής (μέσω ανοιγμάτων όπως πόρτες, παράθυρα κλπ)
- d Αεριζόμενο κέλυφος

Στο σημείο αυτό θα μελετηθεί ποιοι από αυτούς τους τρόπους εφαρμόζονται ήδη. Ξεκινώντας από τον **κατακόρυφο αερισμό**, (σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί στο κεφάλαιο 3.1.3.3 Α της Ενότητας Α), στην εν λόγω κατασκευή, δεν υφίσταται τέτοιας μορφής κυκλοφορία του αέρα, καθώς δεν υπάρχουν κατακόρυφες δομές (κλιμακοστάσια, φωταγωγοί κλπ), καθώς επίσης δεν υπάρχουν ανοίγματα εισόδου φρέσκου ψυχρού αέρα (χαμηλά) και ανοίγματα εξόδου (ψηλά), που να την προκαλούν ή να την υποστηρίζουν, αφού όλα τα περιμετρικά ανοίγματα στο κέλυφος, είναι στο ίδιο ύψος και παρόμοιου μεγέθους. Οι δύο όροφοι δεν επικοινωνούν μεταξύ τους εσωτερικά (υπάρχει εξωτερική σκάλα), επομένως σε ότι αφορά τις διόδους αέρα μεταξύ τους είναι απολύτως διαχωρισμένοι και ανεξάρτητοι. Όσον αφορά την πιθανή μεταγενέστερη δημιουργία κατακόρυφου αερισμού, ΔΕΝ μπορεί να υλοποιηθεί στην προκειμένη περίπτωση, καθώς δεν επιτρέπεται η διάνοιξη πρόσθετων οπών στην πρόσοψη, η οποία είναι και η προσήνεμη πλευρά (βόρειοι- βορειοδυτικοί άνεμοι στο μεγαλύτερο μέρος του έτους), διότι θα την αλλοιώσουν αισθητά. Η αξιοποίηση των πλαϊνών όψεων (ανατολική και δυτική) για αυτόν τον σκοπό, πάλι δεν ενδείκνυται, αφ' ενός για να μην αλλοιωθούν και αφ' εταίρου γιατί οι αποστάσεις από την περιμετρική μάντρα είναι τόσο μικρές (Δ) που ελαττώνουν τη ροή του ανέμου, οπότε και δεν θεωρούνται προσήνεμες. Η κατασκευή πρόσθετων διατάξεων στο κέλυφος, θα σχολιαστεί στο κεφάλαιο 4.1.2.1.

Όσο για τον **διαμπερή αερισμό**, να σημειωθεί ότι σύμφωνα με τον Βιοκλιματικό σχεδιασμό (3.3.3 Γι) ανάμεσα στις τρεις παρακάτω περιπτώσεις, καλύτερος αερισμός επιτυγχάνεται στην περίπτωση **α**.

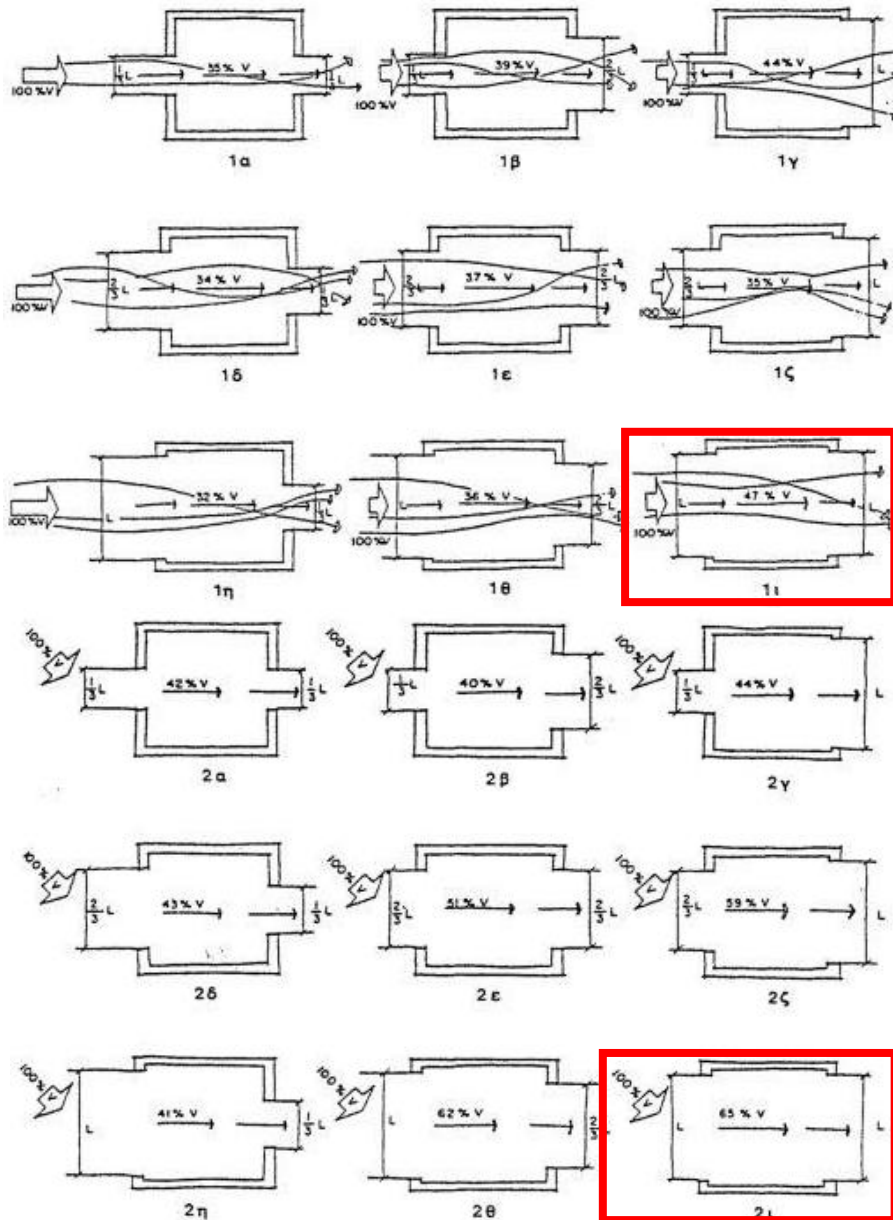


Η κάτοψη α πλησιάζει αρκετά την κάτοψη του εξεταζόμενου κτιρίου, συνεπώς, θεωρητικά είναι αρκετά αποτελεσματικό από θέμα φυσικού αερισμού.

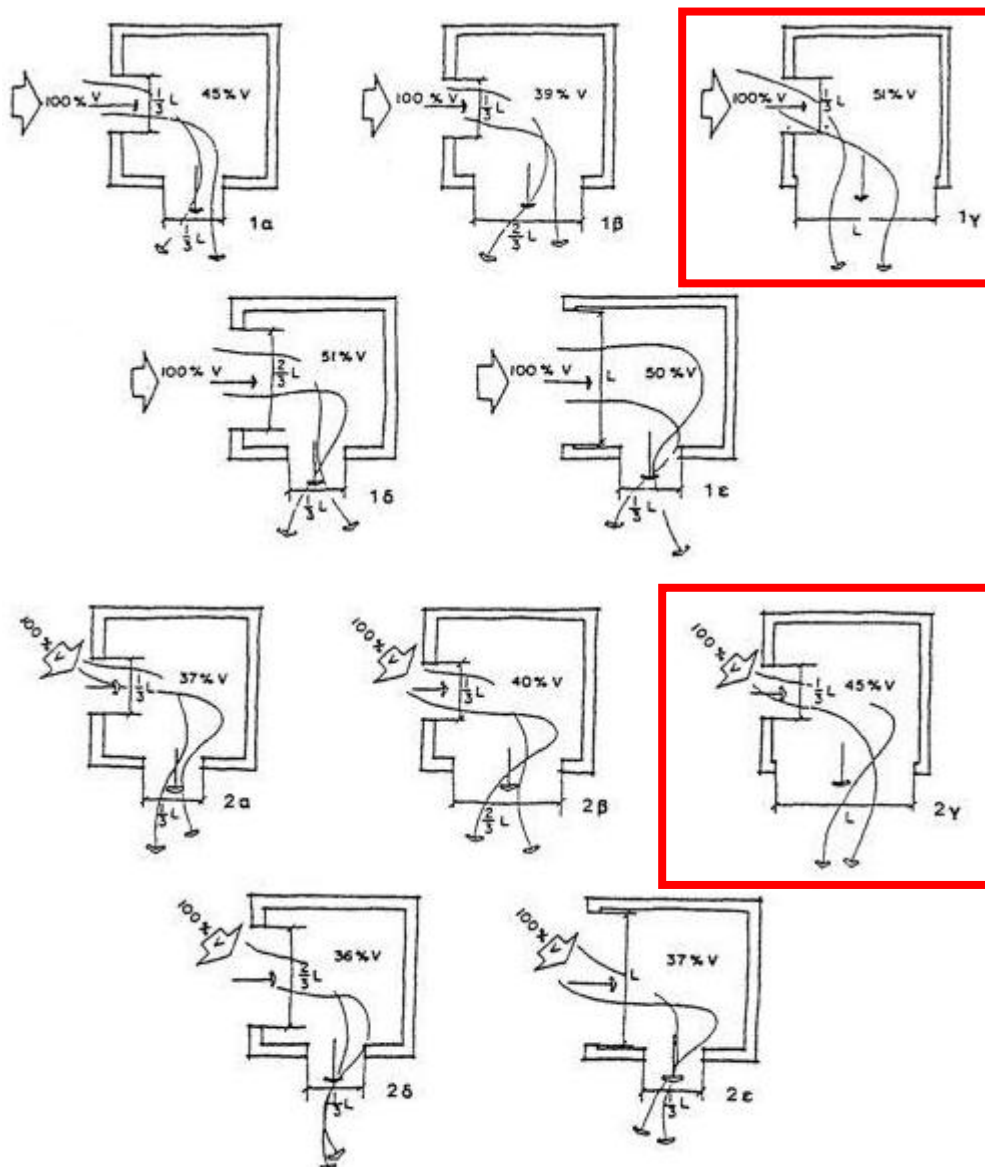
Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δεν μπορούν να γίνουν μετατροπές στα ανοίγματα του κελύφους της υπάρχουσας κατάστασης, για τους λόγους αλλοίωσης των αρχιτεκτονικών συμμετριών στις όψεις, που αναφέρθηκαν παραπάνω, και απαγορεύονται από το νόμο. Ο τελευταίος τρόπος που μπορεί να επιτευχθεί φυσικός αερισμός είναι το λεγόμενο

αεριζόμενο κέλυφος (4.1.2Γ της Ενότητας Α) του οποίου η εφαρμογή θα σχολιαστεί παρακάτω, στο κεφάλαιο 4.1.2

Όσον αφορά τη φυσική ψύξη ενός κτιρίου, είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τον αερισμό του, καθώς εξαρτάται από την κυκλοφορία των αερίων μαζών στο εσωτερικό του, η οποία είναι άμεσο αποτέλεσμα των διαστάσεων και της θέσης των ανοιγμάτων. Σύμφωνα με το αναγραφόμενο συμπέρασμα στην παράγραφο 3.3.4 Α της Ενότητας Α, συνεπάγεται ότι «στην περίπτωση τοποθέτησης των ανοιγμάτων σε απέναντι πλευρές, ο αερισμός αυξάνει, για πλάγια πρόσπτωση ανέμου και για μέγιστο πλάτος ανοίγματος (Εικόνα 239), ενώ στην περίπτωση γειτονικών πλευρών ο εντονότερος αερισμός παρουσιάζεται σε μέγιστο πλάτος του ανοίγματος εξόδου του αέρα (Εικόνα 240).

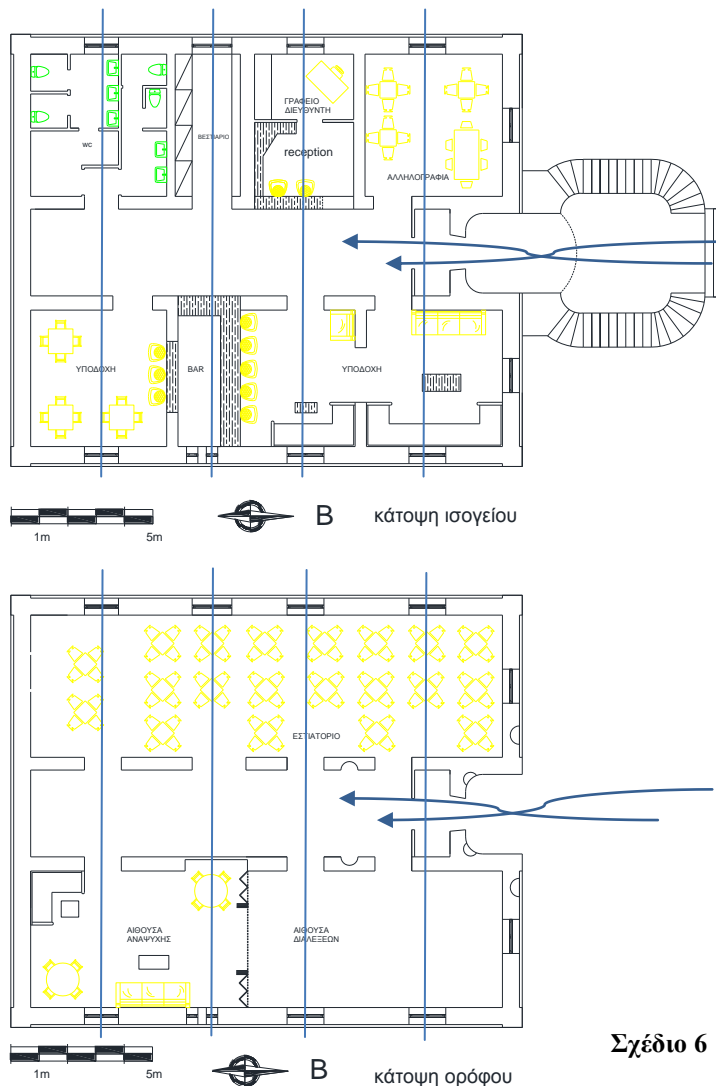


Εικόνα 240: Αερισμός εσωτερικού χώρου σε σχέση με το μέγεθος του ανοίγματος και τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου (ανοίγματα σε απέναντι πλευρές)



Εικόνα 241: Αερισμός εσωτερικού χώρου σε σχέση με το μέγεθος του ανοίγματος και τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου (ανοίγματα σε γειτονικές πλευρές)

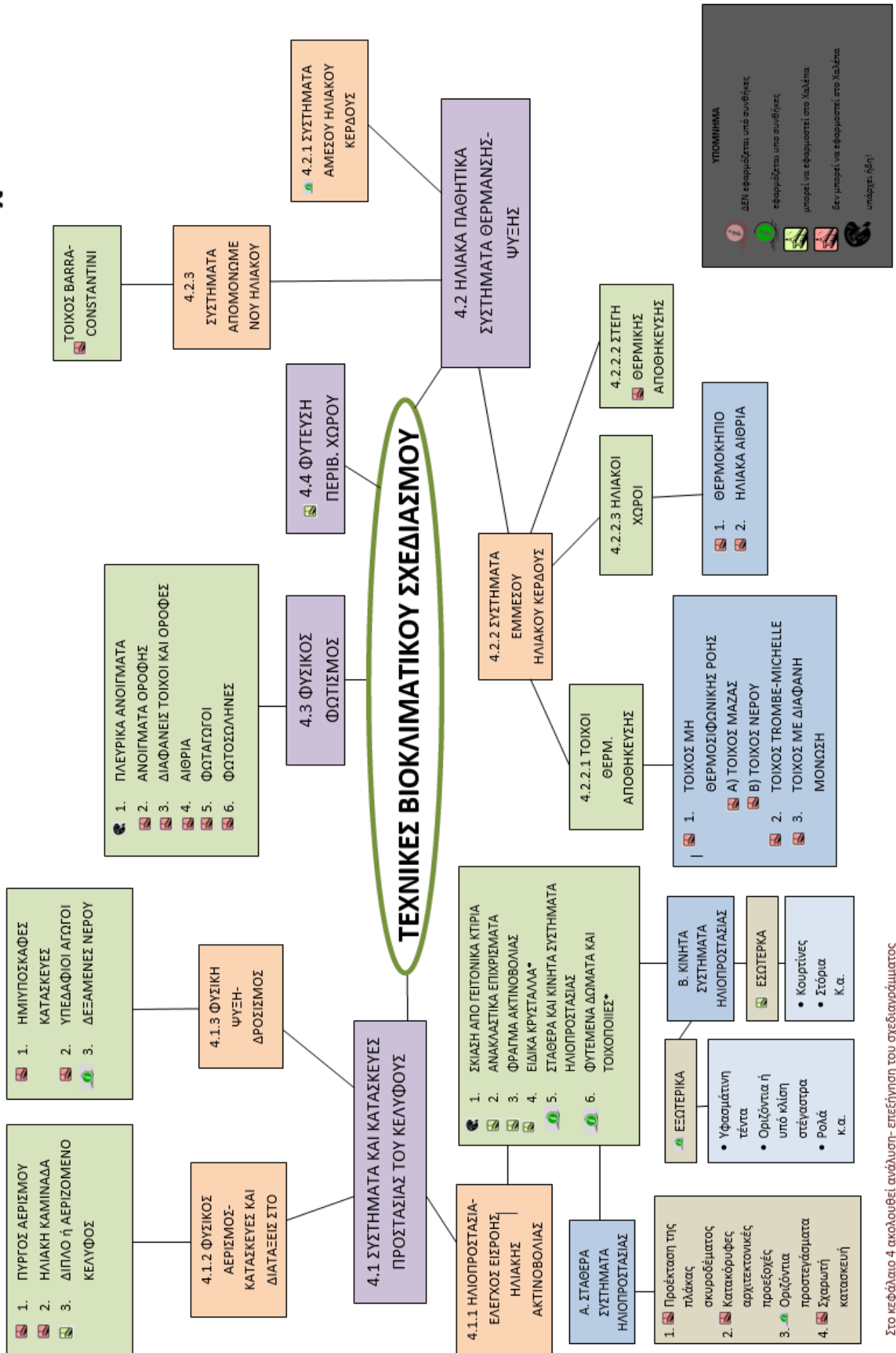
Στο εξεταζόμενο κτίριο υπάρχουν χώροι πιο περίπλοκης κατανομής των ανοιγμάτων και υπερισχύει ο διαμπερής αερισμός, αφού τα ανοίγματα της ανατολικής και δυτικής όψης είναι τοποθετημένα συμμετρικά απέναντι (Σχέδιο 6). Γενικά, οι χώροι είναι ανοιχτοί, χωρίς πολλά ενδιάμεσα διαχωριστικά και τα ανοίγματα επαρκούν για την ελεύθερη κίνηση του αέρα στο εσωτερικό, λόγω της διάταξής τους, ακόμα κι αν, θεωρητικά, το άνοιγμά τους είναι σχετικά μικρό. Όσο επαρκή και να είναι τα ανοίγματα, ωστόσο, εξαρτώνται πάντα από τη σωστή διαχείριση των χρηστών. Εξ' αιτίας της φύσης της χρήσης του κτιρίου αυτού (χώροι αναμονής, reception κλπ, στο ισόγειο, εστιατόριο και χώροι συνεστιάσεων στον όροφο) τα ενδιάμεσα διαχωριστικά στοιχεία, κατά βάση, παραμένουν ανοιχτά, επομένως η κυκλοφορία του αέρα επιτυγχάνεται ανεμπόδιστα.



Σχέδιο 6

Πέρα από τον αερισμό και τη θέση των ανοιγμάτων όμως, κι άλλοι εξωτερικοί παράγοντες διαμορφώνουν ή επηρεάζουν το φυσικό δροσισμό είτε άμεσα είτε έμμεσα, όπως λίμνες, πισίνες, πύργοι ψεκασμού, δεξαμενές στην οροφή κλπ. (3.3.4 Α, Ενότητα Α), αντικείμενα που συμπεριλαμβάνονται στις Τεχνικές του Βιοκλιματικού σχεδιασμού και θα σχολιαστούν ακολούθως, στο Κεφάλαιο 4. Σε ότι αφορά τον περιβάλλοντα χώρο, και το εσωτερικό του κτιρίου, στην εξεταζόμενη περίπτωση, μπορούν να τοποθετηθούν δεξαμενές, σιντριβάνια, φύτευση, και άλλα μέσα δροσισμού, ΔΕΝ μπορούν όμως να εφαρμοστούν δεξαμενές στην οροφή εξ' αιτίας της ύπαρξης της στέγης η οποία δεν επιτρέπεται να καταστραφεί ή να αλλοιωθεί. Στο Κεφάλαιο 5 ακολουθεί πρόταση σειράς επεμβάσεων ,στο κέλυφος αλλά και τον περιβάλλοντα χώρο οι οποίες συμπεριλαμβάνουν και τον φυσικό δροσισμό με την χρήση δεξαμενών νερού και φύτευσης.

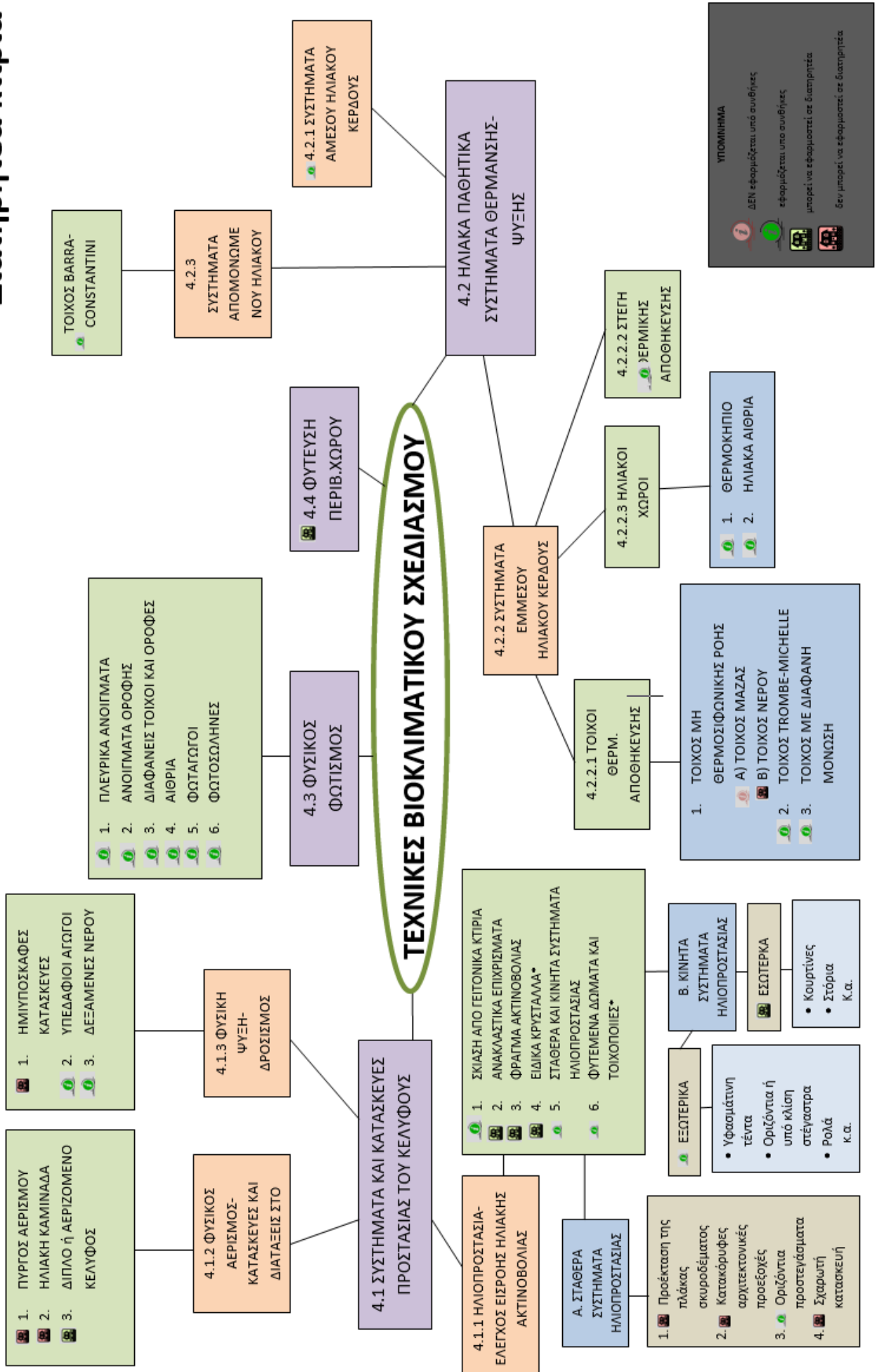
Ύστερα από την εξέταση της υφιστάμενης κατάστασης του ξενοδοχείου, σε σύγκριση με τους κανόνες του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού είναι απαραίτητο να εξεταστεί και η εφαρμογή των Τεχνικών του ,ώστε να γίνει η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τα διατηρητέα κτίρια. Για να γίνει η διαδικασία αυτή πιο εύκολη και κατανοητή, θα ακολουθήσει συγκεντρωτικός πίνακας με τις τεχνικές που θα μπορούσαν να εφαρμοστούν κι εκείνες που δεν είναι εφαρμόσιμες στην συγκεκριμένη περίπτωση, καθώς και τους λόγους που δεν επιτρέπουν την εφαρμογή τους.



Εικόνα 242: Σχεδιάγραμμα: Τεχνικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στο Ξενοδοχείο Χαλέπα

❖ Στο κεφάλαιο 4 ακολουθεί ανάλυση- επεξήγηση του σχεδιαγράμματος

Διατηρητέα κτίρια

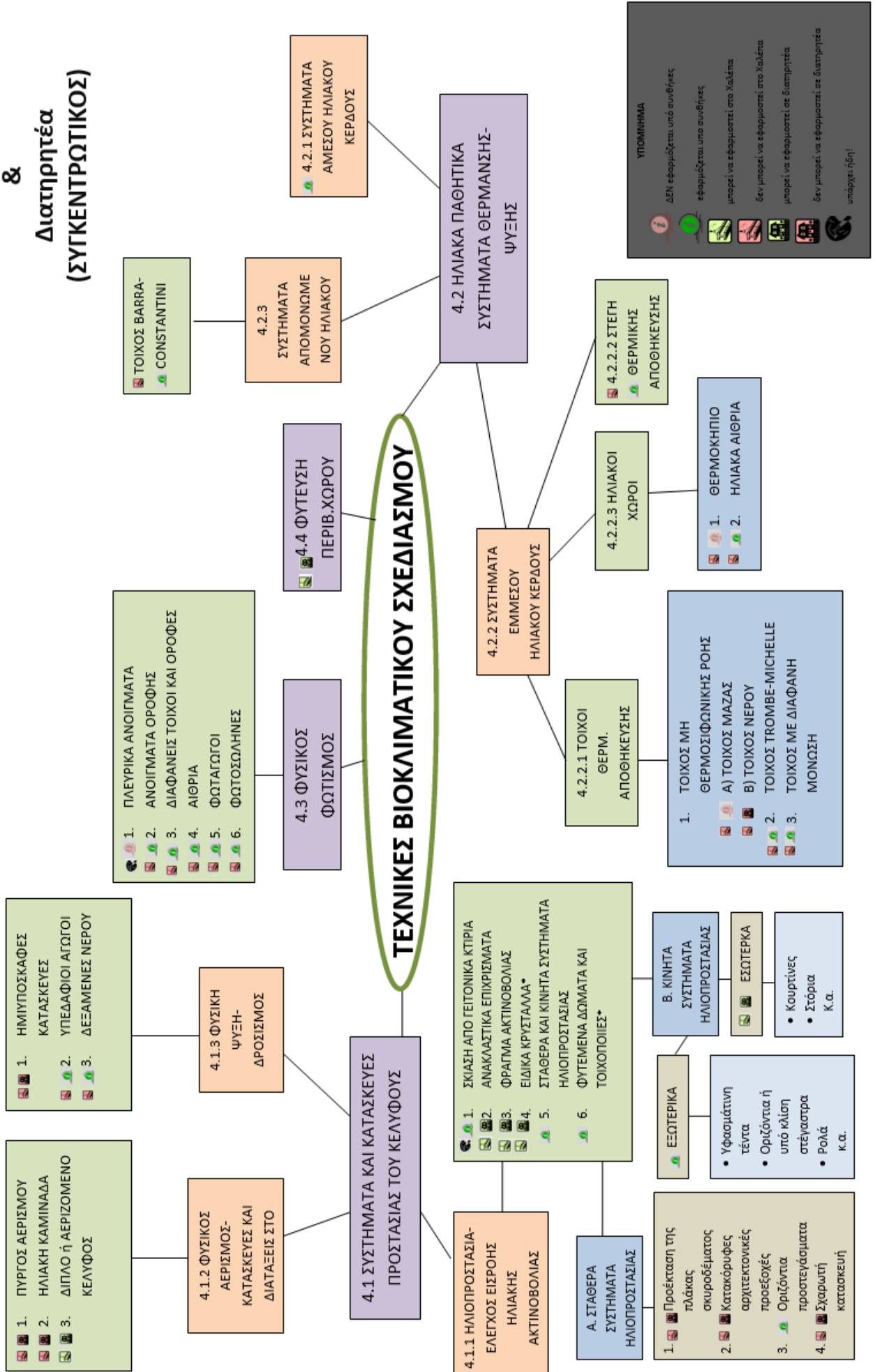


ΥΠΟΜΗΝΙΑ
 ΔΕΝ εφαρμόζεται υπό συνθήκες
 εφαρμόζεται υπό συνθήκες
 μπορεί να εφαρμοστεί σε διατηρητέα
 δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε διατηρητέα

Εικόνα 243: Σχεδιάγραμμα: τεχνικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στα διατηρητέα

✦ Στο κεφάλαιο 4 ακολουθεί ανάλυση-επεξήγηση του σχεδιαγράμματος

Ξενοδοχείο Χαλέπα & Διατηρητέα (ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΟΣ)



ΥΠΟΜΗΝΗΜΑ

ΔΕΝ εφαρμόζεται υπό συνθήκες
εφαρμόζεται υπό συνθήκες
μπορεί να εφαρμοστεί στο Χαλέπα
δεν μπορεί να εφαρμοστεί στο Χαλέπα
μπορεί να εφαρμοστεί σε διατηρητέα
δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε διατηρητέα
υπάρχει ήδη!

Εικόνα 244: Σχεδιάγραμμα: Τεχνικές Βιοκλιματικού σχεδιασμού συγκεντρωτικό

❖ Στο κεφάλαιο 4 ακολουθεί ανάλυση-επεξήγηση του σχεδιαγράμματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ανάλυση σχεδιαγράμματος εφαρμογής Τεχνικών Βιοκλιματικού σχεδιασμού στο ξενοδοχείο Χαλέπα

4.1 Συστήματα και κατασκευές προστασίας του κελύφους

4.1.1 Ηλιοπροστασία- έλεγχος εισροής ηλιακής ακτινοβολίας

1. Σκίαση από γειτονικά κτίρια

Ύστερα από μελέτη ηλιασμού- σκιασμού (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) του ξενοδοχείου από τα γύρω κτίρια (όπως φαίνεται και στους πίνακες 18, 20 και 23), συνεπάγεται ότι:

- Η βόρεια όψη (πρόσοψη), κατά τη διάρκεια της ημέρας αλλά και του έτους, γενικά, δεν δέχεται απ' ευθείας ηλιακή ακτινοβολία, μόνο διάχυτη, ενώ επηρεάζεται περισσότερο από τα γύρω κτίρια κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες, περισσότερο με έμμεσο τρόπο, στο επίπεδο δημιουργίας προστατευμένης, από τον ήλιο, επιφάνειας μπροστά από την όψη αυτή . Ειδικότερα, (σύμφωνα με το τρισδιάστατο μοντέλο ηλιασμού που δημιουργήθηκε με το πρόγραμμα GOOGLE SKETCHUP), η βόρεια όψη παραμένει υπο σκιά από την ανατολή του ηλίου ως τη δύση του. Πρόσθετος σκιασμός από τα γειτονικά κτίρια παρουσιάζεται κατά την περίοδο από Μάιο ως και Αύγουστο, ενώ υποχωρεί από το Σεπτέμβριο ως και τον Απρίλιο (πίνακας 18).
- Η ανατολική όψη , εκτίθεται στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, από την ανατολή ως και το αργότερο τη 13:00 το μεσημέρι, ανάλογα την εποχή (πίνακας 20). Επιπλέον, δέχεται πρόσθετο ηλιασμό από τα γειτονικά κτίρια που, καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, επηρεάζει το ισόγειο, ενώ ανάλογα την εποχή (πίνακας 28,29) δημιουργούνται σχηματισμοί κατά περίπτωση που επηρεάζουν και το νότιο τμήμα, της όψης, που αντιστοιχεί στον όροφο. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι ο σκιασμός που προέρχεται από τα γειτονικά κτίρια κατά την περίοδο από τον Φεβρουάριο μέχρι και τον Σεπτέμβριο επηρεάζει ΜΟΝΟ το ισόγειο.
- Η δυτική όψη, ανάλογα με την εποχή, εκτίθεται στην απευθείας ηλιακή ακτινοβολία από τη 13:00-14:00 ως τη δύση του ηλίου. Κατά το μεγαλύτερο μέρος του έτους ο πρόσθετος σκιασμός από τα γειτονικά κτίρια ξεκινά 15:00-16:00 (ανάλογα με την εποχή) και αρχικά επηρεάζει μόνο το ισόγειο, ενώ σταδιακά, μέχρι τη δύση του ηλίου, έχει καλυφθεί ολόκληρη η όψη. Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι τους μήνες Φεβρουάριο, Μάρτιο και Οκτώβριο, ο πρόσθετος σκιασμός, καλύπτει με διάφορους συνδυασμούς κάποια από τα ανοίγματα και όχι όλα (πίνακες 30,31), ανάλογα με τους σχηματισμούς της σκιάς, λόγω μεγάλης διαφοράς ύψους των δυο γειτονικών κτιρίων που επηρεάζουν το διατηρητέο κατά τις απογευματινές ώρες.

Όπως γίνεται αντιληπτό, η σκίαση από τα γύρω κτίρια επηρεάζεται από διάφορες συνθήκες όπως τη θέση των κτιρίων που περιβάλλουν το μελετώμενο αντικείμενο, τον όγκο τους, το σχήμα τους, τα ύψη τους σε σχέση με το προς μελέτη κτίσμα, την ώρα της ημέρας, την εποχή του έτους κλπ. Είναι επομένως, παράγοντας που δεν αφορά το αν μια κατασκευή είναι νεόδμητη ή διατηρητέα και σαφώς είναι εργονομική λύση του Βιοκλιματικού σχεδιασμού που εφαρμόζεται υπό συνθήκες. Δηλαδή, δεν μπορεί κάποιος να πει αν μπορεί ή δεν μπορεί να εφαρμοστεί, εφόσον αφ' ενός είναι εξωτερικός του κτιρίου, παράγοντας και αφ' εταίρου είναι μεταβαλλόμενο, αφού ανά πάσα στιγμή μπορεί να μετατραπεί ο «χάρτης» των όγκων γύρω, από την ανοικοδόμηση νέων οικοδομών ή κατεδαφίσεις παλαιότερων. Παρ'

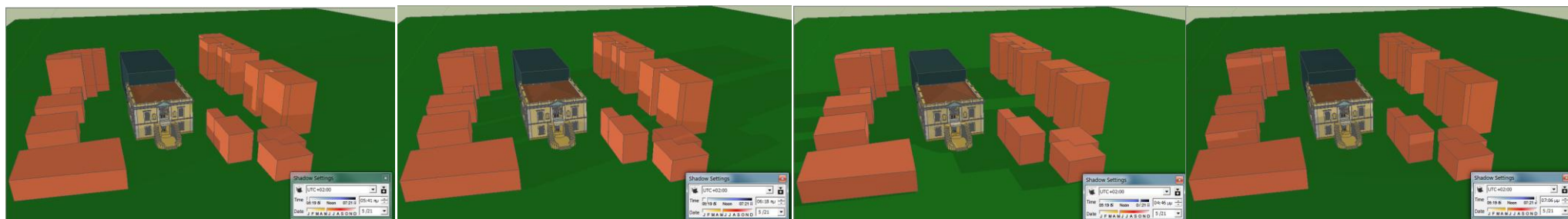
όλα αυτά είναι σημαντικό να μελετάται για να εξακριβωθεί ποια μέρη του κτιρίου επηρεάζει και σε ποιο βαθμό, ώστε να μπορεί να μελετηθεί η εκμετάλλευση της σκιάς ή των ηλιαζόμενων τμημάτων για τη θερμική μάζα, τον φυσικό φωτισμό ή και την τοποθέτηση συστημάτων που λειτουργούν με την ακτινοβολία του ηλίου.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, υπάρχει πρόσθετος σκιασμός σε συγκεκριμένες περιόδους της ημέρας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με αποτέλεσμα το κτίριο να εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία για μεγάλες χρονικές περιόδους. Βάσει αυτού και σε συνδυασμό με τα ανοίγματα, συμπεραίνεται ότι με την κατάλληλη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων είναι δυνατόν να εκμεταλλεύεται τον φυσικό φωτισμό για μεγάλο μέρος της ημέρας και να μην χρειάζεται την κατανάλωση συμβατικών πηγών ενέργειας. Επίσης μπορούν –και είναι σκόπιμο- να χρησιμοποιούνται ηλιακοί θερμοσίφωνες για την όσο το δυνατόν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας από την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Επιπλέον, θα μπορούσε να μελετηθεί η εγκατάσταση ηλιακών πάνελ για την εξοικονόμηση και ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά αποτελεί αντικείμενο διαφορετικής μελέτης από την παρούσα.

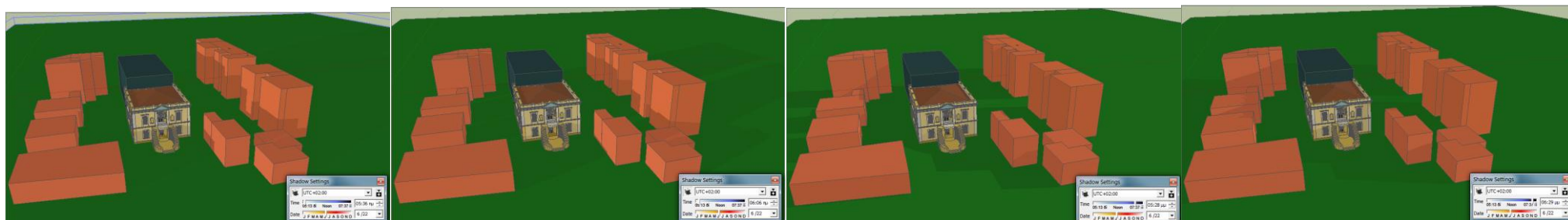
Πίνακας 18:

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΒΟΡΕΙΑΣ ΟΨΗΣ**

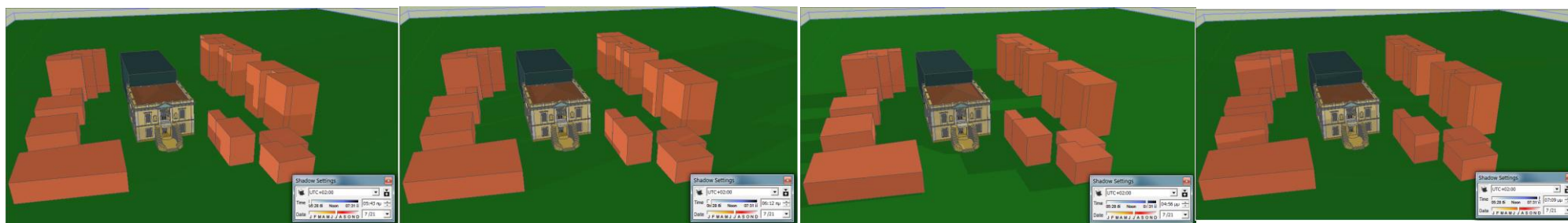
ΜΗΝΑΣ	ΗΛΙΑΣΜΟΣ (ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛ.ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟ ΓΥΡΩ ΚΤΙΡΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΡΚΩΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΡΚΩΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑ
ΜΑΡΤΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΡΚΩΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑ
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ, ΒΡΙΣΚΕΤΑΙ ΔΙΑΡΚΩΣ ΥΠΟ ΣΚΙΑ
ΜΑΪΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 6:20 ΑΠΟ 16:40 ΩΣ ΔΥΣΗ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ (πίνακας 19) ΛΟΓΩ ΥΨΗΛΟΤΕΡΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΙΟΥΝΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 6:15 ΑΠΟ 17:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ (πίνακας 19) ΛΟΓΩ ΥΨΗΛΟΤΕΡΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΙΟΥΛΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 6:20 ΑΠΟ 16:40 ΩΣ ΔΥΣΗ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΕΠΙΡΕΑΖΕΙ ΚΑΙ ΤΟΝ ΠΡΩΤΟ ΟΡΟΦΟ (πίνακας 19) ΛΟΓΩ ΥΨΗΛΟΤΕΡΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΑΠΟ 17:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΓΙΝΕΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΑΙΟΣ, ΕΝΩ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΑΜΕΝΕΙ ΩΣ ΕΧΕΙ (πίνακας 19)
ΣΕΠΤΕΜΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΑΙΟΙ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΑΙΟΙ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΑΙΟΙ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΥΠΟ ΣΚΙΑ ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΔΥΣΗ	ΔΕΝ ΔΕΧΕΤΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΟ ΣΚΙΑΣΜΟ	Ο ΠΡΩΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ Ο ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΓΙΝΟΝΤΑΙ ΑΜΕΛΗΤΑΙΟΙ



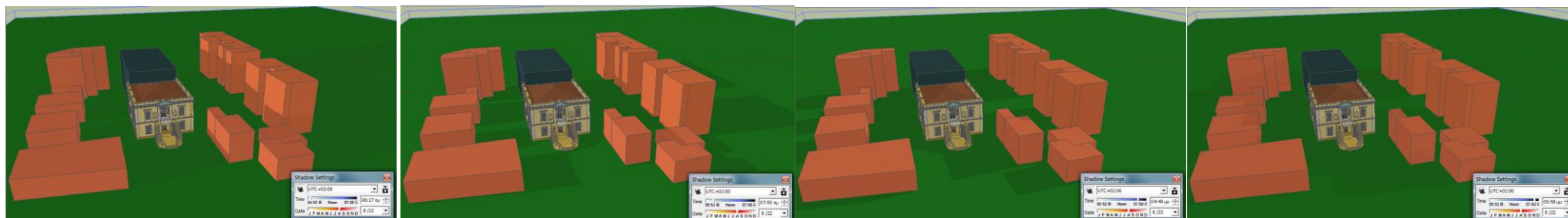
ΠΡΩΙΝΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΜΑΪΟΥ (ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ)



ΠΡΩΙΝΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΙΟΥΝΙΟΥ (ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ)



ΠΡΩΙΝΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΙΟΥΛΙΟΥ (ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ)



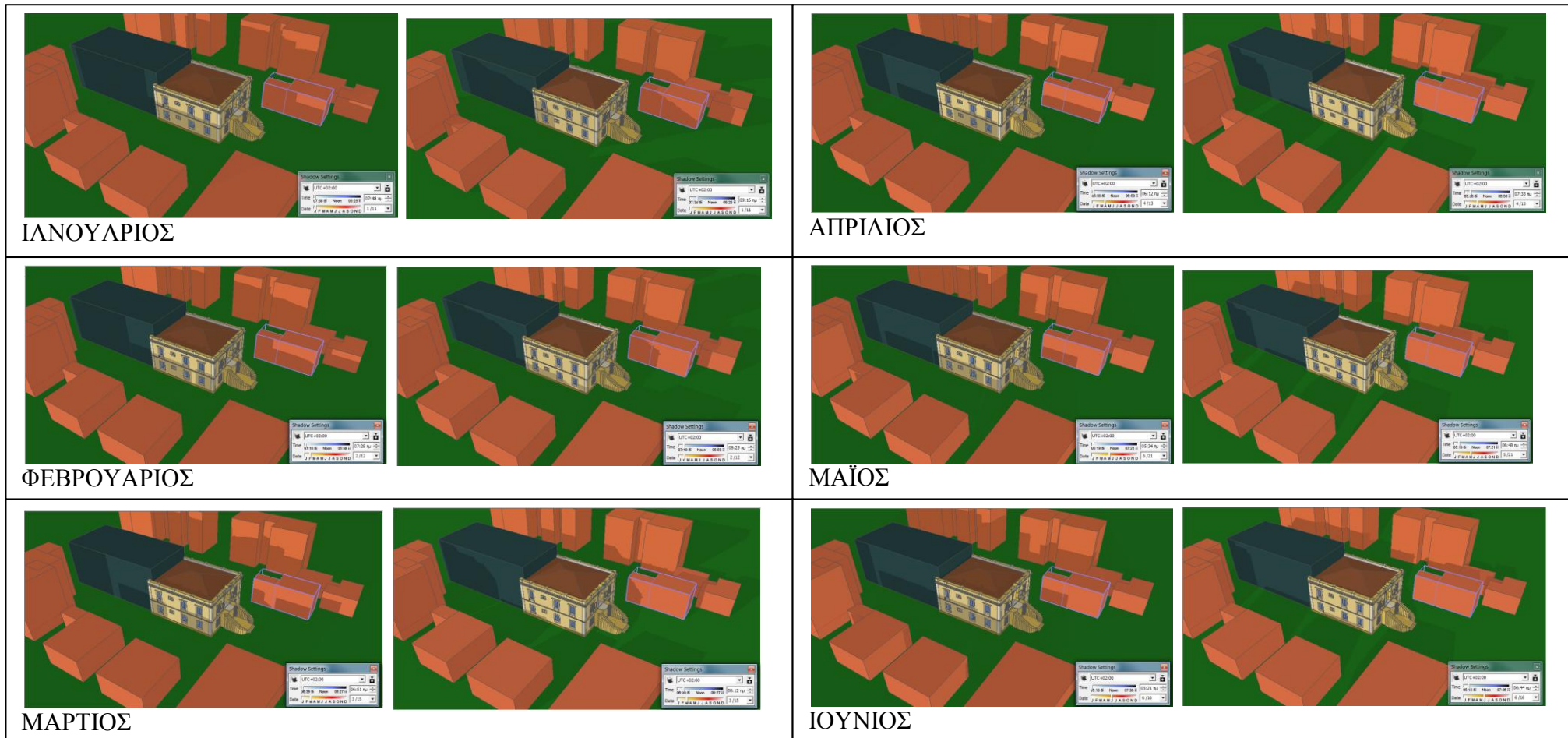
ΠΡΩΙΝΟΣ ΚΑΙ ΑΠΟΓΕΥΜΑΤΙΝΟΣ ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΥΓΟΥΣΤΟΥ (ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ)

Πίνακας 19: Προϊνός και απογευματινός πρόσθετος σκιασμός βόρειας όψης, Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος

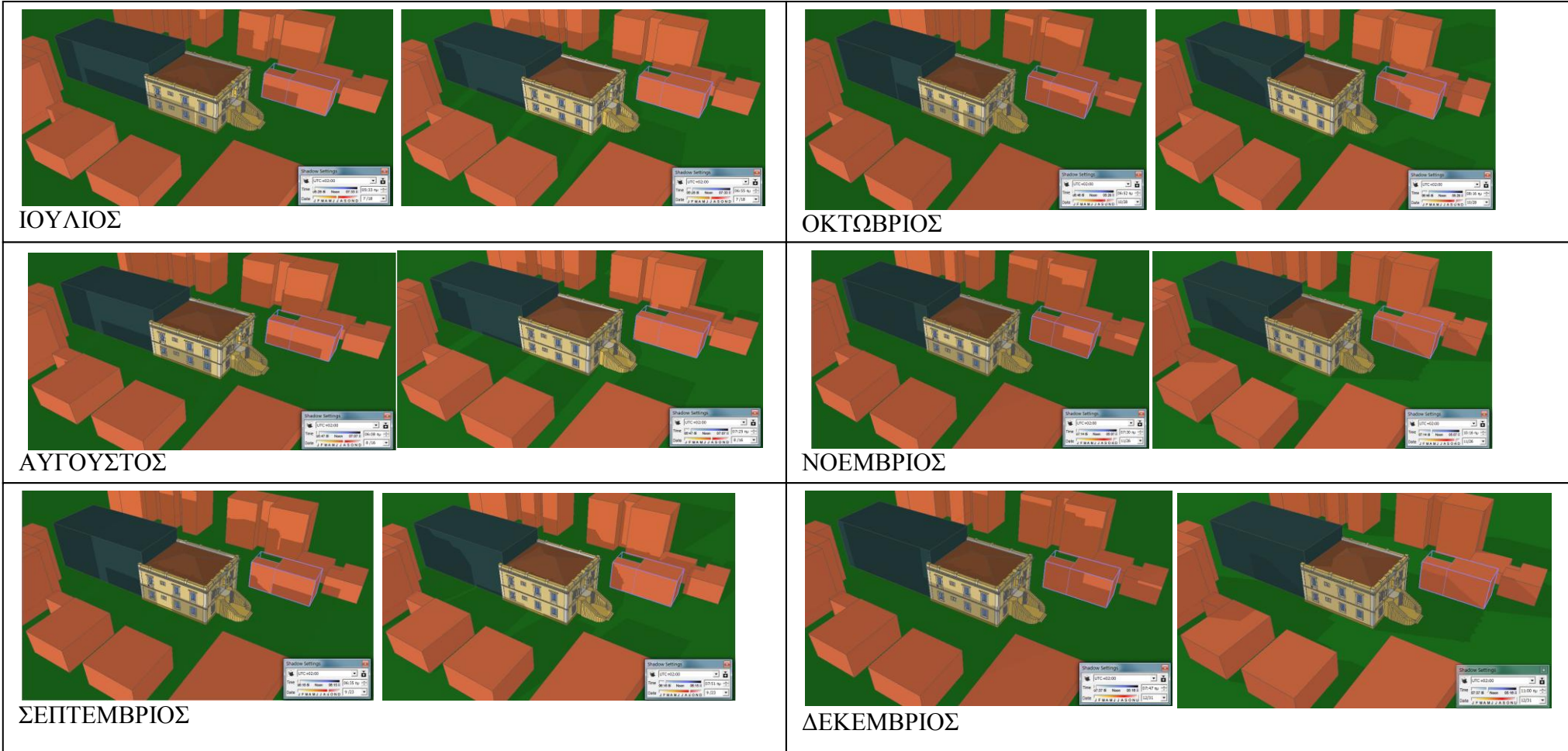
Πίνακας 20:

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΟΨΗΣ**

ΜΗΝΑΣ	ΗΛΙΑΣΜΟΣ (ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛ.ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟ ΓΥΡΩ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΤΙΣ 12:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 11:20	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 8:40 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΩΣ ΤΙΣ 9:30 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΟ ΝΟΤΙΟ ΜΙΣΟ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΥΟ ΟΡΟΦΩΝ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 13:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 8:40	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 13:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 8:40 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:40	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 8:15	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:40 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 8:15 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:30	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 7:30	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:30 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 7:30 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΜΑΪΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:30	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 7:00	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:30 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 7:30 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΙΟΥΝΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 6:40	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 6:40 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:15	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 7:00	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:15 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 7:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:30	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ - - -	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:30 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 7:20 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΣΕΠΤΕΜΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 7:50	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 7:50 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ.
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 8:20	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 8:20 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ Η ΕΠΑΦΗ ΤΗΣ ΣΚΙΑΣ ΜΕ ΤΟΝ ΟΡΟΦΟ ΕΙΝΑΙ ΑΜΕΛΗΤΕΑ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:00	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 10:00	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:00 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 8:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΩΣ ΤΙΣ 10:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΤΟ ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΟΨΗΣ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 12:20	ΑΠΟ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ 11:00	ΔΕΧΕΤΑΙ ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΜΕΧΡΙ ΤΙΣ 12:20 ΑΠΟ ΟΠΟΥ ΣΥΝΕΧΙΖΕΙ ΜΕ ΔΙΑΧΥΤΗ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ.Ο ΠΡΟΣΘΕΤΟΣ ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΤΟΛΗ ΩΣ ΚΑΙ ΤΙΣ 9:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΩΣ ΤΙΣ 11:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΟ ΤΟ ΝΟΤΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΟΨΗΣ ΚΑΙ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΙΣ ΠΟΔΙΕΣ



Πίνακας 21: Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια ανατολικής όψης (α)

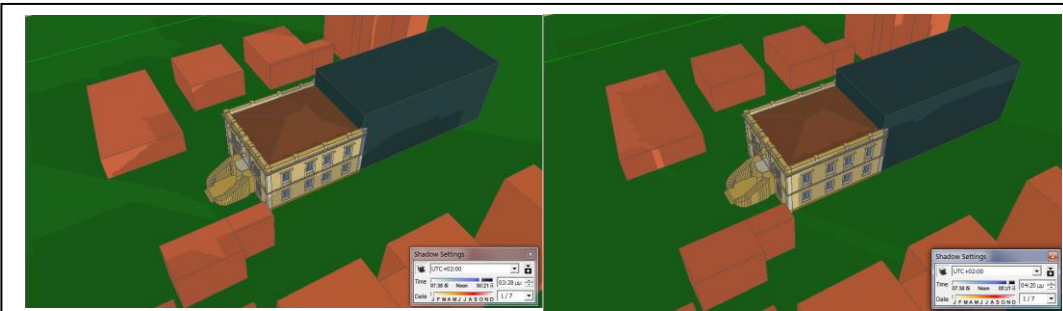


Πίνακας 22: Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια ανατολικής όψης (β)

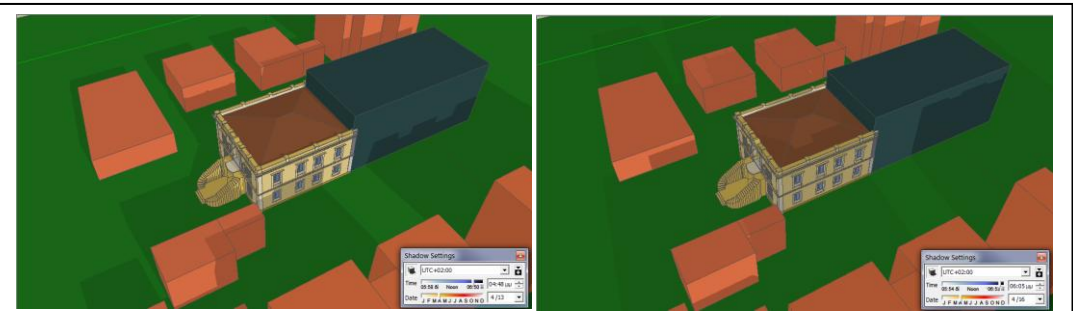
Πίνακας 23:

**ΣΥΝΟΠΤΙΚΟΣ- ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΟΨΗΣ**

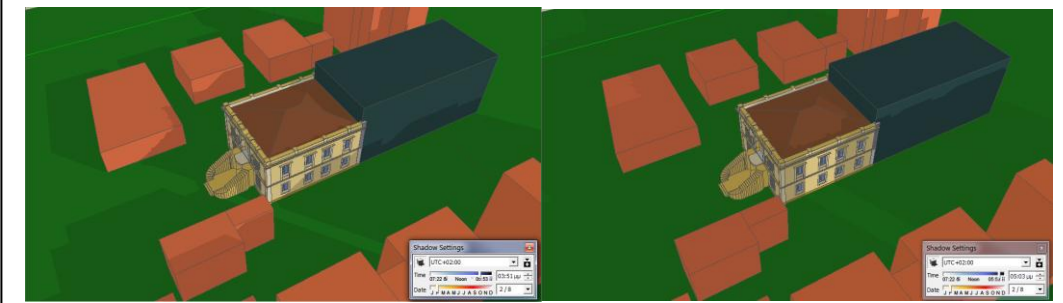
ΜΗΝΑΣ	ΗΛΙΑΣΜΟΣ (ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛ.ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ)	ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΣΚΙΑΣΜΟΥ ΑΠΟ ΓΥΡΩ ΚΤΙΡΙΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 15:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΟΜΩΣ ΑΠΟ ΤΙΣ 15:00 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 15:30 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΕΝΩ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 15:30 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΟΜΩΣ ΑΠΟ ΤΙΣ 15:30 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 16:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ ΕΝΩ ΜΕΧΡΙ ΤΗ ΔΥΣΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΟΨΗΣ
ΜΑΡΤΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 16:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 16:00 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 16:30 ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΤΟ ΒΟΡΙΟ ΤΜΗΜΑ ΤΗΣ ΟΨΗΣ (ΙΣΟΓ. & ΟΡΟΦ.)
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 16:15 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 16:15 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:00 ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΜΑΪΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 13:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 16:30 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 13:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 16:30 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:15 ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΙΟΥΝΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 13:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΛΙΓΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ 17:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 13:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 17:00 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:20 ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΛΙΓΟ ΠΡΙΝ ΤΙΣ 17:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 17:00 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:20 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 16:30 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 16:30 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:00 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ
ΣΕΠΤΕΜΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 13:30 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 15:30 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 15:30 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 16:20 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΤΜΗΜΑ ΤΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΦΤΑΝΕΙ ΝΑ ΚΑΛΥΨΕΙ ΤΑ 2/3 ΤΗΣ ΟΨΗΣ ΑΠΟ ΒΟΡΑ ΠΡΟΣ ΝΟΤΟ
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 13:30 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 15:20 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 13:30, ΑΠΟ ΤΙΣ 15:20 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 17:15 ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΧΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΟΥ ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΤΜΗΜΑΤΙΚΑ ΤΗΝ ΟΨΗ
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 13:30 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 14:30 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 13:30, ΑΠΟ ΤΙΣ 14:30 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 15:00 ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑ ΠΑΛΙ ΤΜΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙ ΔΥΟ ΟΡΟΦΟΙ
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00 ΩΣ ΤΗ ΔΥΣΗ*	ΑΠΟ 15:00 ΩΣ ΔΥΣΗ	Η ΑΠΕΥΘΕΙΑΣ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ ΞΕΚΙΝΑΕΙ ΑΠΟ ΤΙΣ 14:00, ΑΠΟ ΤΙΣ 15:00 ΑΡΧΙΖΕΙ Η ΣΚΙΑΣΗ ΑΠΟ ΤΑ ΓΕΙΤΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ ΠΟΥ ΩΣ ΤΙΣ 15:20 ΕΠΗΡΕΑΖΕΙ ΜΟΝΟ ΤΟ ΙΣΟΓΕΙΟ, ΕΝΩ ΑΠΟ ΚΕΙ ΚΑΙ ΥΣΤΕΡΑ ΣΤΑΔΙΑΚΑ ΚΑΛΥΠΤΕΤΑΙ ΟΛΗ Η ΟΨΗ



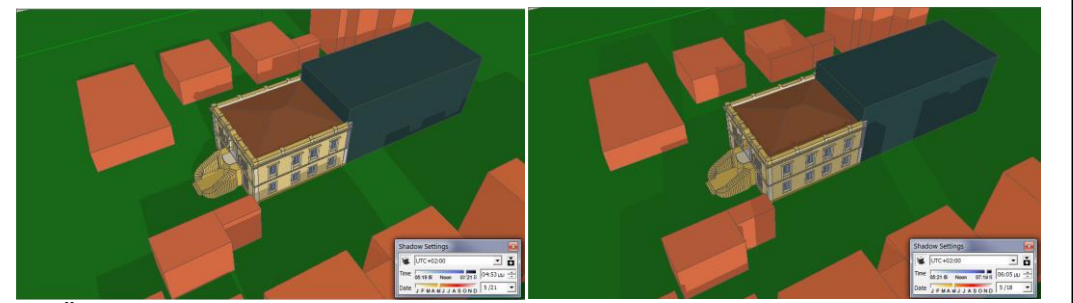
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ



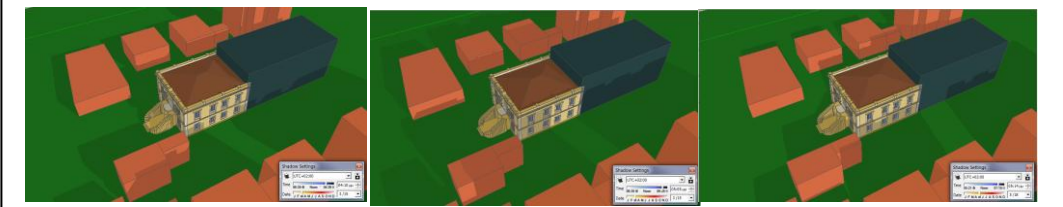
ΑΠΡΙΛΙΟΣ



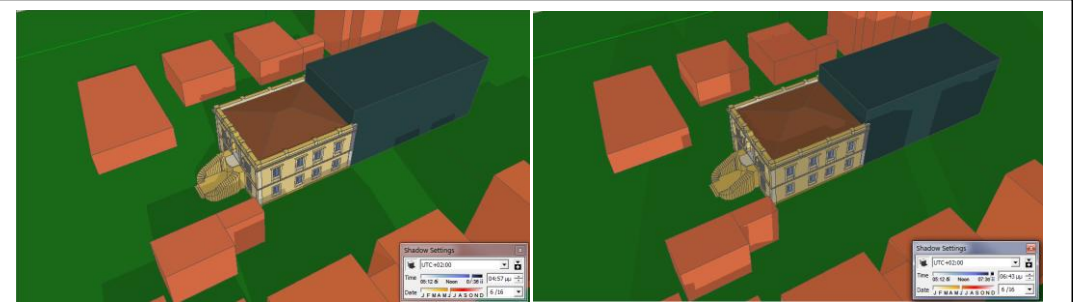
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ



ΜΑΪΟΣ

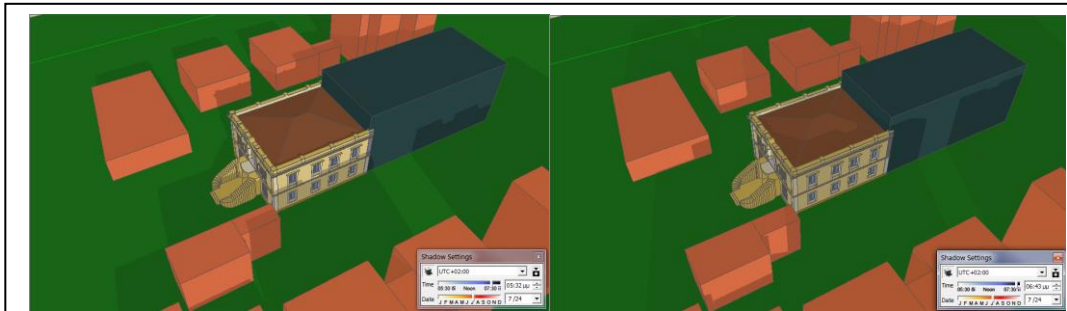


ΜΑΡΤΙΟΣ

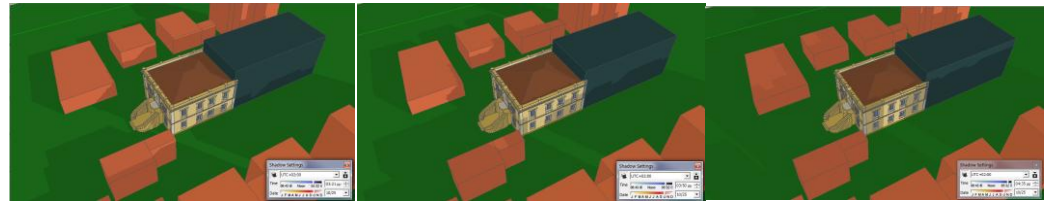


ΙΟΥΝΙΟΣ

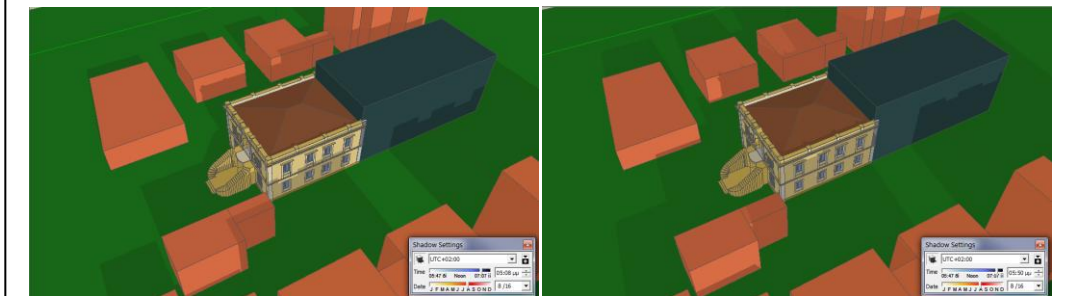
Πίνακας 24: Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια δυτικής όψης (α)



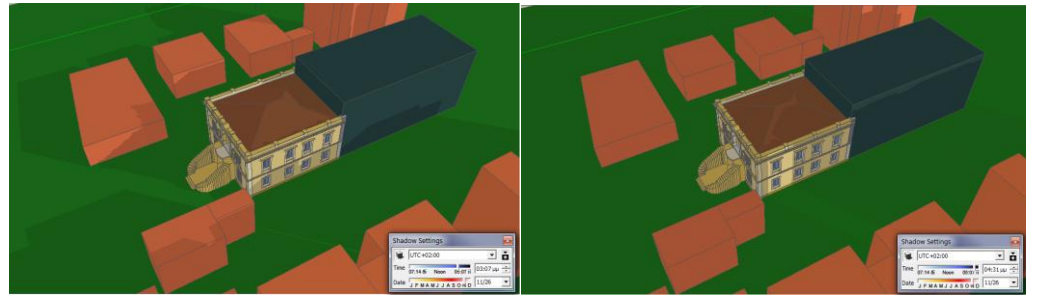
ΙΟΥΛΙΟΣ



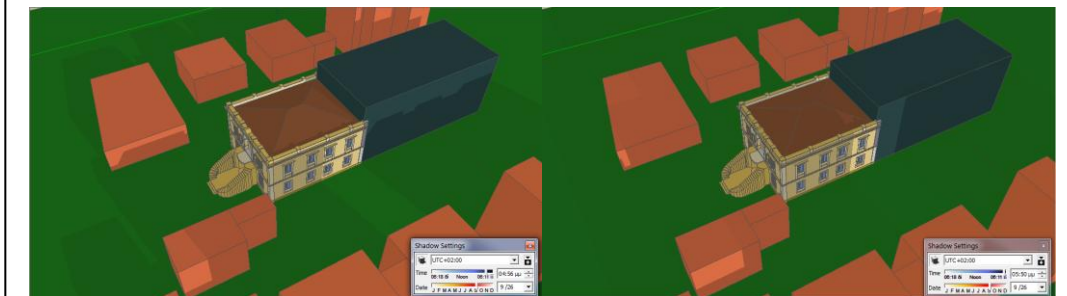
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ



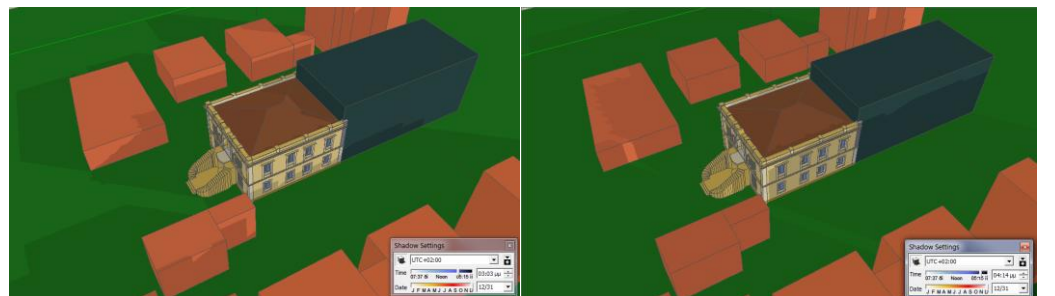
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ



ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ



ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ



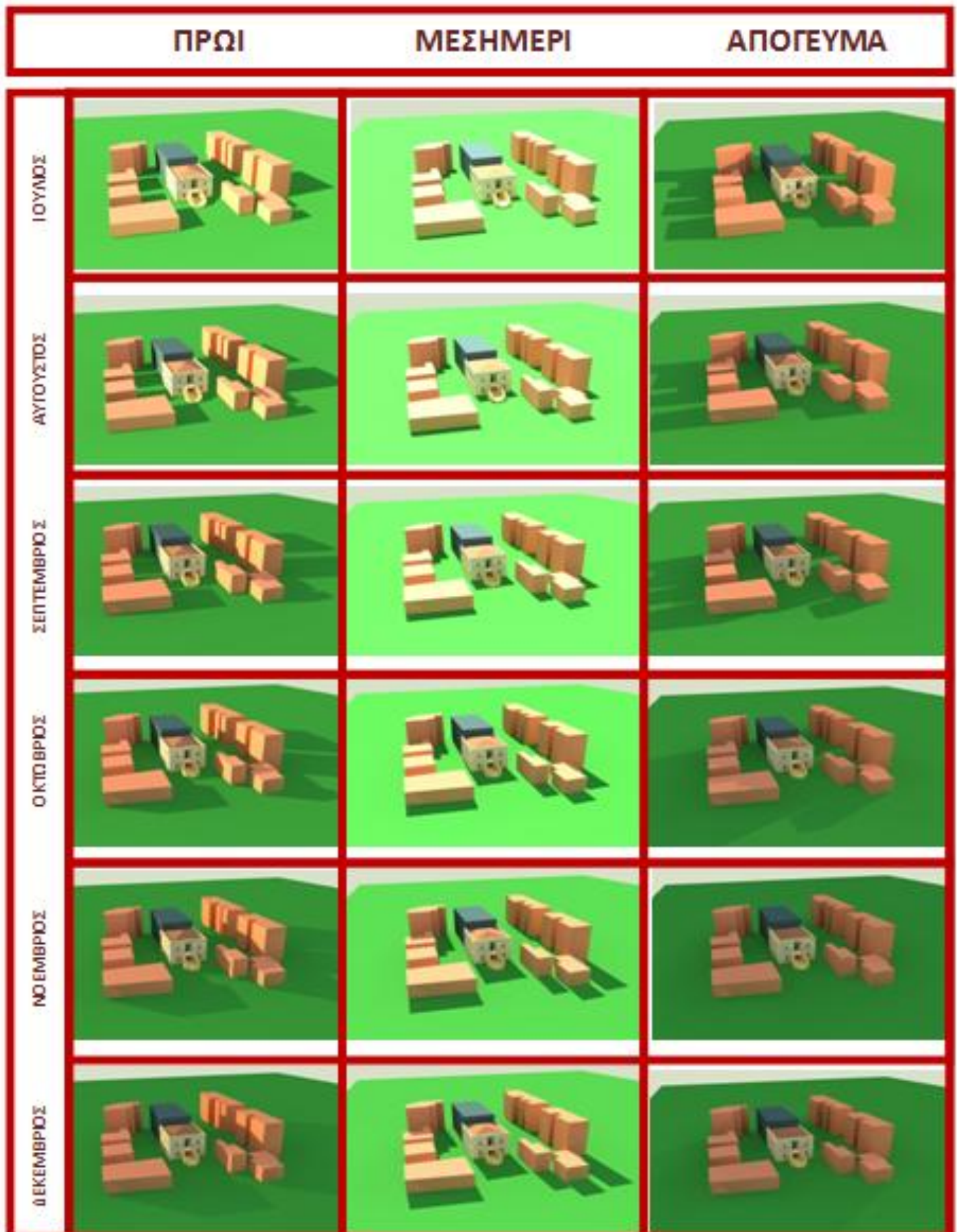
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ

Πίνακας 25: Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια δυτικής όψης (β)

ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ

	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΑΠΟΓΕΥΜΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ			
ΜΑΡΤΟΣ			
ΑΠΡΙΛΙΟΣ			
ΜΑΪΟΣ			
ΙΟΥΝΙΟΣ			

Πίνακας 26: Σκιασμός βόρειας όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)




Πίνακας 27: Σκιασμός βόρειας όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16:30-17:00)

ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ

	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΑΠΟΓΕΥΜΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ			
ΜΑΡΤΙΟΣ			
ΑΠΡΙΛΙΟΣ			
ΜΑΪΟΣ			
ΙΟΥΝΙΟΣ			

Πίνακας 28: Σκιασμός ανατολικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)

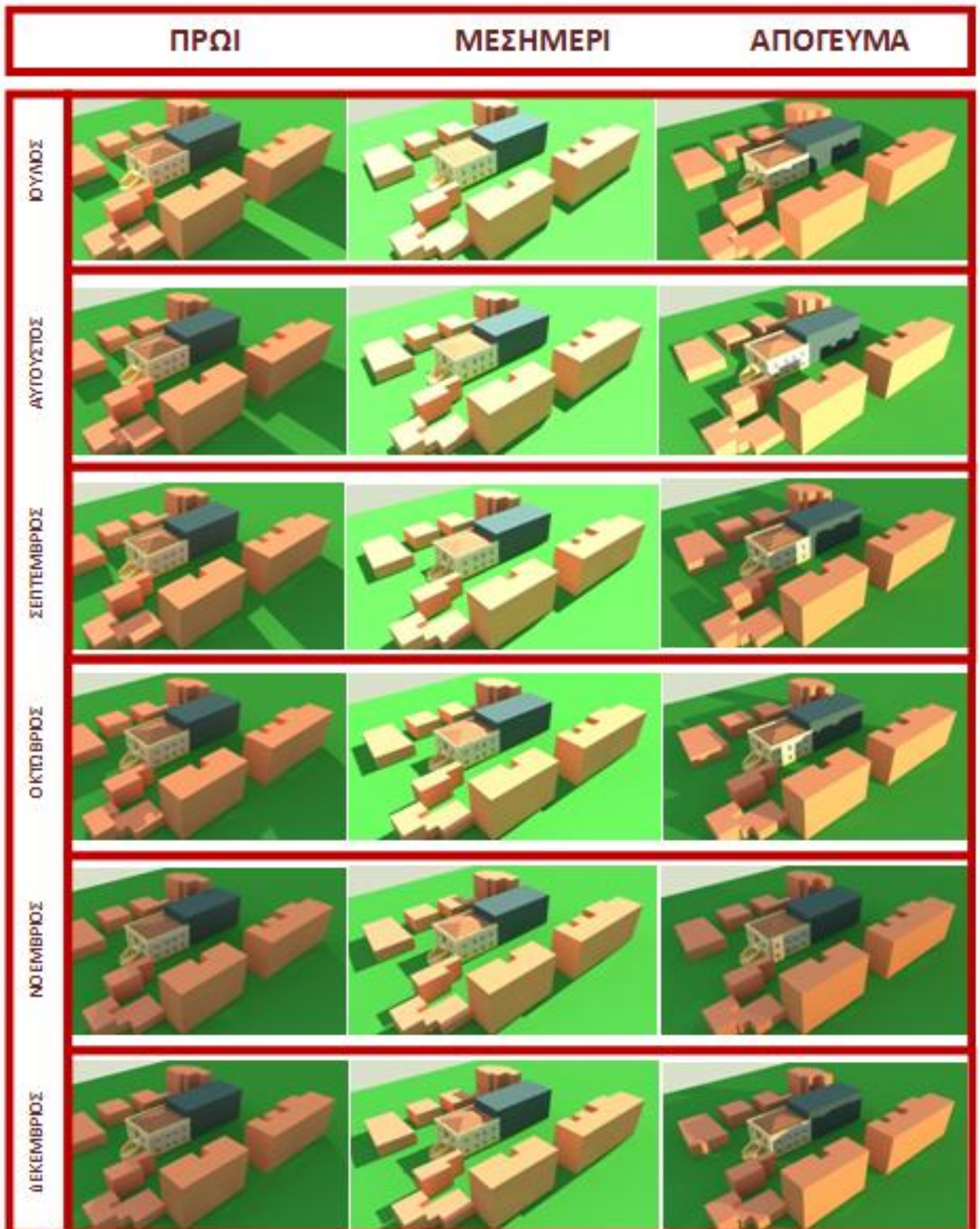
	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΑΠΟΓΕΥΜΑ
ΙΟΥΛΙΟΣ			
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ			
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ			
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ			
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ			
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ			

Πίνακας 29: Σκιασμός ανατολικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16:30-17:00)

ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ

	ΠΡΩΙ	ΜΕΣΗΜΕΡΙ	ΑΠΟΓΕΥΜΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ			
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ			
ΜΑΡΤΙΟΣ			
ΑΠΡΙΛΙΟΣ			
ΜΑΪΟΣ			
ΙΟΥΝΙΟΣ			

Πίνακας 30: Σκιασμός δυτικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16:30-17:00)



Πίνακας 31: Σκιασμός δυτικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16:30-17:00)

2. Ανακλαστικά επιχρίσματα

Στην παρούσα κατάσταση του διατηρητέου δεν έχουν εφαρμοστεί ανακλαστικά επιχρίσματα, είναι βαμμένο με συμβατικά χρώματα. Παρά ταύτα, είναι μια λύση που δεν επηρεάζει την εξωτερική του μορφή, εφόσον θα επιλεγεί η απόχρωση που αντιστοιχούσε (πιθανώς) στην πρωταρχική του, από μια μεγάλη γκάμα χρωματικών αποχρώσεων που υπάρχει στο εμπόριο για τα συγκεκριμένα επιχρίσματα. Κατ' επέκταση, η λύση αυτή είναι εφαρμόσιμη τόσο στο συγκεκριμένο κτίριο όσο και σε όλα τα διατηρητέα εκτός αν υπάρχει άλλου είδους περιορισμός.

3. Φράγμα ακτινοβολίας

Σύμφωνα με όσα αναγράφονται στο Κεφάλαιο 4.1.1 της Ενότητας Α και αυτή η λύση θα μπορούσε να εφαρμοστεί στο συγκεκριμένο διατηρητέο αλλά και σε οποιοδήποτε άλλο, εφόσον δεν επηρεάζει εμφανώς την εξωτερική συνολική όψη ενός νεότερου μνημείου (τοποθέτηση στην εσωτερική μεριά της στέγης ή στο διάκενο μεταξύ στέγης και οροφής). Να σημειωθεί, ότι στο συγκεκριμένο διατηρητέο, με την πρώτη του αποκατάσταση τοποθετήθηκε μια πρόσθετη μόνωση στην οροφή του πρώτου ορόφου αλλά δεν τοποθετήθηκε φράγμα ακτινοβολίας.

4. Ειδικά κρύσταλλα

Αποτελεί μια ακόμα λύση η οποία μπορεί να συμβάλει στη μετατροπή των υφισταμένων κατασκευών και ειδικότερα τα διατηρητέα, σε βιοκλιματικές. Αυτό μπορεί να συμβεί γιατί κρύσταλλα ειδικής επεξεργασίας μπορούν να τοποθετηθούν είτε σε κουφώματα τα οποία θα αποκατασταθούν και θα διατηρηθούν ως έχουν, είτε σε νέα κουφώματα, παρόμοιας μορφής με την πρωταρχική, σε περίπτωση που κρίνεται αναγκαία η αλλαγή των αρχικών. Αποτελεί ενδιαφέρουσα πρόταση και για το μελετώμενο κτίριο (ξενοδοχείο Χαλέπα), αφού έχουν αποκατασταθεί και διατηρηθεί τα πρωταρχικά ξύλινα κουφώματα.

5. Σταθερά και κινητά συστήματα ηλιοπροστασίας

Σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας

Υπάρχει πιθανότητα να υπάρχουν ήδη τέτοια συστήματα εξ' αρχής, σε κάποια από τα διατηρητέα, ανάλογα με την αρχιτεκτονική που έχει να παρουσιάσει η κάθε περιοχή, είτε γιατί έχουν προβλεφθεί για αυτόν τον σκοπό είτε για άλλον. Τις περισσότερες φορές τον ρόλο αυτό παίζει η προέκταση της κεραμοσκεπής. Στην παραδοσιακή αλλά και τη νεοκλασική αρχιτεκτονική, οι όγκοι είναι καθαροί χωρίς πολλές προεξοχές ή πρόσθετα σκίαστρα. Ωστόσο αν η ιστορία του κτιρίου υποδεικνύει την ύπαρξη τέτοιων διατάξεων, τότε στην αποκατάσταση ενός διατηρητέου μπορούν να τοποθετηθούν κατασκευές παρόμοιες με τις αρχικές και με σεβασμό στα αρχικά υλικά κατασκευής του κτιρίου. Για παράδειγμα, σε ένα παραδοσιακό πέτρινο σπίτι με ξύλινα μπαλκόνια και υποστυλώματα στήριξης της στέγης, θα μπορούσαν να μπουν ύστερα από μελέτη, τμήματα από κεραμοσκεπές με ξύλινα υποστυλώματα. Σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσαν να γίνουν μεταγενέστερες οριζόντιες ή κατακόρυφες προεκτάσεις από σκυρόδεμα, τέτοιες που να ενσωματώνονται στην κατασκευή και να αλλοιώνουν την αρχική μορφή του διατηρητέου.

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, υπάρχουν μεν κάποια οριζόντια υποτυπώδη στεγάσματα πάνω από τα πρέκια των παραθύρων αλλά δεν διαδραματίζουν τον ρόλο του συστήματος ηλιοπροστασίας (γίνεται εύκολα κατανοητό από τους πίνακες 18-31), έχουν περισσότερο το

ρόλο της διακόσμησης. Το ίδιο συμβαίνει και με τα οριζόντια περιμετρικά ανάγλυφα στους δύο ορόφους.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ
ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΗ
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ **ΚΑΣΤΟΡΙΑ**
Ελευθερίου οδού - 59422



Εικόνα 245: Δείγματα σταθερών συστημάτων ηλιοπροστασίας στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική

Ωστόσο, λόγω μεγάλης διάρκειας της έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία καθ' όλη τη διάρκεια του έτους θα μπορούσαν να τοποθετηθούν σκίαστρα πάνω από τα πρέκια των παραθύρων στην ανατολική και δυτική όψη, που είναι και εκείνες που «θίγονται» περισσότερο από τον ήλιο.

Προτείνονται λοιπόν οριζόντια υπό κλίση σκίαστρα με αμοβολισμένο γυαλί, ώστε να αποτρέπεται η απευθείας ηλιακή ακτινοβολία αλλά ταυτόχρονα να αξιοποιείται η διάχυτη, με μεταλλικά στηρίγματα σχεδίου, χρώματος και μορφής τέτοιας που να δένουν με τα μεταλλικά κυγκλιδώματα της κεντρικής εξωτερικής σκάλας. Ενδεικτικό παράδειγμα δίνεται στην Εικόνα 247.



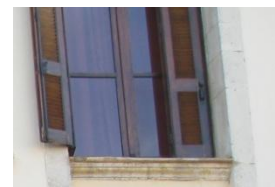
Εικόνα 246: Δείγμα εφαρμογής πρόσθετων σταθερών σκιάστρων σε διατηρητέο κτίριο



Εικόνα 247: Προσομοίωση τοποθέτησης πρόσθετων σταθερών εξωτερικών σκιάστρων στο ξενοδοχείο Χαλέπα

Κινητά συστήματα ηλιοπροστασίας

Ως εξωτερικό κινητό σύστημα ηλιοπροστασίας, στο ξενοδοχείο Χαλέπα, λειτουργούν τα ξύλινα γαλλικού τύπου εξώφυλλα (Εικόνα 248) των παραθύρων που μάλιστα, αποτελούν και αναπόσπαστο χαρακτηριστικό στοιχείο της μορφής τόσο του συγκεκριμένου κτιρίου όσο και των υπολοίπων κτιρίων αυτής της εποχής. Επιπλέον, στην πρακτικότητα της λειτουργίας του ξενοδοχείου, μιας και είναι σε χρήση, ως εσωτερικό κινητό σύστημα ηλιοπροστασίας συμβάλουν οι υφασμάτινες κουρτίνες (Εικόνα 249) που καλύπτουν όλα τα ανοίγματα και στους δύο ορόφους. Είναι πολλές οι τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν τόσο στο συγκεκριμένο κτίριο όσο και στα διατηρητέα γενικότερα, όσον αφορά τα εσωτερικά κινητά συστήματα, μιας και θα βρίσκονται στο εσωτερικό και δεν επηρεάζουν τη μορφολογία των κτισμάτων. Ανάλογα με τις ανάγκες που παρουσιάζει η κάθε κατασκευή,



Εικόνα 248: Ξύλινα γαλλικού τύπου εξώφυλλα στο ξενοδοχείο Χαλέπα

μπορούν να τοποθετηθούν στόρια, ο μελετητής μπορεί να εφαρμόσει αυτά που θα καλύψουν το μεγαλύτερο ποσοστό αναγκών αλλά θα συμβάλει και με την αισθητική που ο ίδιος θέλει να δώσει στο κτίριο.

Από την άλλη, όσον αφορά τα εξωτερικά κινητά ηλιοπροστατευτικά συστήματα, όπως οι κοινές τέντες, τα υφασμάτινα ρολά κ.α. είναι επέμβαση που μπορεί να γίνει (ανάλογα και με την νομοθεσία στην οποία εντάσσονται), αλλά θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή ώστε να μην αλλοιώνει τον χαρακτήρα του κάθε διατηρητέου. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, δεν υπάρχουν κινητά εξωτερικά ηλιοπροστατευτικά συστήματα, εκτός από τα γαλλικού τύπου εξώφυλλα που προαναφέρθηκαν.



Εικόνα 249:
Υφασμάτινες κουρτίνες ως κινητό σύστημα ηλιοπροστασίας στο ξενοδοχείο Χαλέπα



Εικόνα 250: Παραδείγματα τοποθέτησης υφασμάτινης τέντας σε διατηρητέα κτίρια

6. Φυτεμένα δώματα και τοιχοποιίες

Σύμφωνα με όσα αναγράφονται στην παράγραφο 4.4.4 της Ενότητας Α, το φυτεμένο δώμα αποτελεί ολοκληρωμένη κατασκευή η οποία τοποθετείται πάνω σε πλάκα σκυροδέματος. Στο ξενοδοχείο Χαλέπα υπάρχει κεραμοσκεπή με ξύλινο φέροντα οργανισμό. Από τη νομοθεσία απαγορεύεται να αφαιρεθεί ολόκληρη ή τμήμα αυτής, συνεπώς δεν μπορεί να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη τεχνική. Στις περισσότερες των περιπτώσεων, αν όχι σε όλες, η στέγη αποτελεί αναπόσπαστο μέλος του ιστορικού μνημείου, επομένως και δεν μπορεί να εφαρμοστεί η τεχνική του φυτεμένου δώματος. Ωστόσο, αν σε κάποια περίπτωση διατηρητέου κτιρίου υπάρχει η δυνατότητα επέμβασης ή αφαίρεσης τμήματος ή ολόκληρης της στέγης, τότε θα μπορούσε ύστερα από ενδελεχή μελέτη αντοχής των υλικών, που θα επωμισθούν το πρόσθετο βάρος, αλλά και γενικότερα της κατασκευής, να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη τεχνική.

Αντίθετα, ο υδροπονικός ή «πράσινος» τοίχος, είναι μια λύση που μπορεί κάλλιστα να εφαρμοστεί σε διατηρητέα κτίρια, των οποίων όμως δεν αποτελεί προϋπόθεση η εμφανής τοιχοποιία (λιθοδομή ή οπτοπλινθοδομή), σε περίπτωση που η πρόταση αφορά μεγάλη επιφάνεια στις όψεις. Μπορούν να τοποθετηθούν τόσο σε εξωτερικούς όσο και εσωτερικούς χώρους και δεν αποτελούν πολύπλοκη κατασκευή. Στο ξενοδοχείο Χαλέπα, μπορεί να εφαρμοστεί τέτοια κατασκευή και περιγράφεται εκτενέστερα παρακάτω, στο Κεφάλαιο 5.

4.1.2 Φυσικός αερισμός- κατασκευές και διατάξεις στο κέλυφος

1. Πύργος αερισμού και ηλιακή καμινάδα (2)

Έχοντας ήδη αναφερθεί η λειτουργία του κατακόρυφου αερισμού σε προηγούμενα κεφάλαια, οι διατάξεις σε ένα κτίριο, που τον υλοποιούν είναι ο «πύργος αερισμού» και η «ηλιακή καμινάδα». Όσον αφορά την κατακόρυφη κίνηση των αερίων μαζών, που αποτελούν αποτέλεσμα και των δύο διατάξεων, στο ξενοδοχείο Χαλέπα, δεν υφίσταται λόγω μη ύπαρξης κατακόρυφων δομών όπως φωταγωγοί, κλιμακοστάσια κλπ αλλά και ανοιγμάτων σε διαφορετικά ύψη.

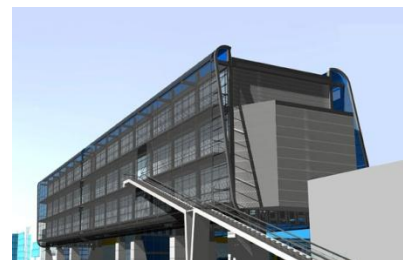
Η προσθήκη κάποιας κατακόρυφης δομής με σκοπό τη δημιουργία πύργου αερισμού ή κατακόρυφου αερισμού ενισχυόμενου από ηλιακή καμινάδα, δεν μπορεί να εφαρμοστεί στην

συγκεκριμένη περίπτωση, διότι αφ' ενός, μια τέτοια κίνηση θα απαιτούσε την καταστροφή τμήματος της τετράριχτης στέγης (χαρακτηριστικό αρχιτεκτονικό δείγμα της εποχής και απαιτούμενο μέρος ενός συνόλου) κι αφ' εταίρου το διατηρητέο είναι σε επαφή με την νεότερη προσθήκη στη νότια πλευρά, η οποία είναι και η κατάλληλη για την τοποθέτηση του απαιτούμενου υαλοστασίου, κάτι που σημαίνει ότι η απόληξη της ενδεχόμενης κατακόρυφης δομής θα έπρεπε να καταλήγει ακόμα ψηλότερα από την προσθήκη (ήδη ψηλότερη από το διατηρητέο), ώστε να λειτουργεί σωστά. Κάτι τέτοιο θα προκαλούσε αισθητή αλλοίωση της αρχικής μορφής του διατηρητέου και δεν επιτρέπεται δια νόμου.

Όσο για την δυνατότητα μεταγενέστερης εφαρμογής τέτοιων διατάξεων, γενικότερα σε διατηρητέα κτίρια, λόγω αισθητής αλλοίωσης της συνολικής μορφολογίας ενός νεώτερου ιστορικού μνημείου, στις περισσότερες των περιπτώσεων, δεν ενδείκνυται ως λύση.

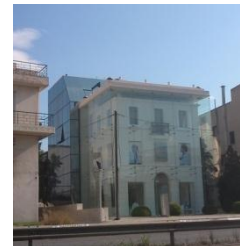
2. Διπλή επιδερμίδα ή διπλό κέλυφος ή αεριζόμενο κέλυφος

Στην υπάρχουσα κατάσταση του ξενοδοχείου, είναι πασιφανές ότι δεν έχει προβλεφθεί τέτοιου είδους κατασκευή, αφού το κέλυφος του κτιρίου αποτελεί και μέρος του φέροντος οργανισμού του, συνεπώς, αποτελείται από συμπαγείς πέτρινους τοίχους, πάχους 70cm κάτι που σε καμία περίπτωση δεν ακολουθεί την κατασκευή ενός αεριζόμενου κελύφους.



Εικόνα 251: Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους α

Σύμφωνα με τις οδηγίες του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, υπό συγκεκριμένες συνθήκες και μετά από ενδελεχή μελέτη αποκατάστασης ενός τέτοιου κτιρίου και προσεχτικό έλεγχο αντοχής των υλικών του, θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε αυτό πρόσθετο εξωτερικό περίβλημα από γυαλί με σκοπό τη δημιουργία αεριζόμενου κελύφους. Με αυτήν την επιλογή επιτυγχάνεται η ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου, ενώ ταυτόχρονα η όψη του θα παραμείνει εμφανής.



Εικόνα 252: Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους β

Στην συγκεκριμένη περίπτωση, θα μπορούσε να προταθεί η τοποθέτηση εξωτερικού γυάλινου περιβλήματος στην ανατολική και τη δυτική όψη έτσι ώστε οι βόρειοι- βορειοδυτικοί άνεμοι που είναι ισχυρότεροι στην περιοχή, να αξιοποιούνται, εισερχόμενοι στα διπλά κελύφη. Αντίστοιχα παραδείγματα, παρόμοιας κατασκευής, φαίνονται στις Εικόνες 251 και 252. Αναλυτικότερες πληροφορίες θα παρατεθούν παρακάτω, στο Κεφάλαιο 5, που αναφέρεται στην τελική ενδεικτική πρόταση.

4.1.3 Φυσική ψύξη-δροσισμός

1. Ημιυπόσκαφες κατασκευές

Η συγκεκριμένη τεχνική χρησιμοποιείται εδώ και αρκετούς αιώνες, όμως απαιτεί πολύ συγκεκριμένες προϋποθέσεις (4.1.3 Ενότητα Α) για την εφαρμογή της. Υπάρχουν διατηρητέοι οικισμοί που υπακούουν στους κανόνες που διέπουν μια ημιυπόσκαφη κατασκευή, εξ' αρχής, από την ίδια τους την κατασκευή, συνήθως σε νησιά, αλλά είναι πασιφανές ότι δεν μπορεί να υλοποιηθεί σε ήδη υπάρχουσα κατασκευή, μεταγενέστερα.

2. Υπεδάφιοι αγωγοί

Εφόσον υπάρχουν δύο τρόποι χρήσης αυτού του συστήματος, είτε ως παθητικό (σε συνδυασμό με ηλιακή καμινάδα ή πύργο αερισμού) είτε ως υβριδικό (και με την υποβοήθηση ανεμιστήρων) είναι προφανές ότι και στις δύο περιπτώσεις απαιτείται η ύπαρξη κατακόρυφης διάταξης (ηλιακή καμινάδα ή πύργος αερισμού). Αυτό συνεπάγεται ότι, αφού στο υπό μελέτη κτίριο, όπως προαναφέρθηκε, δεν υπάρχει τέτοια διάταξη, ΔΕΝ μπορεί να εφαρμοστεί. Ωστόσο, σε άλλα διατηρητέα, μπορεί να εφαρμοστεί υπό την προϋπόθεση να υπάρχει κατακόρυφος αερισμός ώστε να μπορεί να ανακυκλώνεται ο αέρας με τη χρήση υπεδάφίων αγωγών.

3. Δεξαμενές νερού

Σύμφωνα με όσα αναφέρονται στην παράγραφο 4.1.3 της Ενότητας Α, σχετικά με τις δεξαμενές νερού που συμβάλουν στη φυσική ψύξη ενός κτιρίου, πρέπει να τοποθετούνται σε υπό σκιά μέρος είτε στον περιβάλλοντα χώρο είτε στο ίδιο το κτίριο (για να προστατεύονται από την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία), ώστε περνώντας ο εισερχόμενος θερμός αέρας πάνω από την επιφάνεια του νερού, να ψύχεται λόγω εξάτμισης και να εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος.

Στο συγκεκριμένο κτίριο δεν επιτρέπεται η τοποθέτησή τους πάνω στη στέγη λόγω αλλοίωσης της αρχικής μορφής του ιστορικού μνημείου αλλά και για λόγους αντοχής των υλικών στη στέγη, τα οποία θα φέρουν το πρόσθετο βάρος του νερού. Ωστόσο, μπορεί να συμπεριληφθεί στη διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου. Στην περίπτωση γενικά των διατηρητέων, ανάλογα με την νομοθεσία στην οποία υπόκειται το κάθε ένα, υπάρχει περίπτωση να μπορούν να συμπεριληφθούν σε μια ολοκληρωμένη μελέτη εφαρμογής Βιοκλιματικού σχεδιασμού σε κάποιο από αυτά, είτε μεμονωμένα στον περιβάλλοντα χώρο είτε και στο δώμα κάποιου. Αυτό όμως, προϋποθέτει την λεπτομερή μελέτη του κτιρίου και ανάλυση των στοιχείων του αλλά και όλων των παραγόντων που συντελούν σε μια πιθανή αποκατάστασή του (όπως έχει αναφερθεί αρκετές φορές), γιατί κάθε περίπτωση είναι μοναδική.

Αξιοποιώντας λοιπόν τα στοιχεία του συγκεκριμένου κτιρίου:

- Βορεινή πρόσοψη (άρα υπό σκιά)
- βόρειοι- βορειοδυτικοί οι επικρατούντες άνεμοι και

το γεγονός ότι επιτρέπεται από τη νομοθεσία να διαμορφωθεί ο περιβάλλον χώρος, ενδεικτική πρόταση αποτελεί η παρακάτω:

Σε συνδυασμό με το προτεινόμενο αεριζόμενο κέλυφος, κοντά στις εισόδους του θερμού αέρα θα τοποθετηθούν δεξαμενές νερού ως τμήμα της διαμόρφωσης του περιβάλλοντος χώρου της κύριας εισόδου του ξενοδοχείου. Με την διαμόρφωση αυτή, εφόσον η διεύθυνση των επικρατούντων ανέμων είναι βόρεια- βορειοδυτική, ο θερμός αέρας (κατά τη θερινή περίοδο) που προορίζεται να εισέλθει στο κτίριο, περνώντας πάνω από τις δεξαμενές νερού θα ψύχεται και ακολούθως θα εισέρχεται στο αεριζόμενο κέλυφος, από όπου απάγοντας τη θερμότητα από την ηλιακή ακτινοβολία που έχει ήδη συλλεχθεί κατά τη διάρκεια της ημέρας, κινούμενος προς τα πάνω, θα εξέρχεται θερμότερος, από τα άνω ανοίγματα του αεριζόμενου κελύφους. Με τη διαδικασία αυτή, το εσωτερικό του κτιρίου παραμένει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από τις εξωτερικές, οπότε επιτυγχάνεται φυσική ψύξη του.

4.2 Ηλιακά Παθητικά Συστήματα θέρμανσης- ψύξης

4.2.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους

Στο Κεφάλαιο 4.2.2 της Ενότητας Α αναλύθηκαν τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους, τα οποία σχετίζονται άμεσα με τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων, τη θέση των ανοιγμάτων, τον προσανατολισμό του κτιρίου και άλλους παράγοντες που έχουν να κάνουν τόσο με την ίδια την κατασκευή όσο και εξωτερικούς. Ακολουθεί πίνακας στον οποίο απεικονίζεται ο ηλιασμός των εσωτερικών χώρων, του ισογείου και του πρώτου ορόφου, στα τρία σημαντικότερα μέρη της ημέρας (πρωί, μεσημέρι, απόγευμα) καθ' όλη τη διάρκεια του έτους 2012. Βάσει των όσων προαναφέρθηκαν σχετικά με τα συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η θερμική μάζα των υλικών κατασκευής των εσωτερικών χώρων. Στο συγκεκριμένο κτίριο, τα δάπεδα είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, με επικάλυψη από πλάκες μαρμάρου, ενώ οι εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι είναι πέτρινοι επιχρισμένοι τόσο στο ισόγειο όσο και στον όροφο. Όλα τα παραπάνω είναι υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, επομένως προσδίδουν και μεγάλη θερμική μάζα στο κτίριο. Ωστόσο, **από τον πίνακα ηλιασμού των εσωτερικών χώρων (Εικόνες 253,254), είναι φανερό ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό ηλιακής ακτινοβολίας εισέρχεται στο κτίριο κατά τις πρωινές και απογευματινές ώρες, ενώ η αξιοποιούμενη θερμική μάζα είναι εκείνη του δαπέδου και των εξωτερικών επιφανειών, αφού το μέγεθος και η θέση των ανοιγμάτων, σε συνδυασμό με τον προσανατολισμό του κτιρίου δεν συμβάλουν στο να αξιοποιούνται και οι εσωτερικοί διαχωριστικοί τοίχοι ως θερμική μάζα, σε μεγάλο ποσοστό.** Για τον λόγο αυτό, ιδιαίτερα κατά τους χειμερινούς μήνες, που η ανάγκη για θέρμανση είναι μεγάλη, προτείνεται το δάπεδο (από μαρμάρινες πλάκες) να παραμένει ακάλυπτο, ώστε να αξιοποιείται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη επιφάνεια της θερμικής μάζας του.

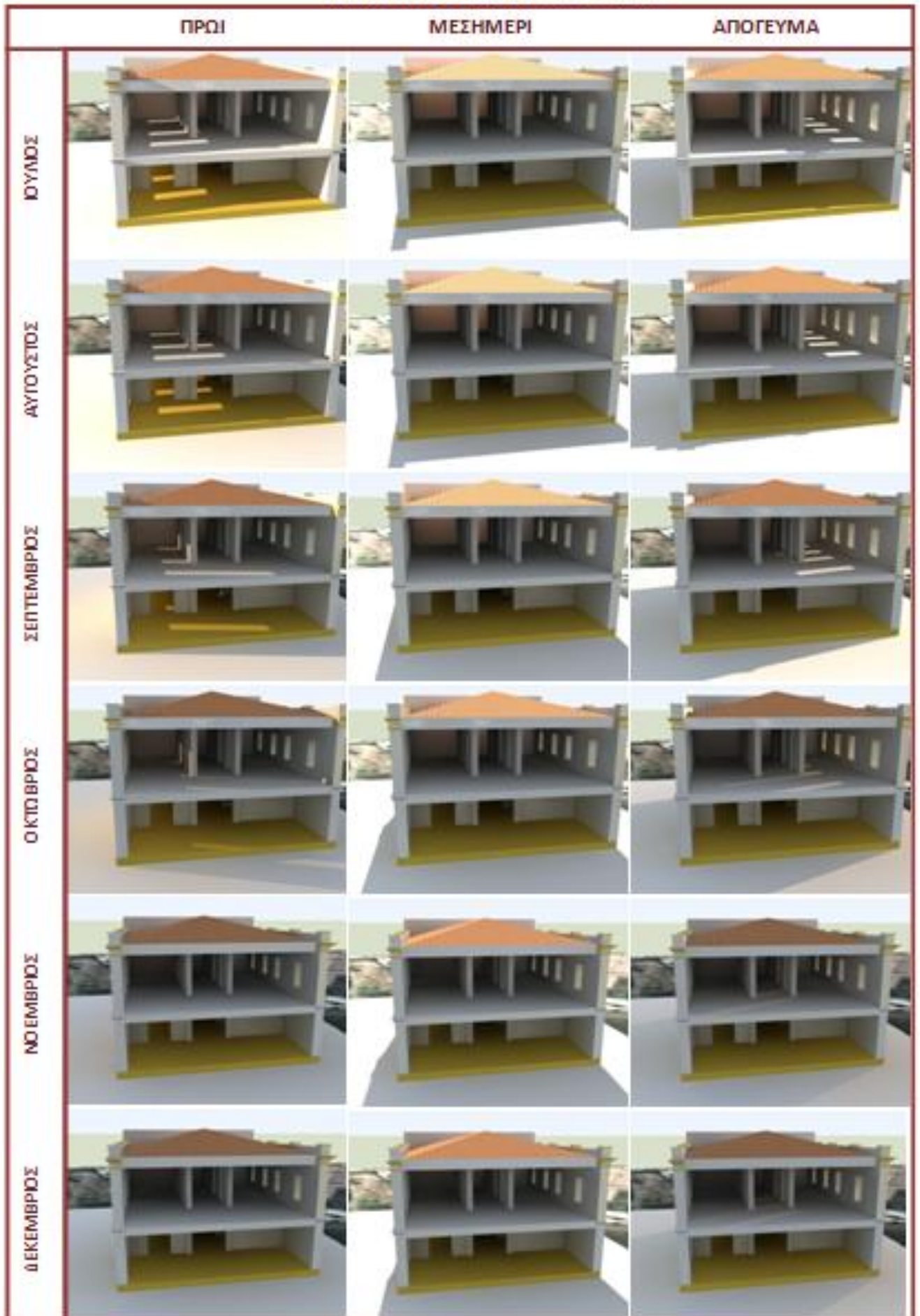
ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ



*τα στιγμιότυπα λήφθηκαν πρωί 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30 και απόγευμα 16:00-16:30

Εικόνα 253: Ηλιασμός εσωτερικών χώρων α

ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ



*τα στιγμιότυπα λήφθηκαν πρωί 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30 και απόγευμα 16:00-16:30

Εικόνα 254: Ηλιασμός εσωτερικών χώρων β

4.2.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους

4.2.2.1 Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης

1. Τοίχοι μη θερμοσιφωνικής ροής

A) Τοίχος μάζας

Σύμφωνα με την παράγραφο 4.2.3.1 της Ενότητας Α οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης είναι κατά κανόνα νότια προσανατολισμένοι. Αυτό σημαίνει ότι στην κατασκευή η οποία μελετάται δεν μπορούν να εφαρμοστούν εξ ορισμού, δεδομένου ότι η νότια όψη του ξενοδοχείου Χαλέπα είναι η μεσοτοιχία με τη νεότερη προσθήκη, συνεπώς δεν δέχεται καθόλου ηλιακή ακτινοβολία ώστε να μπορεί να αξιοποιηθεί για την τοποθέτηση ενός τοίχου θερμικής αποθήκευσης.

Όσον αφορά τα διατηρητέα εν γένει, θα πρέπει να δίνεται μεγάλη σημασία στις κατασκευαστικές προϋποθέσεις και απαιτήσεις που θέτει μια τέτοια επιλογή. Αυτές είναι αν μπορεί να τοποθετηθεί σε εξωτερική τοιχοποιία η οποία αποτελεί ιστορικό και αρχιτεκτονικό τεκμήριο (υλικά, διακοσμητικά στοιχεία συγκεκριμένης αρχιτεκτονικής περιόδου), αν υπάρχουν ανοίγματα, τα οποία αποκλείουν την τοποθέτηση της επιπλέον επιφάνειας από γυαλί, ο προσανατολισμό της τοιχοποιίας που εξετάζεται, κ.α. τα οποία πιθανώς σε κάποιες περιπτώσεις να απαγορεύεται μια τέτοια επέμβαση και σε άλλες περιπτώσεις να είναι δυνατή. Όπως έχει ήδη προαναφερθεί, στην Ελλάδα υπάρχουν εκατοντάδες διατηρητέα κτίρια, διαφορετικής τυπολογίας και διαφορετικής ιστορικής σημασίας. Επομένως, κάθε περίπτωση θα πρέπει να εξετάζεται με προσοχή.

B) Τοίχος νερού

Τόσο στην περίπτωση του ξενοδοχείου Χαλέπα όσο και σε οποιαδήποτε περίπτωση διατηρητέου κτιρίου, μια τέτοια επέμβαση έρχεται σε αντίθεση με την έννοια «διατηρητέο» κτίριο και με όσα αυτή προϋποθέτει. Δεδομένου ότι η σημασία του να κηρύσσεται ένα κτίριο ιστορικό μνημείο είναι να διατηρηθεί η μορφή του όπως κατασκευάστηκε, ως δείγμα της εποχής που πρεσβεύει, η νομοθεσία τα προστατεύει από αλλοιώσεις, αφαιρέσεις ή παραμορφώσεις. Ο τοίχος νερού, ο οποίος πρέπει να είναι εξωτερικός για να συλλέγει όσο μεγαλύτερη ποσότητα ηλιακής ακτινοβολίας είναι δυνατόν, προϋποθέτει την αφαίρεση μέρους ή και ολόκληρης εξωτερικής τοιχοποιίας και την αντικατάστασή της με τεχνολογίες που πιθανώς να προκαλούν οπτική σύγχυση. **Συνεπώς δεν ενδείκνυται ως λύση για την εφαρμογή σε διατηρητέα κτίρια.**

2. Τοίχος Trombe- Michelle

Όπως και όλα οι παραπάνω τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, έτσι και ο συγκεκριμένος, κατά κανόνα πρέπει να είναι νότια προσανατολισμένος, που στο μελετώμενο κτίριο αποτελεί «νεκρή» όψη, αφού είναι σε επαφή με τη νεότερη προσθήκη. Ωστόσο, όσον αφορά την εφαρμογή του σε διατηρητέα γενικότερα, θα πρέπει η εξωτερική επιφάνεια να είναι εξ' ολοκλήρου από γυαλί, ώστε να είναι εμφανής η αρχική μορφή της όψης. Όσον αφορά την εσωτερική επιφάνεια (θερμική μάζα) θα πρέπει να εξετάζονται οι συμμετρίες των ανοιγμάτων και το αν επηρεάζονται με τη διάνοιξη των θυρίδων αερισμού, καθώς και η επιρροή της αρχικής μορφής από τους σκούρους χρωματισμούς. Ωστόσο, δεν μπορεί να αποκλειστεί η συγκεκριμένη λύση, για κάθε περίπτωση,

3. Τοίχος με διάφανη μόνωση

Σχετικά με το ξενοδοχείο Χαλέπα, και αυτή η λύση προϋποθέτει νότιο προσανατολισμό, συνεπώς αποκλείεται των εφαρμόσιμων λύσεων εξ' αρχής, για τον ίδιο λόγο με τους προηγούμενους τοίχους θερμικής αποθήκευσης. Εξετάζοντας την δυνατότητα εφαρμογής σε διατηρητέα κτίρια γενικώς, τα στοιχεία που απαιτούν μεγάλη προσοχή και εξέταση είναι η επιρροή-αλλοίωση της αρχικής μορφής της τοιχοποιίας από τους σκούρους χρωματισμούς καθώς και η αλλοίωση της εμφανούς τοιχοποιίας (αν δεν πρέπει να επικαλυφθεί) από την διάφανη εξωτερική θερμομόνωση και ο προσανατολισμός της επιφάνειας στην οποία θα τοποθετηθεί. Και σε αυτήν την περίπτωση δεν μπορεί να αποκλειστεί, λόγω του μεγάλου αριθμού διαφορετικών περιπτώσεων. Θα πρέπει να γίνεται λεπτομερής μελέτη και έρευνα για κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

4.2.2.2 Στέγη θερμικής αποθήκευσης

Για την περίπτωση του υπό μελέτη κτιρίου είναι προφανές ότι μία τέτοια κατασκευή δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί, λόγω ύπαρξης της κεραμοσκεπής, ο οποία δεν μπορεί να αφαιρεθεί. Ακόμα κι αν μπορούσε να αφαιρεθεί τμήμα της για να κατασκευαστεί η περίπτωση τοποθέτησης κάτω από κεκλιμένη στέγη, σε συνδυασμό με νότιο υαλοστάσιο, δεν ενδείκνυται κλιματολογικά, γιατί αυτή η λύση είναι αποδοτικότερη σε ψυχρά κλίματα, με συχνές χιονοπτώσεις. Τα Χανιά βρίσκονται στην θερμότερη κλιματική ζώνη, επομένως δεν θα απέδιδε.

Όσο για τα υπόλοιπα διατηρητέα, σε κτίρια με δώμα, θα μπορούσε να δημιουργηθεί αυτή η αβαθής διάταξη, ύστερα από ενδεδειγμένη στατική μελέτη, που θα εξετάσει τα φορτία (λόγω πρόσθετου βάρους από το νερό). Επιπλέον, και η λύση με τους σάκους νερού θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε διατηρητέα με δώμα, κυρίως σε νησιωτικές κατασκευές.

4.2.2.3 Ηλιακοί χώροι

1. Θερμοκήπιο

Και αυτή η τεχνική απαιτεί νότιο προσανατολισμό για την σωστή λειτουργία του κάτι που στην μελετώμενη κατασκευή δεν μπορεί να αξιοποιηθεί γιατί η νότια όψη είναι καλυμμένη (όπως έχει ήδη προαναφερθεί). Ωστόσο σε άλλη διατηρητέα κατασκευή, στην οποία η νότια όψη είναι ελεύθερη και κατασκευασμένη από δομικά υλικά με μεγάλη θερμοχωρητικότητα, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει ο κατάλληλος διαθέσιμος χώρος ώστε να γίνει η κατασκευή ενός θερμοκηπίου, μπορεί να εφαρμοστεί η λύση, για την ενεργειακή βελτίωση του κτιρίου. Πολύ σημαντικός παράγοντας όμως είναι να εξετάζεται η νομοθεσία στην οποία εντάσσεται η κάθε κατασκευή αλλά και τους όρους δόμησης της κάθε περίπτωσης, λόγω του ότι το θερμοκήπιο δημιουργεί ωφέλιμο χώρο.

2. Ηλιακά αίθρια

Στο ξενοδοχείο Χαλέπα δεν προϋπήρχε χώρος αιθρίου που να μπορεί να μετατραπεί σε ηλιακό αίθριο, επομένως για την εφαρμογή μιας τέτοιας λύσης απαιτείται μετατροπή στο εσωτερικό και αφαίρεση τμήματος ή ολόκληρης της κεραμοσκεπής. Το δεύτερο δεν επιτρέπεται από την απόφαση κήρυξης, οπότε η συγκεκριμένη λύση εξαιρείται των εφαρμόσιμων στο συγκεκριμένο κτίριο.

Για το ενδεχόμενο να συμπεριληφθεί στην βιοκλιματική μελέτη ενός διατηρητέου γενικότερα, ούτε αυτή η λύση αποκλείεται των εφαρμόσιμων για όλα τα κτίρια, καθώς είναι αρκετά τα παραδείγματα που εξ' αρχής το αίθριο αποτελεί μέρος της κατασκευής, επομένως

μπορεί με την κατάλληλη διαμόρφωση διαφανούς στέγασης να μετατραπεί σε ηλιακό αίθριο. Για να γίνει αυτό όμως, θα πρέπει να εξετάζονται οι όροι δόμησης, η ενδεχόμενη μη επιτρεπόμενη αλλοίωση της γενικής μορφολογίας του κτιρίου, οι κλιματικοί παράγοντες και λοιπά στοιχεία του κάθε διατηρητέου. Ωστόσο, **δεν αποκλείεται οριστικά σαν επιλογή.**

4.2.3 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους

Θερμοσιφωνικό πανέλο

Από μόνο του σαν εξωτερική κατασκευή είναι λύση που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί σε όλα σχεδόν τα κτίρια εκτός αν υπάρχουν περιορισμοί στον προσανατολισμό και στην αισθητική αλλοίωση της μορφολογίας των ιστορικών μνημείων. Ωστόσο, στο ξενοδοχείο Χαλέπα είναι μια από τις περιπτώσεις που δεν μπορεί να εφαρμοστεί λόγω προσανατολισμού. Από την άλλη μεριά, συνδυασμένο με υποδαπέδιες αποθήκες θερμότητας, γίνεται περίπλοκη η κατασκευή, με μεγαλύτερο κόστος και περισσότερους περιορισμούς. Παρ' όλα αυτά πάλι δεν μπορεί να αποκλειστεί οριστικά σαν λύση, και εξαρτάται από το έδαφος, το κλίμα και άλλους παράγοντες που πρέπει να εξετάζονται σε κάθε περίπτωση ξεχωριστά.

4.3 Φυσικός Φωτισμός

1. Πλευρικά ανοίγματα

Στο τμήμα αυτό δεν χρειάζεται να γίνει καμία αναφορά γιατί όλα τα νεότερα ιστορικά μνημεία μετά του 1830 έχουν τουλάχιστον ένα πλευρικό άνοιγμα (παράθυρα) σε διάφορες διαστάσεις, θέσεις και σχήματα. Το ερώτημα είναι τι προσφέρουν τα ήδη υπάρχοντα ανοίγματα στον φυσικό φωτισμό του κάθε κτιρίου. Από τις εικόνες 253 και 254 φαίνεται ότι η διάταξη και το μέγεθος των πλευρικών ανοιγμάτων του ξενοδοχείου Χαλέπα, δεν βοηθάνε πολύ στον φυσικό φωτισμό των εσωτερικών χώρων, αυτό όμως δεν μπορεί να αλλάξει, δεδομένου ότι δεν μπορούν να γίνουν ριζικές επεμβάσεις στις όψεις που θα διαταράξουν τις υπάρχουσες συμμετρίες. Το ίδιο συμβαίνει και στα περισσότερα διατηρητέα κτίρια (ελάχιστες επεμβάσεις επιτρέπονται στις όψεις).

2. Ανοίγματα οροφής

Όπως έχει αναφερθεί και προηγούμενα, η στέγη του ξενοδοχείου Χαλέπα δεν επιτρέπεται να αλλοιωθεί ή να αφαιρεθεί επομένως δεν μπορούν να ανοιχτούν οπές για την τοποθέτηση ανοιγμάτων οροφής. Επιπλέον, υπάρχει διαχωριστική εσωτερική οροφή η οποία θα έπρεπε να αφαιρεθεί σε περίπτωση που μπορούσε να υλοποιηθεί αυτή η λύση. Στα υπόλοιπα διατηρητέα όμως, ανάλογα πάλι με το τι ορίζει η απόφαση κήρυξής τους, είναι πιθανό να μπορούν να δημιουργηθούν τέτοια ανοίγματα ή ακόμα και να υπάρχουν ήδη, εξ' αρχής.

3. Διαφανείς τοίχοι και οροφές

Δύσκολο να εφαρμοστεί σε οποιοδήποτε διατηρητέο, γιατί αλλοιώνει αισθητά τη συνολική μορφολογία της αρχικής αρχιτεκτονικής του κάθε κτιρίου, και των μνημμάτων που θέλει να περάσει. Ωστόσο, με μεγάλη προσοχή μπορεί να συνδυαστεί σε πολύ συγκεκριμένες περιπτώσεις σε προσθήκες που καλούνται να συμπληρώσουν κάποιο διατηρητέο, πάντα όμως με σεβασμό στις αρχικές γραμμές και τη μορφολογία του διατηρητέου.

4. Αίθρια

Πολλά από τα νεώτερα ιστορικά μνημεία διαθέτουν εξ' αρχής μια παραπλήσια διάταξη (εσωτερική αυλή), ιδιαίτερα εκείνα της Ελληνικής οικιστικής αρχιτεκτονικής, που θα μπορούσε να στεγασθεί κατάλληλα και να μετατραπεί σε εσωτερικό αίθριο. Δεν αποτελεί κάτι παράξενο ή καθ' όλα νεωτεριστικό για την Ελληνική αρχιτεκτονική. Ωστόσο, η μεταγενέστερη εφαρμογή αυτής της λύσης απαιτεί τροποποίηση στο εσωτερικό ενός κτιρίου, αλλά και στη στέγασή του. Είναι προφανές λοιπόν ότι και σε αυτήν την περίπτωση απαιτείται μεγάλη προσοχή και λεπτομερής μελέτη του κάθε υποψήφιου κτιρίου. Στο ξενοδοχείο Χαλέπα, λόγω νομοθεσίας δεν επιτρέπεται η επέμβαση στη στέγη.

5. Φωταγωγοί

Δυσκολότερη εφαρμογή αλλά όχι ανέφικτη, αν επιτρέπονται οι επεμβάσεις σε δώμα ή στέγη. Εξαρτάται και πάλι από το βαθμό αυστηρότητας της προστασίας που έχει νομοθετηθεί για κάθε περίπτωση. Στο Ξενοδοχείο Χαλέπα δεν μπορεί να εφαρμοστεί αλλά δεν είναι και τόσο επιτακτική η ανάγκη για μια τέτοια λύση.

6. Φωτοσωλήνες

Ομοίως κατασκευή που απαιτεί επέμβαση στη στέγη ή το δώμα αφού η απόληξη του φωτοσωλήνα πρέπει να τα διαπερνά, ώστε να βγαίνει στο εξωτερικό περιβάλλον και να συλλέγει όσο το δυνατόν περισσότερη ηλιακή ακτινοβολία. Όπως και οι προηγούμενες τεχνικές, έτσι και αυτή εξαρτάται από τον βαθμό αυστηρότητας της απόφασης κήρυξης και φυσικά από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κάθε κτιρίου. Στο υπο μελέτη κτίριο, απαγορεύεται κάθε αλλοίωση στα επι μέρους αρχιτεκτονικά στοιχεία του (στέγη) οπότε και δεν καθίσταται εφικτή η τοποθέτηση φωτοσωλήνων.

4.4 Φύτευση στον περιβάλλοντα χώρο

Η φύτευση στον περιβάλλοντα χώρο οποιουδήποτε κτιρίου αποτελεί μέρος της αρχιτεκτονικής του διαμόρφωσης και επιτρέπεται- αν όχι επιβάλλεται πλέον- σε όλα τα κτίρια.

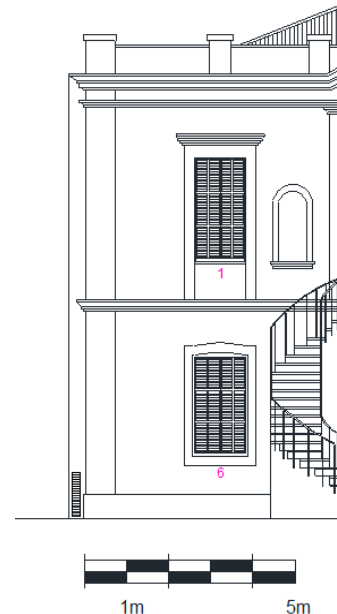
Στην παρούσα κατάσταση του ξενοδοχείου Χαλέπα, η φύτευση του περιβάλλοντος χώρου, δεν στοχεύει στη διαχείριση των ανέμων ή της ηλιακής τροχιάς. Διαδραματίζει περισσότερο διακοσμητικό ρόλο και συμβάλει στον δροσισμό. Σύμφωνα όμως με το Κεφάλαιο 4.4 της Ενότητας Α, οι διάφοροι τύποι δένδρων, θάμνων και λοιπής χλωρίδας μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην ανεμοπροστασία και την ηλιοπροστασία ενός κτιρίου. Στο επόμενο κεφάλαιο θα δοθεί λεπτομερώς πρόταση διαμόρφωσης του υπάρχοντος περιβάλλοντος χώρου με σκοπό την βελτίωσή του ενεργειακά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Πρόταση εφαρμογής- σειρά επεμβάσεων στο Ξενοδοχείο Χαλέπα

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης εφαρμογής των τεχνικών του Βιοκλιματικού σχεδιασμού στο ξενοδοχείο Χαλέπα, είναι σαφές ότι κάποιες από τις τεχνικές ήταν εφαρμόσιμες και κάποιες άλλες όχι. Επιπλέον, στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης πρότασης, είναι επόμενο να πρέπει να επιλεγούν οι βέλτιστες λύσεις από εκείνες που μπορούν να εφαρμοστούν, σύμφωνα με τις ανάγκες που παρουσιάζει το ξενοδοχείο και τον τελικό στόχο. Οι προτεινόμενες επεμβάσεις, αφορούν το κέλυφος, τη στέγη και τον περιβάλλοντα χώρο του ξενοδοχείου. Προτείνονται λοιπόν,

- 1) Η τοποθέτηση φράγματος ακτινοβολίας στον χώρο μεταξύ κεραμοσκεπής και ξύλινης διαχωριστικής οροφής. Θα παρουσιάσει μικρότερη αποτελεσματικότητα έναντι φράγματος το οποίο θα ερχόταν σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, ωστόσο θα αποφέρει αισθητή μείωση της απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας ακόμα και στο εσωτερικό της ψυχρής στέγης, εφόσον δεν επιτρέπεται να αλλοιωθεί η μορφή της κεραμοσκεπής.

- 2) Αεριζόμενο κέλυφος. Με σκοπό την ενεργειακή βελτίωση του ξενοδοχείου, μπορεί να τοποθετηθεί μια επιπλέον επιδερμίδα από γυαλί στην ανατολική και τη δυτική όψη, δημιουργώντας έτσι αεριζόμενο διπλό κέλυφος. Έχει μελετηθεί έτσι, ώστε οι θυρίδες εισόδου του αέρα να βρίσκονται στην πρόσοψη, με σκοπό να αξιοποιούνται πλήρως οι επικρατούντες άνεμοι που έχουν βόρεια- βορειοδυτική διεύθυνση. Ενώ οι θυρίδες εξόδου του αέρα έχουν μελετηθεί να βρίσκονται στην απόληξη της ανατολικής και της δυτικής όψης αντίστοιχα. Λόγω της μικρής απόστασης από τις μάντρες που υπάρχουν δεξιά και αριστερά από το κτίριο και για να μην επηρεαστούν οι όροι δόμησης μειώνοντας την απόσταση Δ που ήδη υπάρχει, η γυάλινη επιδερμίδα θα είναι σε επαφή με τη μεγαλύτερη απόσταση του γύψινου περιμετρικού γείσου από την τοιχοποιία, ακολουθώντας τις ορθές προβολές του στο έδαφος (Εικόνα 255)(το διάκενο πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 0.25m-1.50m, επομένως είναι



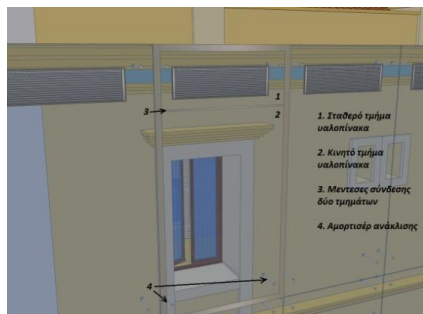
Εικόνα 255: Λεπτομέρεια αεριζόμενου κελύφους στην ανατολική όψη

εφικτά τα όρια, αφού στην συγκεκριμένη κατασκευή το διάκενο είναι 0.40 m). Κατασκευαστικά, τα γυάλινα φύλλα θα στηρίζονται στην τοιχοποιία με μεταλλικούς αποστάτες και στο διάκενο δεν θα τοποθετηθούν περσίδες αφ' ενός για να μπορεί να αξιοποιείται η θερμική μάζα της τοιχοποιίας καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και αφ' εταίρου για να παραμείνουν εμφανείς οι δύο όψεις. Για λόγους φυσικού αερισμού στο εσωτερικό του κτιρίου, σε κάθε παράθυρο θα αντιστοιχεί τμήμα ανακλινόμενου υαλοπίνακα. Αυτό θα λειτουργεί ως εξής: ο υαλοπίνακας θα είναι ίδιου μεγέθους με τους σταθερούς (που δεν αντιστοιχούν σε παράθυρο), αλλά θα αποτελείται από δύο μέρη συνδεδεμένα μεταξύ τους με μεντεσέ. Το κάτω τμήμα του υαλοπίνακα θα στηρίζεται στην τοιχοποιία με αμορτισέρ το οποίο θα του επιτρέπει να είναι ανακλινόμενο (Εικόνα 257, 258). Το γυαλί που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι

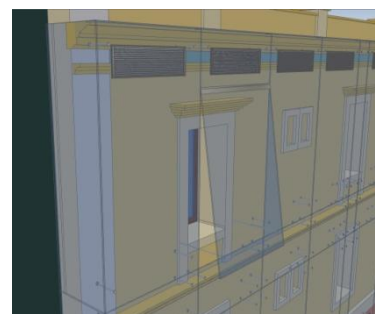
απόλυτα διαφανές, για να μην επικαλύπτει τη μορφή των όψεων, με χημική επεξεργασία για προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία.



Εικόνα 256: Προσομοίωση αεριζόμενου κελύφους στην ανατολική όψη



Εικόνα 257: Μέρη ανακλινόμενου υαλοπίνακα



Εικόνα 258: Ανακλινόμενο τμήμα αεριζόμενου κελύφους (ανοιχτό)

- 3) Η αξιοποίηση και καθοδήγηση των βόρειων- βορειοδυτικών αερίων μαζών με τη χρήση ημίψηλων θάμνων. Προτείνεται η τοποθέτηση ημίψηλων θάμνων σε επαφή με τους δύο κλώνους της κεντρικής εξωτερικής σκάλας, ακολουθώντας τον σχηματισμό της, με σκοπό την καθοδήγηση των αερίων μαζών, των επικρατούντων ανέμων, προς τις θυρίδες εισόδου των αεριζόμενων κελυφών.
- 4) Δεξαμενές νερού-σιντριβάνια. Ακολουθώντας τη λογική αξιοποίησης των επικρατούντων ανέμων στην περιοχή, προτείνεται η κατασκευή δεξαμενών νερού σε μορφή σιντριβανιών οι οποίες θα διαδραματίζουν διπλό ρόλο. Αφ' ενός περνώντας από πάνω τους, οι καθοδηγούμενες από τους θάμνους αέριες μάζες, θα ψύχονται και θα εισέρχονται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες στο αεριζόμενο κέλυφος και αφ' εταίρου ενισχύουν την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου διακοσμητικά. Επιπλέον, οι δεξαμενές νερού επιλέγονται να μπουν στον περιβάλλοντα χώρο της βόρειας όψης (πρόσοψη) λόγω του ότι κατά την θερινή περίοδο, το τμήμα αυτό, δεν βάλλεται από την απευθείας πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας, επομένως και οι δεξαμενές προστατεύονται από κινδύνους υπερθέρμανσης των υδάτινων όγκων.
- 5) Η δημιουργία υδροπονικού/φυτικού τοίχου στην πρόσοψη. Προτείνεται η τοποθέτηση αυτής της κατασκευής, μεταξύ παραθύρων και υποστυλωμάτων, στην πρόσοψη, εκατέρωθεν του κεντρικού άξονα συμμετρίας, σε κατακόρυφη διεύθυνση. Με την επιλογή αυτή, αφ' ενός ακολουθείται πιστά η «κανονικότητα» και η συμμετρία των γραμμών της αρχικής αρχιτεκτονικής μορφολογίας του κτιρίου και αφ' εταίρου προστίθεται ένας ακόμα «πνεύμονας» δροσιάς σε αυτό, ενισχύοντας τον φυτικό διάκοσμο. Επιπλέον, οι καθοδηγούμενες αέριες μάζες (βόρειας- βορειοδυτικής διεύθυνσης) θα εισέρχονται στο αεριζόμενο κέλυφος σε χαμηλότερες θερμοκρασίες περνώντας μπροστά από τα τμήματα των φυτικών τοίχων (λόγω εξατμισοδιαπνοής των φυτών) που θα βρίσκονται στο ισόγειο και πάνω από τις δεξαμενές νερού (λόγω εξάτμισης).



Εικόνα 259: Προσομοίωση υδροπονικών τοίχων στην πρόσοψη

- 6) Υδροπονικοί τοίχοι στις μάντρες. Κατασκευή ίδια με αυτή της πρόσοψης προτείνεται να τοποθετηθεί και κατά μήκος της μάντρας τόσο δεξιά από το κτίριο όσο και αριστερά με σκοπό την αύξηση της χλωρίδας για δροσισμό αλλά και διακόσμηση.

Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου.

Η πρόταση για την διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου είναι το αποτέλεσμα που προέκυψε από τον συνδυασμό:

- Της σημερινής χρήσης του κτιρίου ως ξενοδοχείο
- Των αναγκών που παρουσιάζει το ξενοδοχείο
- Των στόχων που θέτει μια βιοκλιματική μελέτη
- Του σεβασμού στην ιστορικότητα της κατασκευής
- Των περιορισμών που θέτει η νομοθεσία

Έτσι, στη νέα διαμόρφωση, διατηρούνται αρκετά από τα υπάρχοντα στοιχεία που έδιναν χαρακτηριστικό ύφος στο ξενοδοχείο. Τα στοιχεία αυτά είναι, οι δύο βασικοί φοίνικες εκατέρωθεν του κεντρικού διαδρόμου, σήμα κατατεθέν για το κτίριο. Ο κεντρικός διάδρομος που οδηγεί στην είσοδο, ο οποίος αποτελεί και άξονα συμμετρίας. Η δεσπόζουσα, κεντρική, δίκλινη σκάλα στην οποία στηρίχθηκε και ο σχεδιασμός της νέας διαμόρφωσης και τέλος, το κεντρικό πολυγωνικό σιντριβάνι, εξ' ίσου σήμα κατατεθέν.

Η νέα πρόταση ακολουθεί την χαρακτηριστική αξονική συμμετρία με την αναπαραγωγή των δύο κλώνων της κεντρικής σκάλας, σε παράλληλα διαζώματα διαφορετικών υλικών (Εικόνα 260). Έτσι, προκύπτουν τα διαζώματα ως εξής (σε όψη από πάνω): κλώνος σκάλας- ημίψηλοι θάμνοι- γρασίδι- πλακόστρωτο και δεξαμενή νερού/ σιντριβάνι. Η ίδια ακολουθία καθρεπτίζεται και στην απέναντι πλευρά του άξονα συμμετρίας. Με την επιλογή αυτή, τονίζεται ο μνημειώδης χαρακτήρας της σκάλας, η οποία αποτελούσε ένδειξη κύρους, για την αρχιτεκτονική της εποχής που αντιπροσωπεύει το κτίσμα. Ακολουθώντας την περίμετρο της μάντρας, από το σημείο που ορίζουν οι καμπύλες των δεξαμενών νερού, επιλέγεται η τοποθέτηση φύτευσης σε γραμμικά τμήματα, τα οποία ακολουθούν κι αυτά πιστά τη συμμετρικότητα της αρχικής κατασκευής. Τέλος, ενισχύεται ο φυτικός διάκοσμος με την κατασκευή υδροπονικών τοίχων κατά μήκος της μάντρας (με αφητηρία το τέλος των γραμμικών τμημάτων) τόσο δεξιά όσο και αριστερά του κτιρίου, μέχρι πίσω, στον χώρο στάθμευσης.



Εικόνα 260: Νέα πρόταση διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου



Εικόνα 261: Υπάρχουσα διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου



Εικόνα 262: Τελική πρόταση εφαρμογής Βιοκλιματικού σχεδιασμού στο ξενοδοχείο Χαλέπα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Τελικά Συμπεράσματα

Μελετώντας την εφαρμογή του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού σε υφιστάμενη κατασκευή και ιδιαίτερα σε Νεώτερο Ιστορικό Μνημείο, ήρθαν στην επιφάνεια προβληματισμοί αναμενόμενοι ή μη σχετικά με τη σύγκριση μιας νέας κατασκευής με μια που ήδη υπάρχει. Ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός, σαν φιλοσοφία, δεν αποτελεί κάτι νέο για την Ελλάδα αλλά σαν εφαρμογή, παρουσιάζει ακόμα αρκετά κενά. Παρατηρήθηκε, ότι η Ελληνική σχετική βιβλιογραφία είναι ακόμα σε πρώιμο στάδιο συγκρινόμενη με την ξένη, αφού σε αρκετά σημεία φτάνει μέχρι ένα επίπεδο και δεν εμβαθύνει περαιτέρω, προκαλώντας σύγχυση σε κάποια συγκεκριμένα θέματα (π.χ στο αν υφίσταται διαχωρισμός μεταξύ διπλού κελύφους και αεριζόμενου κελύφους.)

Επιβεβαιώθηκε ο ευκολότερος χειρισμός και η εναρμόνισή με μία κατασκευαστική δομή, μιας τέτοιας φιλοσοφίας, όσον αφορά τις νέες κατασκευές στις οποίες ο μελετητής προσαρμόζει τη μορφή στη λειτουργία. Ωστόσο, **αποδείχθηκε ότι δεν αποτελεί απαγορευτική σκέψη για τις υφιστάμενες κατασκευές. Επομένως, μια τέτοια φιλοσοφία, στην σύγχρονη εποχή, ΔΕΝ πρέπει να αποκλείεται ως πρόταση από τα διατηρητέα κτίρια και ΔΕΝ πρέπει να αντιμετωπίζεται σαν εμπόδιο. Θα πρέπει να μελετάται διεξοδικά και κατά περίπτωση και να εφαρμόζεται στο επίπεδο που μπορεί να φτάσει για κάθε κτίριο. Κι αυτό γιατί, αφ' ενός η Ελλάδα διαθέτει μεγάλη αναξιοποίητη ιστορική κληρονομιά κι αφ' εταίρου γιατί πολλά από τα δείγματα της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής ήδη φέρουν (εξ' αρχής από την κατασκευή τους) πολλές από τις τεχνικές του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, γεγονός που αποδεικνύει ότι οι πρόγονοί μας λειτουργούσαν βάσει πολλών από τους νόμους της φύσης (όπως χρήση φυσικών δομικών υλικών, αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας, αξιοποίηση υδροηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποίηση ηλιακής τροχιάς κλπ.) νόμοι, στους οποίους βασίστηκε ο Βιοκλιματικός Σχεδιασμός. Επιπλέον, θα ήταν άφρον, σε μια χώρα της οποίας η γεωγραφική θέση αλλά και ο γεωλογικός πλούτος προάγουν την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, να χρησιμοποιούνται οι συμβατικές πηγές ενέργειας ως βασικές.**

Τέλος, με την μελέτη και άλλων τέτοιων κτιρίων και την σύγκριση των συμπερασμάτων που θα προκύψουν από κάθε μια, θα μπορούσε να συνταχθεί καθοδηγητικό υλικό, δημιουργώντας ομαδοποιημένες κατηγορίες κτιρίων. Ωστόσο, θα πρέπει να τονιστεί ότι σε ότι αφορά την νομοθεσία και την ιστορικότητα κάθε διατηρητέου κτιρίου, κάθε περίπτωση είναι μοναδική και ο μελετητής θα πρέπει να την εξετάζει βάσει των συγκεκριμένων αναγκών και περιορισμών που παρουσιάζει, ακόμα κι αν υπάρχουν κάποια στοιχεία παρόμοια με άλλης περίπτωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΠΑΡΑΠΟΜΠΩΝ

I. Ν3028/2002 « Για την προστασία των Αρχαιοτήτων και εν γένει της Πολιτιστικής Κληρονομιάς»

Άρθρο 10

Ενέργειες σε ακίνητα μνημεία και στο περιβάλλον τους.

- 1. Απαγορεύεται κάθε ενέργεια σε ακίνητο μνημείο, η οποία είναι δυνατόν να επιφέρει με άμεσο ή έμμεσο τρόπο καταστροφή, βλάβη, ρύπανση ή αλλοίωση της μορφής του.*
- 2. Απαγορεύεται η εκμετάλλευση λατομείου, ο πορισμός οικοδομικών υλικών, η διενέργεια μεταλλευτικών ερευνών και η εκμετάλλευση μεταλλείων, καθώς και ο καθορισμός λατομικών περιοχών, χωρίς έγκριση του Υπουργού Πολιτισμού, ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου, η οποία χορηγείται εντός τριών (3) μηνών από την περιέλευση στο Υπουργείο Πολιτισμού της αίτησης και των σχεδιαγραμμάτων που προβλέπονται από τη μεταλλευτική και λατομική νομοθεσία. Εάν τυχόν παρέλθει άπρακτη η ως άνω προβλεπόμενη προθεσμία θεωρείται ότι δεν υφίστανται απαγορευτικοί λόγοι. Η έγκριση δεν χορηγείται εάν, λόγω της απόστασης από ακίνητο μνημείο, της οπτικής επαφής με αυτό, της μορφολογίας του εδάφους και του χαρακτήρα των ενεργειών για τις οποίες ζητείται, κινδυνεύει να προκληθεί άμεση ή έμμεση βλάβη στο μνημείο.*
- 3. Η εγκατάσταση ή λειτουργία βιομηχανικής, βιοτεχνικής ή εμπορικής επιχείρησης, η τοποθέτηση τηλεπικοινωνιακών ή άλλων εγκαταστάσεων, η επιχείρηση οποιουδήποτε τεχνικού ή άλλου έργου ή εργασίας, καθώς και η οικοδομική δραστηριότητα πλησίον αρχαίου επιτρέπεται μόνο μετά από έγκριση του Υπουργού Πολιτισμού, η οποία εκδίδεται ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου. Η έγκριση χορηγείται εάν η απόσταση από ακίνητο μνημείο ή η σχέση με αυτό είναι τέτοια ώστε να μην κινδυνεύει να επέλθει άμεση ή έμμεση βλάβη αυτού λόγω του χαρακτήρα του έργου ή της επιχείρησης ή της εργασίας.*
- 4. Για κάθε εργασία, επέμβαση ή αλλαγή χρήσης σε ακίνητα μνημεία, ακόμη και αν δεν επέρχεται κάποια από τις συνέπειες της παραγράφου 1 σε αυτά, απαιτείται έγκριση που χορηγείται με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου.*
- 5. Σε περίπτωση επείγουσας ανάγκης για την αποτροπή άμεσου και σοβαρού κινδύνου είναι δυνατή η επιχείρηση εργασιών αποκατάστασης βλάβης που δεν αλλοιώνει τα υπάρχοντα κτιριολογικά, αισθητικά και άλλα συναφή στοιχεία του μνημείου χωρίς την έγκριση που προβλέπεται στις παραγράφους 3 και 4, μετά από άμεση ή πλήρη ενημέρωση της Υπηρεσίας, η οποία μπορεί να διακόψει τις εργασίες με σήμα της.*
- 6. Στις περιπτώσεις που απαιτείται έγκριση σύμφωνα με τις προηγούμενες παραγράφους, αυτή προηγείται από τις άδειες άλλων αρχών που αφορούν την επιχείρηση ή την εκτέλεση του έργου ή της εργασίας και τα στοιχεία της αναγράφονται με ποινή ακυρότητας στις άδειες αυτές. Η έγκριση χορηγείται μέσα σε τρεις (3) μήνες από την υποβολή της σχετικής αίτησης.*
- 7. Για την προστασία των ακινήτων μνημείων είναι δυνατόν με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου να επιβάλλονται περιορισμοί στη χρήση και στον τρόπο λειτουργίας τους, καθώς και στους όρους δόμησής τους κατά παρέκκλιση από κάθε ισχύουσα διάταξη.*
- 8. Με προεδρικό διάταγμα, που εκδίδεται ύστερα από πρόταση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Πολιτισμού και γνώμη των*

οικείων γνωμοδοτικών οργάνων, είναι δυνατόν να επιβάλλονται ειδικοί όροι δόμησης και χρήσης με σκοπό την προστασία των μνημείων.

ΤΜΗΜΑ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΝΗΜΕΙΩΝ

Άρθρο 40

Εργασίες σε ακίνητα μνημεία

1. Οι εργασίες σε ακίνητα μνημεία και ιδίως η συντήρηση, η στερέωση, η αποκατάσταση, η αναστήλωση, η κατάχωση, η τοποθέτηση προστατευτικών στεγών, η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου και οι εργασίες που αποβλέπουν σε απόδοση σε χρήση ή σε φιλοξενία χρήσεων αποσκοπούν στη διατήρηση της υλικής υπόστασης και της αυθεντικότητάς τους, την ανάδειξη και εν γένει την προστασία τους. Διενεργούνται σύμφωνα με μελέτη, η οποία εγκρίνεται από την Υπηρεσία ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου. Για την έγκριση της μελέτης απαιτείται να έχει προηγηθεί η τεκμηρίωση του μνημειακού χαρακτήρα του ακινήτου.
2. Επείγουσες εργασίες συντήρησης και στερέωσης διενεργούνται με μέριμνα της Υπηρεσίας χωρίς υπαίτια καθυστέρηση και χωρίς άλλη διατύπωση.
3. Εάν οι αναφερόμενες στο παρόν και στα άρθρα 41 και 42 εργασίες εκτελούνται από την Υπηρεσία, δεν απαιτείται η έκδοση οικοδομικής άδειας.
4. Με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού τίθενται οι ειδικότεροι κανόνες που διέπουν την εκπόνηση των μελετών και την εκτέλεση των εργασιών, οι οποίες εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του παρόντος άρθρου. Αυτό αφορά ιδίως την καταγραφή, αποτύπωση, τεκμηρίωση, τοπογράφηση των μνημείων, την κατάρτιση των σχετικών αρχιτεκτονικών, δομοστατικών και διαγνωστικών μελετών, τις μελέτες συντήρησης, προστασίας, αναστήλωσης, ανάδειξης, διαχείρισης και ολοκληρωμένης χρήσης των μνημείων, την εφαρμογή συστημάτων ποιοτικού ελέγχου στα έργα συντήρησης και αναστήλωσης και κάθε άλλο συναφές ζήτημα.

Άρθρο 41

Προστασία ετοιμόρροπων μνημείων

1. Αν ο φέρων οργανισμός ενός μνημείου μεταγενέστερου του 1453 έχει υποστεί επικίνδυνες βλάβες και είναι έτοιμος να καταρρεύσει, συγκροτείται με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού πενταμελής επιτροπή αποτελούμενη από έναν αρχιτέκτονα, έναν συντηρητή και έναν πολιτικό μηχανικό, υπαλλήλους του Υπουργείου Πολιτισμού, έναν αρχαιολόγο και έναν ιστορικό ή ιστορικό τέχνης ή δύο αρχαιολόγους, υπαλλήλους του Υπουργείου Πολιτισμού, αν το μνημείο χρονολογείται μέχρι το 1830 ή έναν αρχιτέκτονα της αρμόδιας πολεοδομικής αρχής και έναν ιστορικό ή έναν ιστορικό τέχνης αν το μνημείο είναι νεότερο. Η επιτροπή ελέγχει την κατάστασή τους και προτείνει μέτρα υπό την προϋπόθεση ότι διαφυλάσσεται η αυθεντικότητα του μνημείου, στα οποία περιλαμβάνονται και οι αναγκαίες εργασίες για την υποστύλωση, την προσωρινή στερέωση του κτιρίου, την αποξήλωση ετοιμόρροπων τμημάτων, τη συλλογή αρχιτεκτονικών μελών, την απομάκρυνση διακοσμητικών στοιχείων που κινδυνεύουν, καθώς και την ασφάλεια των ενοίκων ή των διερχομένων.
2. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, όταν η επιτροπή κρίνει ότι η διατήρηση του μνημείου είναι, στο σύνολο ή σε τμήμα του αδύνατη, μπορεί να εισηγηθεί βάσει μελέτης τη μερική ή ολική κατεδάφισή του, η οποία αποφασίζεται από τον Υπουργό Πολιτισμού μετά από γνώμη του Συμβουλίου, αφού προηγηθεί λεπτομερής περιγραφή της μορφής και της σύνθεσής του, πλήρης φωτογράφιση, αποτύπωση και τεκμηρίωσή του και έχουν συλλεγεί όλα τα αρχιτεκτονικά μέλη και τα διακοσμητικά στοιχεία.

3. Επείγουσες εργασίες προστασίας ετοιμόρροπων μνημείων γίνονται με μέριμνα της Υπηρεσίας χωρίς υπαίτια καθυστέρηση και χωρίς άλλη διατύπωση.
4. Στην περίπτωση που κρίνεται αναγκαία η κατεδάφιση του μνημείου σύμφωνα με την παράγραφο 2 και ο ιδιοκτήτης το έχει εσκεμμένα καταστήσει ή το έχει αφήσει να καταστεί ετοιμόρροπο, επιτρέπεται να νέα οικοδομή μόνον εφόσον έχει το πολύ τον ίδιο όγκο και ωφέλιμη επιφάνεια με αυτό. Η σχετική οικοδομική άδεια εκδίδεται μετά από γνώμη της επιτροπής της διάταξης της παραγράφου 1.
5. Με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού ρυθμίζονται ειδικότερα θέματα για την εφαρμογή των προηγούμενων παραγράφων.

Άρθρο 42

Μεταφορά ακινήτου μνημείου- απόσπαση τμημάτων.

1. Απαγορεύεται η μεταφορά ακινήτου μνημείου η τμήματός του χωρίς άδεια του Υπουργού Πολιτισμού, που εκδίδεται ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου, εφόσον διασφαλίζονται οι απαραίτητες εγγυήσεις για τη μεταφορά και την επανατοποθέτησή του σε κατάλληλο μέρος. Προκειμένου για μνημεία ιδιαίτερης σημασίας, που χαρακτηρίζονται με απόφαση του Υπουργού μετά από γνώμη του Συμβουλίου, η άδεια μπορεί να χορηγηθεί κατ' εξαίρεση εάν κριθεί ότι η μετακίνησή τους είναι απολύτως αναγκαία για να διασωθούν από κίνδυνο εξαιτίας φυσικών φαινομένων ή λόγω εκτέλεσης μεγάλων τεχνικών έργων τα οποία είναι απαραίτητα για την εθνική άμυνα ή έχουν μείζονα σημασία για την εθνική οικονομία και ικανοποιούν ζωτικές ανάγκες του κοινωνικού συνόλου. Η μετακίνηση μνημείου λόγω τεχνικού έργου εξετάζεται μόνο όταν μετά από σχετικό επιστημονικό έλεγχο αποκλείεται κάθε δυνατότητα διατήρησής του στο περιβάλλον του.
2. Απαγορεύεται η απόσπαση από ακίνητο μνημείο γλυπτικών, ζωγραφικών, ψηφιδωτών διακοσμητικών ή άλλων στοιχείων που είναι αναπόσπαστα τμήματά του. κατ' εξαίρεση μπορεί να επιτραπεί η απόσπαση και η απομάκρυνση τέτοιων στοιχείων μόνο εάν αυτό κριθεί, με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου, ότι είναι απολύτως αναγκαίο για τη διάσωσή τους.
3. Οι παραπάνω εργασίες εκτελούνται σύμφωνα με μελέτη, που εγκρίνεται με την οικεία απόφαση.
4. Αν παρίσταται επείγουσα ανάγκη, οι εργασίες διενεργούνται με μέριμνα της Υπηρεσίας χωρίς υπαίτια καθυστέρηση και χωρίς άλλη διατύπωση.

Άρθρο 43

Εργασίες συντήρησης μνημείων

1. Οι εργασίες συντήρησης σε κινητά μνημεία σε γλυπτικά, ζωγραφικά, διακοσμητικά ή άλλα στοιχεία που είναι αναπόσπαστα τμήματα ακινήτων μνημείων, διενεργούνται από την Υπηρεσία ή από πρόσωπα που είναι εγγεγραμμένα στα μητρώα συντηρητών αρχαιοτήτων και έργων τέχνης, που προβλέπονται από τη διάταξη της παραγράφου 6 του Ν.2557/1997 (ΦΕΚ 271Α') υπο την εποπτεία της Υπηρεσίας, ύστερα από μελέτη που εγκρίνεται από αυτήν ή αν είναι μείζονος σημασίας, με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου. Για την έγκριση της μελέτης απαιτείται να έχει προηγηθεί τεκμηρίωση του μνημειακού χαρακτήρα του κινητού ή του ακινήτου.
2. Αν παρίσταται επείγουσα ανάγκη, οι εργασίες διενεργούνται χωρίς υπαίτια καθυστέρηση και χωρίς άλλη διατύπωση επί τόπου από τον συντηρητή που ορίζει η Υπηρεσία.

3. Με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού, ύστερα από γνώμη του Συμβουλίου, ορίζονται οι ειδικότεροι κανόνες και αρχές που διέπουν τις εργασίες συντήρησης των προηγούμενων παραγράφων.
4. Με απόφαση του Υπουργού Πολιτισμού καθορίζονται οι όροι και οι προϋποθέσεις ίδρυσης και λειτουργίας των εργαστηρίων συντήρησης αρχαιοτήτων και έργων τέχνης.

II. Ν 2831/2000 (ΥΠΕΧΩΔΕ) «Γενικός οικοδομικός κανονισμός και άλλες πολεοδομικές ρυθμίσεις»

Βασικές διατάξεις

Άρθρο 3

Προστασία αρχιτεκτονικής και φυσικής κληρονομιάς

1. Στην παράγραφο 1 προβλέπεται ότι:
Με προεδρικά διατάγματα μπορεί να χαρακτηρίζονται:
 - A) οικισμοί ή τμήματα πόλεων ή οικισμών ή αυτοτελή οικιστικά σύνολα εκτός αυτών, ως παραδοσιακά σύνολα,
 - B) χώροι, τόποι, τοπία ή ζώνες ιδιαίτερου κάλους και φυσικοί σχηματισμοί που συνοδεύουν ή περιβάλλουν ακίνητα και στοιχεία αρχιτεκτονικής κληρονομιάς ως χώροι, τόποι ή ζώνες προστασίας των παραδοσιακών συνόλων, όπως και αυτοτελείς φυσικοί σχηματισμοί ανθρωπογενούς χαρακτήρα, εντός ή εκτός οικισμών, ως περιοχές που έχουν ανάγκη ιδιαίτερη προστασία και να θεσπίζονται ειδικοί όροι και περιορισμοί δόμησης και να καθορίζονται χρήσεις, κατά παρέκκλιση από τις διατάξεις του νόμου αυτού.
2. A) με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων ή του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού μπορεί να χαρακτηρίζονται ως διατηρητέα, μεμονωμένα κτίρια ή τμήματα κτιρίων ή συγκροτημάτων κτιρίων, ως και στοιχεία του περιβάλλοντος χώρου αυτών, όπως αυλές, κήποι, θυρώματα και κρήνες, καθώς και μεμονωμένα στοιχεία πολεοδομικού (αστικού ή αγροτικού) εξοπλισμού ή δικτύων, όπως πλατείες, κρήνες, διαβατικά, λιθοστρώματα, γέφυρες που βρίσκονται εντός ή εκτός οικισμών, για το σκοπό που αναφέρεται στην προηγούμενη παράγραφο και να καθορίζονται ειδικοί όροι προστασίας και περιορισμοί δόμησης και χρήσης, κατά παρέκκλιση από τις διατάξεις του νόμου αυτού και από κάθε άλλη γενική ή ειδική διάταξη. Με όμοια απόφαση μπορεί να χαρακτηρίζεται ως διατηρητέα η χρήση ακινήτου με ή χωρίς κτίσμα εντός ή εκτός οικισμών. Οι ειδικές αποφάσεις χαρακτηρισμού κτιρίων εντός του παραδοσιακού οικισμού ή συνόλου, οι οποίες καθορίζουν όρους και περιορισμούς δόμησης και χρήσης. Αυτές αφορούν το κτίριο και μόνο και όχι το σύνολο του οικισμού.
 - B) Από την κοινοποίηση της αιτιολογικής έκθεσης για τον χαρακτηρισμό κτιρίου ως διατηρητέου, απαγορεύεται κάθε επέμβαση στο εν λόγω κτίριο για χρονικό διάστημα ενός έτους ή μέχρι τη δημοσίευση της σχετικής απόφασης ή τη γνωστοποίηση στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία για τη μη περαιτέρω προώθηση της σχετικής διαδικασίας χαρακτηρισμού. Οικοδομικές εργασίες που εκτελούνται στο προς χαρακτηρισμό κτίριο με οικοδομική άδεια που εκδόθηκε πριν από την κοινοποίηση της αιτιολογικής έκθεσης, διακόπτονται.
3. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, ύστερα από γνωμοδότηση του Α.Π.Α.Σ, μπορεί να καθορίζονται:

- A) κατηγορίες διατηρητέων και κριτήρια αξιολόγησης για την υπαγωγή των προς χαρακτηρισμό κτιρίων στις κατηγορίες αυτές,
- B) ειδικότεροι όροι και περιορισμοί ως προς το καθεστώς των ήδη χαρακτηρισμένων κτιρίων ως διατηρητέων, σε σχέση με την κατάταξη σε κατηγορίες και τις δυνατότητες επέμβασης επί αυτών.
4. A) Αιτήσεις οικοδομικών αδειών για την ανέγερση οικοδομών ή προσθηκών σε υφιστάμενα κτίρια σε όμορα ακίνητα διατηρητέων κτιρίων παραπέμπονται υποχρεωτικά στην πρωτοβάθμια Ε.Π.Α.Ε της αρμόδιας πολεοδομικής υπηρεσίας για έγκριση, με κριτήριο την προστασία και ανάδειξη της αρχιτεκτονικής φυσιογνωμίας του διατηρητέου κτιρίου.
- B) Με τη διαδικασία που καθορίζεται στην παράγραφο 2 περίπτωση Α μπορεί να οριστούν ειδικοί όροι και περιορισμοί δόμησης ή χρήσης κατά παρέκκλιση από κάθε γενική ή ειδική διάταξη και σε ακίνητα που είναι όμορα με τα διατηρητέα κτίρια ή σε ζώνες γύρω από αυτά, για την προστασία και την ανάδειξη των διατηρητέων κτιρίων. Εφόσον με τους παραπάνω όρους και περιορισμούς δεν μπορεί να εξαντληθεί ο ισχύων συντελεστής δόμησης του υπόψη ομόρου ακινήτου ή αυτού που βρίσκεται μέσα στην παραπάνω ζώνη, για το ακίνητο αυτό εφαρμόζονται οι διατάξεις για τη μεταφορά συντελεστή δόμησης, που ισχύουν για τα ακίνητα και διατηρητέα κτίρια.
5. A) Ακίνητα και στοιχεία αρχιτεκτονικής κληρονομιάς ανακατασκευάζονται στην αρχική τους μορφή αν έχουν χαρακτηριστεί διατηρητέα ή έχει κινηθεί για αυτά η διαδικασία χαρακτηρισμού τους ως διατηρητέων με την κοινοποίηση στους ενδιαφερομένους ή στον οικείο Δήμο ή Κοινότητα της αιτιολογικής έκθεσης χαρακτηρισμού και βρίσκονται σε κατάσταση επικινδύνου ετοιμορροπίας και επιβάλλεται η κατεδάφισή τους, εφόσον δεν υφίσταται η δυνατότητα άμεσης αποσόβησης του κινδύνου με ηπιότερα μέτρα, όπως αντιστηρίξεις, υποστηλώσεις, επισκευές, μερικές κατεδαφίσεις. Η ανακατασκευή γίνεται βάσει λεπτομερούς μελέτης αποτύπωσης και φωτογραφικής και κάθε άλλης δυνατής τεκμηρίωσης της υφιστάμενης κατάστασης. Στη μελέτη αποτύπωσης προσδιορίζονται και όλα τα αρχιτεκτονικά μέλη ή τμήματα του κτιρίου που φέρουν γλυπτικό ή επίπλαστο διάκοσμο και τα οποία διασώζονται κατά την κατεδάφιση για να χρησιμοποιηθούν στην ίδια θέση ή ως πρότυπα στην ανακατασκευή του κτιρίου. Η ανακατασκευή εγκρίνεται με απόφαση του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, που εκδίδεται ύστερα από αιτιολογική έκθεση της αρμόδιας Υπηρεσίας του.
- B) Διατηρητέα κτίρια τα οποία έχουν κατεδαφιστεί από γεγονότα που οφείλονται σε ανωτέρα βία, όπως σεισμό, πυρκαγιά, πλημμύρα ή κρίνονται κατεδαφιστέα με πρωτόκολλα επικινδύνως ετοιμόρροπου οικοδομής, ανακατασκευάζονται.
6. Με απόφαση του Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων ή του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργού, που δημοσιεύεται στην εφημερίδα της κυβερνήσεως, μπορεί να αναστέλλεται για χρονικό διάστημα ένα έτος, σε οικισμούς ή τμήματά τους, σε περιοχές εκτός οικισμών ή σε μεμονωμένα ακίνητα εντός ή εκτός οικισμών, η έκδοση οικοδομικών αδειών, κάθε εργασία ανέγερσης νέων κτιρίων, κατεδάφισης, προσθήκης, αλλαγής εξωτερικής εμφάνισης υφισταμένων κτιρίων και διαμόρφωσης των κοινόχρηστων χώρων ή να επιβάλλονται όροι για την εκτέλεση των εργασιών αυτών με σκοπό τη σύνταξη πολεοδομικής μελέτης ή και ειδικού κανονισμού δόμησης για την προστασία της πολιτιστικής κληρονομιάς. Η αναστολή μπορεί να παραταθεί για ένα ακόμα έτος, εφόσον οι σχετικές μελέτες έχουν προοδεύσει σημαντικά και προκύπτει αυτό τεκμηριωμένα.
7. Αίτηση για κατεδάφιση, επισκευή ή προθήκη σε κτίριο που κατά την κρίση της πολεοδομικής υπηρεσίας μπορεί να χαρακτηριστεί ως διατηρητέο, παραπέμπονται στην πρωτοβάθμια Ε.Π.Α.Ε. Η παραπομπή αυτή είναι υποχρεωτική αν το κτίριο βρίσκεται σε παραδοσιακό οικισμό. Αν η επιτροπή κρίνει ότι η επισκευή δεν θίγει το κτίριο ή ότι δεν συντρέχει λόγος να κινηθεί η διαδικασία χαρακτηρισμού του κτιρίου ως διατηρητέου, προωθείται η

διαδικασία λοιπής οικοδομικής άδειας αν συντρέχουν και οι λοιπές νόμιμες προϋποθέσεις. Σε κάθε άλλη περίπτωση, με αιτιολογημένη έκθεση της Ε.Π.Α.Ε. αποστέλλεται στην αρμόδια υπηρεσία του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργείου. Στην περίπτωση αυτή η άδεια χορηγείται όταν γνωστοποιηθεί στην πολεοδομική υπηρεσία ότι το κτίριο δεν κρίνεται διατηρητέο ή έχουν παρέλθει δώδεκα (12) μήνες από την κατάθεση του σχετικού φακέλου κατεδάφισης στην αρμόδια υπηρεσία του κατά περίπτωση αρμόδιου Υπουργείου, χωρίς να εκδοθεί απόφαση χαρακτηρισμού του κτιρίου ως διατηρητέου.

III. ΝΕΟΣ ΧΑΡΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΔΗΜΩΝ

Π:ΤΕΕ,

http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/ARTICLES/033/%D7%C1%D1%D4%C7%D3%20%D3%C5%C9%D3%CC%C9%CA%C7%D3%20%C5%D0%C9%CA%C9%CD%C4%D5%CD%CF%D4%C7%D4%C1%D3.htm

Α/Α ΝΟΜΟΥ	ΝΟΜΟΣ	ΔΗΜΟΙ	ΖΩΝΗ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ ΣΧΕΛΙΑΣΜΟΥ (g)
1	ΑΘΗΝΩΝ	Δ. ΑΓΙΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΘΗΝΑΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΙΓΑΛΕΩ	1	0.16
		Δ. ΑΛΙΜΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΡΓΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΒΡΙΑΛΗΣΣΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΒΥΡΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΓΑΛΑΤΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΓΛΥΦΑΔΑΣ	1	0.16
		Δ. ΔΑΦΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ	1	0.16
		Δ. ΖΩΓΡΑΦΟΥ	1	0.16
		Δ. ΗΛΙΟΥΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΗΦΙΣΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΜΕΛΙΣΣΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΜΟΣΧΑΤΟΥ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΕΡΥΘΡΑΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΙΩΝΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΣΜΥΡΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	1	0.16
Δ. ΝΕΟΥ ΨΥΧΙΚΟΥ	1	0.16		
Δ. ΠΑΛΑΙΟΥ ΦΑΛΗΡΟΥ	1	0.16		
Δ. ΠΑΠΑΓΟΥ	1	0.16		
Δ. ΠΕΡΙΣΤΕΡΙΟΥ	1	0.16		
Δ. ΠΕΥΚΗΣ	1	0.16		

		Δ. ΤΑΥΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΥΜΗΤΤΟΥ	1	0.16
		Δ. ΦΙΛΟΘΕΗΣ	1	0.16
		Δ. ΧΑΪΔΑΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΧΑΛΛΑΝΔΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΧΟΛΑΡΓΟΥ	1	0.16
		Δ. ΨΥΧΙΚΟΥ	1	0.16
		Κ. ΕΚΑΛΗΣ	1	0.16
		Κ. ΝΕΑΣ ΠΕΝΤΕΛΗΣ	1	0.16
		Κ. ΠΕΝΤΕΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ	2	0.24
		Δ. ΙΛΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΑΜΑΤΕΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΛΥΚΟΒΡΥΣΕΩΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΤΑΜΟΡΦΩΣΕΩΣ	2	0.24
		Δ. ΝΕΑΣ ΦΙΛΑΔΕΛΦΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΕΤΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	2	0.24
		Δ. ΑΓΓΕΛΟΚΑΣΤΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΓΡΙΝΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΜΦΙΛΟΧΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΝΑΚΤΟΡΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΝΤΙΡΡΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΠΟΔΟΤΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΑΚΥΝΘΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΣΤΑΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΘΕΡΜΟΥ	2	0.24
		Δ. ΘΕΣΤΙΕΩΝ	2	0.24
		Δ. ΙΕΡΑΣ ΠΟΛΗΣ ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΙΝΑΧΟΥ	2	0.24
		Δ. ΜΑΚΡΥΝΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΔΕΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΝΙΔΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΝΑΥΠΑΚΤΟΥ	2	0.24
		Δ. ΝΕΑΠΟΛΗΣ	2	0.24
		Δ. ΟΙΝΙΑΔΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΑΝΑΙΤΩΛΙΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΑΡΑΒΟΛΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΑΡΑΚΑΜΠΥΛΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΛΑΤΑΝΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΥΛΛΗΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΣΤΡΑΤΟΥ	2	0.24
		Δ. ΦΥΤΕΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΧΑΛΚΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΛΥΖΙΑΣ	3	0.36
		Δ. ΚΕΚΡΟΠΙΑΣ	3	0.36
3	ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ	Δ. ΑΡΤΕΜΙΔΟΣ	1	0.16
		Δ. ΒΑΡΗΣ	1	0.16

		Δ. ΒΟΥΛΑΣ	1	0.16
		Δ. ΒΟΥΛΙΑΓΜΕΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΓΕΡΑΚΑ	1	0.16
		Δ. ΓΛΥΚΩΝ ΝΕΡΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΥΒΙΩΝ ΘΟΡΙΚΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΕΡΑΤΕΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΡΩΠΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΛΑΥΡΕΩΤΙΚΗΣ	1	0.16
		Δ. ΜΑΡΑΘΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΜΕΣΟΓΑΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΜΑΚΡΗΣ	1	0.16
		Δ. ΠΑΙΑΝΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΠΑΛΛΗΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΡΑΦΗΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΣΠΑΤΩΝ ΛΟΥΤΣΑΣ	1	0.16
		Κ. ΑΓΙΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΝΑΒΥΣΣΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΝΘΟΥΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΑΝΟΙΞΕΩΣ	1	0.16
		Κ. ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΥ	1	0.16
		Κ. ΔΙΟΝΥΣΟΥ	1	0.16
		Κ. ΔΡΟΣΙΑΣ	1	0.16
		Κ. ΚΟΥΒΑΡΑ	1	0.16
		Κ. ΠΑΛΛΙΑΣ ΦΩΚΑΙΑΣ	1	0.16
		Κ. ΠΙΚΕΡΜΙΟΥ	1	0.16
		Κ. ΡΟΔΟΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Κ. ΣΑΡΩΝΙΔΟΣ	1	0.16
		Κ. ΣΤΑΜΑΤΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΣΤΕΦΑΝΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΥΛΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΑΧΑΡΝΩΝ	2	0.24
		Κ. ΑΦΙΔΝΩΝ	2	0.24
		Κ. ΒΑΡΝΑΒΑ	2	0.24
		Κ. ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ	2	0.24
		Κ. ΚΑΛΑΜΟΥ	2	0.24
		Κ. ΚΑΠΑΝΔΡΙΤΙΟΥ	2	0.24
		Κ. ΚΡΥΟΝΕΡΙΟΥ	2	0.24
		Κ. ΜΑΛΑΚΑΣΗΣ	2	0.24
		Κ. ΜΑΡΚΟΠΟΥΛΟΥ ΩΡΩΠΟΥ	2	0.24
		Κ. ΝΕΩΝ ΠΑΛΑΤΙΩΝ	2	0.24
		Κ. ΠΟΛΥΔΕΝΔΡΙΟΥ	2	0.24
		Κ. ΣΚΑΛΑΣ ΩΡΩΠΟΥ	2	0.24
		Κ. ΣΥΚΑΜΙΝΟΥ	2	0.24
		Κ. ΩΡΩΠΟΥ	2	0.24
4	ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ	Δ. ΑΡΓΟΥΣ	1	0.16
		Δ. ΕΡΜΙΟΝΗΣ	1	0.16

		Δ. ΚΡΑΝΙΔΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΛΕΡΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΑΥΠΛΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΚΙΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΧΛΑΔΟΚΑΜΠΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΣΙΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΑΣΚΛΗΠΕΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΕΠΙΔΑΥΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΟΥΤΣΟΠΟΔΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΛΥΡΚΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΙΔΕΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΥΚΗΝΑΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΝΕΑΣ ΤΙΡΥΝΘΑΣ	2	0.24
		Κ. ΑΛΕΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΒΑΛΤΕΤΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΒΟΡΕΙΑΣ ΚΥΝΟΥΡΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΓΟΡΤΥΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΔΗΜΗΤΣΑΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΗΡΑΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΟΡΥΘΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΛΕΩΝΙΔΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΣΚΥΡΙΤΙΔΑΣ	1	0.16
		Δ. ΤΕΓΕΑΣ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΚΟΛΩΝΩΝ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΠΟΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΦΑΛΑΝΘΟΥ	1	0.16
		Κ. ΚΟΣΜΑ	1	0.16
		Δ. ΒΥΤΙΝΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΛΕΙΤΟΡΟΣ	2	0.24
		Δ. ΚΟΝΤΟΒΑΖΑΙΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΓΚΑΔΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΛΕΒΙΔΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΜΑΝΤΙΝΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	2	0.24
		Δ. ΤΡΟΠΑΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΦΑΛΛΑΣΙΑΣ	2	0.24
6	ΑΡΤΑΣ		2	0.24
7	ΑΧΑΪΑΣ		2	0.24
8	ΒΟΙΩΤΙΑΣ		2	0.24
9	ΓΡΕΒΕΝΩΝ		1	0.16
10	ΔΡΑΜΑΣ		1	0.16
11	ΔΥΤΙΚΗ ΑΤΤΙΚΗ		2	0.24
		Δ. ΚΑΛΥΜΝΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΛΕΙΨΩΝ	1	0.16
		Δ. ΛΕΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΑΤΜΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΓΑΘΟΝΗΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΡΧΑΓΓΕΛΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΣΤΥΠΑΛΛΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΤΤΑΒΥΡΟΥ	2	0.24

		Δ. ΑΦΑΝΤΟΥ	2	0.24
		Δ. ΔΙΚΑΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΔΩΝ	2	0.24
		Δ. ΙΑΛΥΣΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΜΕΙΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΑΡΠΑΘΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΑΣΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΩ	2	0.24
		Δ. ΛΙΝΔΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΕΓΙΣΤΗΣ	2	0.24
		Δ. ΝΙΣΥΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΝΟΤΙΑΣ ΡΟΔΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΕΤΑΛΟΥΔΩΝ	2	0.24
		Δ. ΡΟΔΟΥ	2	0.24
		Δ. ΣΥΜΗΣ	2	0.24
		Δ. ΘΗΛΟΥ	2	0.24
		Δ. ΧΑΛΚΗΣ	2	0.24
		Κ. ΟΛΥΜΠΙΟΥ	2	0.24
13	ΕΒΡΟΥ	Δ. ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥΠΟΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΒΥΣΣΑΣ	1	0.16
		Δ. ΔΙΔΥΜΟΤΕΙΧΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΜΕΤΑΞΕΑΔΩΝ	1	0.16
		Δ. ΟΡΕΣΤΙΑΔΟΣ	1	0.16
		Δ. ΟΡΦΕΑ	1	0.16
		Δ. ΣΟΥΦΛΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΤΡΑΙΑΝΟΥΠΟΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΓΩΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΤΥΧΕΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΦΕΡΩΝ	1	0.16
		Δ. ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ	2	0.24
14	ΕΥΒΟΙΑΣ	Δ. ΑΜΑΡΥΝΘΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΥΛΩΝΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΔΙΡΦΥΩΝ	1	0.16
		Δ. ΔΥΣΤΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΑΡΥΣΤΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΟΝΙΣΤΡΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΥΜΗΣ	1	0.16
		Δ. ΜΑΡΜΑΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΣΤΥΡΑΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΤΑΜΙΝΑΙΩΝ	1	0.16
		Κ. ΚΑΦΗΡΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΑΙΔΗΨΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΝΘΗΔΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΤΕΜΙΣΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΥΛΙΔΟΣ	2	0.24
		Δ. ΕΛΥΜΝΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΕΡΕΤΡΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΙΣΤΙΑΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΗΡΕΩΣ	2	0.24

		Δ. ΛΗΛΑΝΤΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΕΣΣΑΠΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΝΕΑΣ ΑΡΤΑΚΗΣ	2	0.24
		Δ. ΝΗΛΕΩΣ	2	0.24
		Δ. ΣΚΥΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΧΑΛΚΙΔΕΩΝ	2	0.24
		Δ. ΩΡΕΩΝ	2	0.24
		Κ. ΛΙΧΑΔΟΣ	2	0.24
15	ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ		2	0.24
16	ΖΑΚΥΝΘΟΥ		3	0.36
17	ΗΛΕΙΑΣ	Δ. ΑΛΙΦΕΙΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΝΔΡΙΤΣΑΙΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΑΜΑΛΙΑΔΟΣ	2	0.24
		Δ. ΑΝΔΡΑΒΙΔΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΧΑΙΑΣ ΟΛΥΜΠΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΒΑΡΘΟΛΟΜΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΒΟΥΠΡΑΣΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΒΩΛΑΚΟΣ	2	0.24
		Δ. ΓΑΣΤΟΥΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΖΑΧΑΡΩΣ	2	0.24
		Δ. ΙΑΡΔΑΝΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΑΣΤΡΟΥ - ΚΥΛΛΗΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΜΠΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΣΙΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΛΕΧΑΙΝΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΗΝΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΥΡΓΟΥ	2	0.24
		Δ. ΣΚΙΑΛΟΥΝΤΟΣ	2	0.24
		Δ. ΤΡΑΓΑΝΟΥ	2	0.24
		Δ. ΦΙΓΑΛΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΦΟΛΟΗΣ	2	0.24
		Δ. ΩΛΕΝΗΣ	2	0.24
18	ΗΜΑΘΙΑΣ		1	0.16
19	ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ		2	0.24
20	ΘΕΣΣΠΡΩΤΙΑΣ		2	0.24
21	ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΠΑΥΛΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΜΠΕΛΟΚΗΠΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΞΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ	1	0.16
		Δ. ΕΛΕΥΘΕΡΙΟΥ-ΚΟΡΔΕΛΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΕΠΑΝΟΜΗΣ	1	0.16
		Δ. ΕΥΟΣΜΟΥ	1	0.16
		Δ. ΕΧΕΔΩΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΘΕΡΜΑΙΚΟΥ	1	0.16
		Δ. ΘΕΡΜΗΣ	1	0.16
		Δ. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΑΜΑΡΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΟΥΦΑΛΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΜΕΝΕΜΕΝΗΣ	1	0.16

		Δ. ΜΗΧΑΝΙΩΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΜΙΚΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΠΑΝΟΡΑΜΑΤΟΣ	1	0.16
		Δ. ΠΟΛΙΧΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΠΥΛΑΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΣΤΑΥΡΟΥΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΣΥΚΕΩΝ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΑΝΔΡΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΧΑΛΑΣΤΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΧΑΛΚΗΔΟΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΧΟΡΤΙΑΤΗ	1	0.16
		Δ. ΩΡΑΙΟΚΑΣΤΡΟΥ	1	0.16
		Κ. ΕΥΚΑΡΠΙΑΣ	1	0.16
		Κ. ΠΕΥΚΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΣΣΗΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΒΕΡΤΙΣΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΕΓΝΑΤΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΛΛΙΘΕΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΛΛΙΝΔΟΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΓΚΑΔΑ	2	0.24
		Δ. ΛΑΧΑΝΑ	2	0.24
		Δ. ΜΑΔΥΤΟΥ	2	0.24
		Δ. ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΡΕΝΤΙΝΑΣ	2	0.24
		Δ. ΣΟΧΟΥ	2	0.24
22	ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΝΑΤΟΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΖΑΓΟΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΝΩ ΚΑΛΑΜΑ	1	0.16
		Δ. ΑΝΩ ΠΩΓΩΝΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΔΩΔΩΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΕΓΝΑΤΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΕΚΑΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	1	0.16
		Δ. ΖΙΤΣΑΣ	1	0.16
		Δ. ΙΩΑΝΝΙΤΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΠΑΚΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΑΤΣΑΝΟΧΩΡΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΕΝΤΡΙΚΟΥ ΖΑΓΟΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΟΝΙΤΣΑΣ	1	0.16
		Δ. ΜΑΣΤΟΡΟΧΩΡΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΜΕΤΣΟΒΟΥ	1	0.16
		Δ. ΜΠΙΖΑΝΙΟΥ	1	0.16

		Δ. ΠΑΜΒΩΤΙΔΟΣ	1	0.16
		Δ. ΠΑΣΑΡΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	1	0.16
		Δ. ΤΖΟΥΜΕΡΚΩΝ	1	0.16
		Δ. ΤΥΜΦΗΣ	1	0.16
		Κ. ΑΕΤΟΜΗΛΙΤΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΒΑΘΥΠΕΔΟΥ	1	0.16
		Κ. ΒΟΒΟΥΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΔΙΣΤΡΑΤΟΥ	1	0.16
		Κ. ΜΗΛΕΑΣ	1	0.16
		Κ. ΝΗΣΟΥ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ	1	0.16
		Κ. ΠΑΠΠΚΟΥ	1	0.16
		Κ. ΠΩΓΩΝΙΑΝΗΣ	1	0.16
		Κ. ΣΙΡΑΚΟΥ	1	0.16
		Κ. ΦΟΥΡΚΑΣ	1	0.16
		Δ. ΔΕΛΒΙΝΑΚΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΔΕΡΒΙΖΙΑΝΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΟΛΟΣΣΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΡΑΜΑΝΤΩΝ	2	0.24
		Δ. ΣΕΛΛΩΝ	2	0.24
		Κ. ΚΑΛΑΡΙΤΩΝ	2	0.24
		Κ. ΛΑΒΔΑΝΗΣ	2	0.24
		Κ. ΜΑΤΣΟΥΚΙΟΥ	2	0.24
23	ΚΑΒΑΛΑΣ		1	0.16
24	ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ		2	0.24
25	ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ		1	0.16
26	ΚΕΡΚΥΡΑΣ		2	0.24
27	ΚΕΦΑΛΛΗΝΙΑΣ		3	0.36
		Δ. ΓΟΥΜΕΝΙΣΣΑΣ	1	0.16
		Κ. ΛΙΒΑΔΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΞΙΟΥΠΟΛΗΣ	2	0.24
		Δ. ΓΑΛΛΙΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΔΟΪΡΑΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΕΥΡΩΠΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΙΑΚΙΣ	2	0.24
		Δ. ΚΡΟΥΣΣΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΟΥΡΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΙΚΡΟΛΙΜΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΠΟΛΥΚΑΣΤΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΧΕΡΣΟΥ	2	0.24
29	ΚΟΖΑΝΗΣ		1	0.16
29	ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ		2	0.24
		Δ. ΑΝΔΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΝΩ ΣΥΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΔΡΥΜΑΛΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΕΞΩΜΒΟΥΡΓΟΥ	1	0.16
		Δ. ΕΡΜΟΥΠΟΛΕΩΣ	1	0.16
		Δ. ΚΕΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΟΡΘΙΟΥ	1	0.16
30	ΚΥΚΛΑΔΩΝ			

		Δ. ΚΥΘΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΜΗΛΟΥ	1	0.16
		Δ. ΜΥΚΟΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΝΑΞΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΑΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΟΣΕΙΔΩΝΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΣΕΡΙΦΟΥ	1	0.16
		Δ. ΣΙΦΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΤΗΝΟΥ	1	0.16
		Δ. ΥΔΡΟΥΣΑΣ	1	0.16
		Κ. ΑΝΤΙΠΑΡΟΥ	1	0.16
		Κ. ΔΟΝΟΥΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ	1	0.16
		Κ. ΚΙΜΩΛΟΥ	1	0.16
		Κ. ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΩΝ	1	0.16
		Κ. ΠΑΝΟΡΜΟΥ	1	0.16
		Κ. ΣΙΚΙΝΟΥ	1	0.16
		Κ. ΣΧΟΙΝΟΥΣΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΑΜΟΡΓΟΥ	2	0.24
		Δ. ΘΗΡΑΣ	2	0.24
		Δ. ΙΗΤΩΝ	2	0.24
		Κ. ΑΝΑΦΗΣ	2	0.24
		Κ. ΟΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΣΩΠΟΥ	1	0.16
		Δ. ΒΟΪΩΝ	1	0.16
		Δ. ΓΕΡΟΝΘΡΩΝ	1	0.16
		Δ. ΕΛΟΥΣ	1	0.16
		Δ. ΖΑΡΑΚΑ	1	0.16
		Δ. ΘΕΡΑΠΝΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΡΟΚΕΩΝ	1	0.16
		Δ. ΜΟΛΛΩΝ	1	0.16
		Δ. ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΝΙΑΤΩΝ	1	0.16
		Δ. ΟΙΝΟΥΝΤΟΣ	1	0.16
		Δ. ΠΕΛΛΑΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΣΚΑΛΑΣ	1	0.16
		Κ. ΕΛΑΦΟΝΗΣΟΥ	1	0.16
		Κ. ΚΑΡΥΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΓΥΘΕΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΜΥΣΤΡΑ	2	0.24
		Δ. ΟΙΤΥΛΟΥ	2	0.24
		Δ. ΣΜΥΝΟΥΣ	2	0.24
		Δ. ΣΠΑΡΤΗΣ	2	0.24
		Δ. ΦΑΡΙΔΟΣ	2	0.24
31	ΛΑΚΩΝΙΑΣ	Δ. ΑΜΠΕΛΩΝΑ	1	0.16
		Δ. ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΓΟΝΝΩΝ	1	0.16
32	ΛΑΡΙΣΣΑΣ	Δ. ΑΜΠΕΛΩΝΑ	1	0.16
		Δ. ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΓΟΝΝΩΝ	1	0.16

		Δ. ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ	1	0.16
		Δ. ΛΙΒΑΔΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΝΕΣΣΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΟΛΥΜΠΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	1	0.16
		Κ. ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ	1	0.16
		Κ. ΚΑΡΥΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΜΕΝΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ	2	0.24
		Δ. ΕΝΙΠΠΕΑ	2	0.24
		Δ. ΚΙΛΕΛΕΡ	2	0.24
		Δ. ΚΟΙΛΑΔΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΛΑΡΙΣΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΝΙΚΑΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ	2	0.24
		Δ. ΦΑΡΣΑΛΩΝ	2	0.24
33	ΛΑΣΙΘΙΟΥ		2	0.24
34	ΛΕΣΒΟΥ		2	0.24
35	ΛΕΥΚΑΔΟΣ		3	0.36
36	ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ		2	0.24
		Δ. ΕΙΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΒΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΕΤΟΥ	2	0.24
		Δ. ΑΠΕΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΝΔΑΝΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΝΔΡΟΥΣΗΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΙΟΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΙΣΤΟΜΕΝΟΥΣ	2	0.24
		Δ. ΑΡΦΑΡΩΝ	2	0.24
		Δ. ΑΥΛΩΝΟΣ	2	0.24
		Δ. ΒΟΥΦΡΑΔΩΝ	2	0.24
		Δ. ΓΑΡΓΑΛΙΑΝΩΝ	2	0.24
		Δ. ΔΩΡΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΘΟΥΡΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΙΘΩΜΗΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΟΡΩΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΚΥΠΑΡΙΣΣΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΛΕΥΚΤΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΜΕΘΩΝΗΣ	2	0.24
37	ΜΕΣΣΗΝΙΑΣ			

		Δ. ΜΕΛΙΓΑΛΑ	2	0.24
		Δ. ΜΕΣΣΗΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΝΕΣΤΟΡΟΣ	2	0.24
		Δ. ΟΙΧΑΛΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΑΠΑΦΛΕΣΣΑ	2	0.24
		Δ. ΠΕΤΑΛΙΔΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΥΛΟΥ	2	0.24
		Δ. ΦΙΛΙΑΤΡΩΝ	2	0.24
		Δ. ΧΙΛΙΟΧΩΡΙΩΝ	2	0.24
		Κ. ΤΡΙΚΟΡΦΟΥ	2	0.24
		Κ. ΤΡΙΠΥΛΑΣ	2	0.24
38	ΞΑΝΘΗΣ		1	0.16
39	ΠΕΙΡΑΙΩΣ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΙΩΑΝΝΟΥ ΡΕΝΤΗ	1	0.16
		Δ. ΔΡΑΠΕΤΣΩΝΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΕΡΑΤΣΙΝΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΟΥΡΥΔΑΛΛΟΥ	1	0.16
		Δ. ΝΙΚΑΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΠΕΙΡΑΙΩΣ	1	0.16
		Δ. ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ	1	0.16
		Δ. ΣΠΕΤΣΩΝ	1	0.16
		Δ. ΥΔΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΙΓΙΝΑΣ	2	0.24
		Δ. ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΚΥΘΗΡΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΕΘΑΝΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΟΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΣΑΛΑΜΙΝΑΣ	2	0.24
		Δ. ΤΡΟΙΖΗΝΟΣ	2	0.24
Κ. ΑΓΚΙΣΤΡΙΟΥ	2	0.24		
Κ. ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΩΝ	2	0.24		
40	ΠΕΛΛΑΣ		1	0.16
41	ΠΕΡΙΑΣ		1	0.16
42	ΠΡΕΒΕΖΗΣ		2	0.24
43	ΡΕΘΥΜΝΟΥ		2	0.24
44	ΡΟΔΟΠΗΣ		1	0.16
45	ΣΑΜΟΥ	Δ. ΑΓΙΟΥ ΚΗΡΥΚΟΥ	1	0.16
		Δ. ΕΥΔΗΛΟΥ	1	0.16
		Δ. ΡΑΧΩΝ	1	0.16
		Δ. ΦΟΥΡΝΩΝ ΚΟΡΣΕΩΝ	1	0.16
		Δ. ΒΑΘΕΟΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΡΛΟΒΑΣΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΜΑΡΑΘΟΚΑΜΠΟΥ	2	0.24
		Δ. ΠΥΘΑΓΟΡΕΙΟΥ	2	0.24
46	ΣΕΡΡΩΝ	Δ. ΑΛΙΣΤΡΑΤΗΣ	1	0.16
		Δ. ΑΜΦΙΠΟΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΠΑΠΠΑ	1	0.16
		Δ. ΗΡΑΚΛΕΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΟΡΜΙΣΤΑΣ	1	0.16
		Δ. ΛΕΥΚΩΝΑ	1	0.16
		Δ. ΝΕΑΣ ΖΙΧΝΗΣ	1	0.16

		Δ. ΠΕΤΡΙΤΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΡΩΤΗΣ	1	0.16
		Δ. ΡΟΔΟΛΙΒΟΥΣ	1	0.16
		Δ. ΣΕΡΡΩΝ	1	0.16
		Δ. ΣΙΔΗΡΟΚΑΣΤΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΣΚΟΤΟΥΣΣΗΣ	1	0.16
		Δ. ΣΤΡΥΜΩΝΑ	1	0.16
		Κ. ΑΓΚΙΣΤΡΟΥ	1	0.16
		Κ. ΑΝΩ ΒΡΟΝΤΟΥΣ	1	0.16
		Κ. ΑΧΛΑΔΟΧΩΡΙΟΥ	1	0.16
		Κ. ΟΡΕΙΝΗΣ	1	0.16
		Κ. ΠΡΟΜΑΧΩΝΟΣ	1	0.16
		Δ. ΑΧΙΝΟΥ	2	0.24
		Δ. ΒΙΣΑΛΤΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΚΑΤΩ ΜΗΤΡΟΥΣΙΟΥ	2	0.24
		Δ. ΚΕΡΚΙΝΗΣ	2	0.24
		Δ. ΝΙΓΡΙΤΗΣ	2	0.24
		Δ. ΣΚΟΥΤΑΡΕΩΣ	2	0.24
		Δ. ΣΤΡΥΜΩΝΙΚΟΥ	2	0.24
		Δ. ΤΡΑΓΙΛΟΥ	2	0.24
		Δ. ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ	1	0.16
		Δ. ΓΟΜΦΩΝ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΑΜΠΙΑΚΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΑΛΛΙΔΕΝΔΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΑΣΤΑΝΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΚΛΕΙΝΟΒΟΥ	1	0.16
		Δ. ΚΟΖΙΑΚΑ	1	0.16
		Δ. ΜΑΛΑΚΑΣΙΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΑΛΗΟΚΑΣΤΡΟΥ	1	0.16
		Δ. ΠΑΡΑΛΗΘΑΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΠΙΑΛΕΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΠΥΛΗΣ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΚΚΑΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΤΥΜΦΑΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΦΑΛΩΡΕΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΧΑΣΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΑΙΘΗΚΩΝ	2	0.24
		Δ. ΕΣΤΙΑΙΩΤΙΔΑΣ	2	0.24
		Δ. ΜΕΓΑΛΩΝ ΚΑΛΥΒΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΟΙΧΑΛΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΕΛΙΝΝΑΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΠΥΝΔΑΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΦΑΡΚΑΔΟΝΑΣ	2	0.24
		Κ. ΑΣΠΡΟΠΟΤΑΜΟΥ	2	0.24
		Κ. ΜΥΡΟΦΥΛΛΟΥ	2	0.24
		Κ. ΝΕΡΑΙΔΑΣ	2	0.24
48	ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ		2	0.24
49	ΦΛΩΡΙΝΗΣ		1	0.16
50	ΦΩΚΙΔΑΣ		2	0.24
51	ΧΑΛΚΙΔΙΚΗΣ	Δ. ΚΑΛΛΙΚΡΑΤΕΙΑΣ	1	0.16

		Δ. ΚΑΣΣΑΝΔΡΑΣ	1	0.16
		Δ. ΜΟΥΔΑΝΙΩΝ	1	0.16
		Δ. ΠΑΛΛΗΝΗΣ	1	0.16
		Δ. ΤΡΙΓΛΙΑΣ	1	0.16
		Δ. ΑΓΙΟΝ ΟΡΟΣ	2	0.24
		Δ. ΑΝΘΕΜΟΥΝΤΑ	2	0.24
		Δ. ΑΡΝΑΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΖΕΡΒΟΧΩΡΙΩΝ	2	0.24
		Δ. ΟΡΜΥΛΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΑΝΑΓΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΠΟΛΥΓΥΡΟΥ	2	0.24
		Δ. ΣΙΘΩΝΙΑΣ	2	0.24
		Δ. ΣΤΑΓΥΡΩΝ-ΑΚΑΝΘΟΥ	2	0.24
		Δ. ΤΟΡΩΝΗΣ	2	0.24
52	ΧΑΝΙΩΝ		2	0.24
53	ΧΙΟΥ		2	0.24

IV. Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ ΣΤΗ ΝΗΣΙΩΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ (Η ΑΛΛΙΩΣ ΤΟ ΑΙΓΑΙΟΠΕΛΑΓΙΤΙΚΟΥ ΤΥΠΟΥ ΣΠΙΤΙ)

[Π: courses.arch.ntua.gr/fsr/124042/keimenodialexis.pdf](https://courses.arch.ntua.gr/fsr/124042/keimenodialexis.pdf) (Γ. σελίδα 19)

Η κατοικία στη νησιωτική Ελλάδα (ή αλλιώς το αιγαιοπελαγίτικου τύπου σπίτι) παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία ανάλογα με την περιοχή που βρίσκεται (νησιά του Ιονίου πελάγους, νησιά του βορείου Αιγαίου, του ανατολικού Αιγαίου, Κρήτη, Δωδεκάνησα και Κυκλάδες). Αποτελείται συνήθως από έναν χώρο, που διαιρείται στο βάθος ή στα πλάγια διαμερίσματα και είναι απλή στο σχέδιο, με βάση τον κύβο και πιο συχνά καλύπτεται από επίπεδη στέγαση, το δάμα, στο οποίο υπάρχουν αλληπάλληλα στρώματα υλών που αφθονούν στα νησιά και παρέχουν θερμική μόνωση. Είναι κυρίως μονώροφη, με μικρά ανοίγματα και επάλληλα στρώματα από ασβέστη, που δίνει το χαρακτηριστικό λευκό χρώμα και έχει έτσι τη μορφή « συντεθειμένων λευκών κύβων», όπως αναφέρει ο Κίτσος Μακρής. Όπου οι οικισμοί αναπτύσσονται σε επικλινείς τοποθεσίες με περιορισμένο χώρο, οι κατοικίες αποτελούνται από λίγους μικρούς χώρους, που βρίσκονται συνήθως σε διαφορετικά επίπεδα και έχουν διαφορετικά ύψη μεταξύ τους. Οι λειτουργίες διαφοροποιούνται συχνά μόνο με τις υψομετρικές διαφορές και δεν υπάρχουν διάδρομοι, ενώ βασικό χαρακτηριστικό είναι ο μεγάλος χώρος διημέρευσης και κοινωνικών επαφών, η λεγόμενη σάλα. Συχνά μέσα στη σάλα διαμορφώνονται και οι χώροι ύπνου, αλλιώς βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα. Ο εξοπλισμός της κάθε κατοικίας, στους επιμέρους χώρους της, είναι συνήθως μόνιμος και διαμορφώνεται κατά την κατασκευή της. Και εδώ υπάρχει αυλή, ζωτικός χώρος και απαραίτητος ως προέκταση του εσωτερικού χώρου, στον οποίο, το καλοκαίρι ιδιαίτερα, γίνονται πολλές από τις λειτουργίες του σπιτιού, όπως είναι το μαγείρεμα, το πλύσιμο και η ανάπαυση. Η αυλή μπορεί να περιβάλλεται και από ψηλό τοίχο, για άμυνα από τους πειρατές αλλά και, όπως στα υπόλοιπα μέρη της Ελλάδας, για την προστασία της ιδιωτικής ζωής της οικογένειας.

Όμως εκτός από το γεωγραφικό διαχωρισμό των κατοικιών, τις καταθέτουμε και ανάλογα με το μέγεθός τους και τον πλούτο των υλικών και της διακόσμησής τους, σε αρχοντικές και λαϊκές, αλλά και σε έναν ενδιάμεσο τύπο, το νοικοκυρόσπιτο, που κατασκευάζεται κατά τις δυνατότητες του ιδιοκτήτη και εξυπηρετεί ένα σημαντικό κοινωνικό στρώμα, τους «νοικοκυραίους» εμπόρους, βιοτέχνες και ναυτικούς. Όπως αναφέρει ο Κίτσος Μακρής, ίσως να προσφέρει την πιο ακριβή εικόνα της ελληνικής αρχιτεκτονικής του κάθε τόπου και της κάθε χρονικής περιόδου.

Το λαϊκό σπίτι είναι η έκφραση των αναγκών των αγροτικών και κτηνοτροφικών πληθυσμών και διατηρεί τις παλιές μεθόδους και στη δομή αλλά και στη μορφή, αποτελώντας έτσι το πιο χρήσιμο στοιχείο για την κατανόηση της αρχιτεκτονικής κάθε τόπου. Το αρχοντικό, αντίθετα, ενσωματώνει και στοιχεία μη ελληνικά, καθώς ανήκει στον μεγαλύτερο που έχει στενές σχέσεις και συχνά μένει και σε άλλα μέρη της Ευρώπης, φανερώνοντας την αφομοιωτική ικανότητα του ελληνικού λαού. Το νοικοκυρόσπιτο τέλος, χρησιμοποιεί τα παλιά σχέδια εξελιγμένα, δημιουργεί νέα και δέχεται με τρόπο τα

ξένα, ανταποκρινόμενο έτσι στις αυξημένες απαιτήσεις άνεσης των ιδιοκτητών του, που δεν είναι ξεκομμένοι από το φυσικό και ανθρώπινο τους περιβάλλον.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

1. Απαιτούμενος ελάχιστος αερισμός χώρων σε διάφορες χώρες	σελ. 18
2. Επίτευξη θερμικού ισοζυγίου στο ανθρώπινο σώμα	σελ. 18
3. Ιδανικές συνθήκες θερμικής άνεσης (Χειμώνα- Καλοκαίρι) σύμφωνα με την ASHRAE.....	σελ. 19
4. Παράγοντες που επηρεάζουν έμμεσα το αίσθημα θερμικής άνεσης.....	σελ. 19
5. Θερμική αλληλεπίδραση περιβάλλοντος- ανθρώπινου σώματος.....	σελ. 19
6. Αίσθηση ψύχους σε βαθμούς °C στο άτομο, σχετικά με την ταχύτητα του αέρα και τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (Π: BOUTET TERRY ⁸).....	σελ. 21
7. Συνδυασμοί χρωμάτων και αίσθηση.....	σελ. 27
8. Ποσοστά καταναλισκόμενης ενέργειας ανά τομέα.....	σελ. 42
9. Ποσοστά καταναλισκόμενης ενέργειας ανά δραστηριότητα.....	σελ. 42
10. Συνιστώμενες θερμοκρασίες κατά τους χειμερινούς μήνες (T.O.T.E.E 2425/86).....	σελ. 44
11. Ανεμοσυλλέκτης- Περσία.....	σελ. 45
12. Συνιστώμενες θερμοκρασίες κατά τους θερινούς μήνες (TOTEE 2425/86).....	σελ. 46
13. Συνήθειες εφαρμογές κλιματισμού	σελ. 47
14. Λαμπτήρες πυρακτώσεως	σελ. 49
15. Λαμπτήρες φθορισμού	σελ. 49
16. Λαμπτήρες εκκένωσης	σελ. 49
17. Αντίσταση ρύθμισης ρεύματος (ballast)	σελ. 50
18. Τομή κατά μήκος του άξονα ηλεκτρικού θερμοσίφωνα	σελ. 51
19. Διάταξη δικτύου θερμού νερού (το νερό θερμαίνεται από το λέβητα κεντρικής θέρμανσης).....	σελ. 51
20. Γενική διάταξη λέβητα, μπόιλερ και δικτύου θερμού νερού.....	σελ. 52
21. "Ecolabel"	σελ. 53
22. Energy star	σελ. 53
23. TCO99	σελ. 54
24. Blauer Engel	σελ. 54
25. EU Flower	σελ. 54
26. Ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα 2008	σελ. 55
27. Ορυχεία λιγνίτη	σελ. 57
28. Γεωγραφική κατανομή Φυσικού Αερίου	σελ. 59
29. Αγωγοί Φυσικού Αερίου στην Ευρώπη (πηγή: EIA 2008)	σελ. 60
30. Ανεμογεννήτρια	σελ. 62
31. Βασικά κυκλώματα γεωθερμικής ενέργειας	σελ. 64
32. Υδροηλεκτρική Μονάδα	σελ. 64
33. Ενέργεια από τα κύματα	σελ. 66
34. Ενέργεια από τις παλίρροιες	σελ. 66
35. Θερμοκρασιακές διαφορές του θαλασσινού νερού	σελ. 66

36. Λειτουργία ανεμοσυλλέκτη	σελ. 77
37. Διαδικασία παραγωγής βιοαερίου	σελ. 83
38. Βιοκαύσιμα	σελ. 83
39. Διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμων	σελ. 84
40. Νομοί ελληνικής επικράτειας ανά κλιματική ζώνη	σελ. 86
41. Σχηματική απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας	σελ. 87
42. Οι κλιματικές περιοχές της Ελλάδας	σελ. 87
43. Ηλιακές τροχιές	σελ. 90
44. Υπολογισμός της θέσης του ήλιου	σελ. 90
45. Κλιμακωτή οργάνωση κτιρίου	σελ. 91
46. Το εμβαδόν του απαιτούμενου ανοίγματος ανά μονάδα επιφάνειας χώρου σε m ²	σελ. 92
47. Μοντέλο ροής ανέμου που προσπίπτει κάθετα σε μεμονωμένη ορθογώνια επίπεδη επιφάνεια.....	σελ. 95
48. Μοντέλο ροής ανέμου σε στέγη.....	σελ. 96
49. Μοντέλο ροής υπό γωνία	σελ. 96
50. Πιέσεις που δημιουργούνται στο κτίριο με πρόσπτωση υπό γωνία	σελ. 97
51. Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίριο με πρόβολο	σελ. 97
52. Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίριο με πιλοτή	σελ. 98
53. Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίρια με σύνθετους όγκους	σελ. 98
54. Μοντέλο ροής ανέμου σε κτίρια πολύ κοντά μεταξύ τους	σελ. 99
55. Μοντέλο ροής σε κτίρια με ψηλό μέτωπο στον άνεμο	σελ. 100
56. Προτεινόμενες διαστάσεις ανεμοφράκτη	σελ. 100
57. Ροή ανέμου σε ανεμοφράκτες	σελ. 101
58. Ροή ανέμου σε φυτά (α)	σελ. 101
59. Ροή ανέμου σε φυτά (β)	σελ. 101
60. Σημεία εμφάνισης αεροπερατότητας σε κτίριο	σελ. 106
61. Η αεροπερατότητα σε σχέση με το έτος κατασκευής	σελ. 107
62. Διάφορες επιδράσεις πάνω σε εξωτερικό πλευρικό τοίχωμα	σελ. 109
63. Κατασκευαστική λεπτομέρεια εσωτερικής θερμομόνωσης	σελ. 111
64. Τεχνικά χαρακτηριστικά FOIL FOAM	σελ. 112
65. Εσωτερική θερμομόνωση	σελ. 113
66. Εσωτερική θερμομονωτική επένδυση Knauf AluTherm/Ecose.....	σελ. 113
67. Κατασκευαστική λεπτομέρεια εξωτερικής θερμομόνωσης	σελ. 114
68. Απαιτούμενα πάχη θερμομονωτικού υλικού ανά δομικό στοιχείο και ανά έτος κατασκευής.....	σελ. 115
69. Ο χρόνος απόσβεσης μιας υφιστάμενης κατασκευής με την εφαρμογή συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης με EPS 80	σελ. 116
70. Θερμομόνωση στον πυρήνα τοιχοποιίας (α)	σελ. 117
71. Θερμομόνωση στον πυρήνα τοιχοποιίας (β)	σελ. 117
72. Τεχνικά χαρακτηριστικά POLY FOIL BUBBLE	σελ. 118
73. Θερμομονωτικοί οπτόπλινθοι	σελ. 118
74. Σχηματική απεικόνιση κατοικίας	σελ. 121
75. Καμαροσκέπαστη κατασκευή απο οπλισμένο σκυρόδεμα	σελ. 122

76. Κεκλιμένη στέγη από οπλισμένο σκυρόδεμα	σελ. 122
77. Ξύλινη στέγη	σελ. 122
78. Γυάλινη στέγη	σελ. 122
79. Κατασκευαστικές λεπτομέρειες θερμομόνωσης θερμού δώματος	σελ. 123
80. Κατασκευαστική λεπτομέρεια θερμομόνωσης ψυχρού δώματος	σελ. 124
81. Κατασκευή στέγης	σελ. 125
82. Αεριζόμενη και μη αεριζόμενη στέγη	σελ. 125
83. Δάπεδο επι εδάφους	σελ. 126
84. Θερμομόνωση πιλοτής (α)	σελ. 126
85. Θερμομόνωση πιλοτής (β)	σελ. 127
86. Τομή υαλοπίνακα με επίστρωση Low-e	σελ. 129
87. Σχηματική απεικόνιση εισχώρησης της ηλιακής ακτινοβολίας σε υαλοπίνακες με επίστρωση Low-e	σελ. 129
88. Ηλιακή ενέργεια και υάλωση	σελ. 130
89. Ρολά ασφαλείας	σελ. 130
90. Εσωτερικές πιέσεις σε κτίριο με ανοίγματα μόνο στη μια πλευρά	σελ. 138
91. Επίδραση στροβιλισμού ανέμου παράλληλου στα ανοίγματα	σελ. 139
92. Κατασκευαστική λεπτομέρεια αεριζόμενου κελύφους	σελ. 140
93. Πεδία εξωτερικών πιέσεων στο κέλυφος κτιρίου	σελ. 141
94. Επιρροή συμμετρικών ή ασύμμετρων ανοιγμάτων στην προσήνεμη πλευρά	σελ. 142
95. Σχέση ανέμου- διάταξης ομάδας κτιρίων	σελ. 144
96. Μοντέλα ανάμιξης εισερχόμενων και εσωτερικών αερίων μαζών	σελ. 145
97. Τα στάδια ανάμιξης εισερχόμενων και εσωτερικών αερίων μαζών	σελ. 146
98. Περιπτώσεις αερισμού ενός χώρου	σελ. 146
99. Σχέση γωνίας πρόσπτωσης και ταχύτητας ανέμου σε χώρο με ένα ανοίγματα	σελ. 147
100. Σχέση γωνίας πρόσπτωσης και ταχύτητας ανέμου σε χώρο με δύο ανοίγματα.....	σελ. 147
101. Η κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό χώρου με δύο ανοίγματα σε διαφορετικές πλευρές	σελ. 147
102. “Η διεύθυνση εισόδου του αερίου ρεύματος είναι συνάρτηση της σχετικής θέσης του ανοίγματος στην συγκεκριμένη επιφάνεια”	σελ. 148
103. Κυκλοφορία του αέρα στο εσωτερικό ως συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, του αριθμού και της θέσης των ανοιγμάτων	σελ. 148
104. Σχετική θέση ανοιγμάτων σε απήνεμη πλευρά	σελ. 149
105. Κυκλοφορία αέρα στο εσωτερικό σε σχέση με τον τύπο κουφώματος	σελ. 149
106. Διαφορετικοί τύποι κατόψεων ίσης επιφάνειας	σελ. 150
107. Ζώνες στροβιλισμού	σελ. 151
108. Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αερίων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (ευθεία πρόσπτωση ανέμου), τα ανοίγματα βρίσκονται σε απέναντι πλευρές.	σελ. 155
109. Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αερίων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (πρόσπτωση ανέμου υπο γωνία), τα ανοίγματα βρίσκονται σε απέναντι πλευρές	σελ. 155

110. Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (ευθεία πρόσπτωση ανέμου), τα ανοίγματα βρίσκονται σε γειτονικές πλευρέςσελ. 156
111. Ο συσχετισμός της ταχύτητας των αέριων ρευμάτων με τις διαστάσεις και τη θέση των ανοιγμάτων όσον αφορά τον διαμπερή αερισμό (πρόσπτωση ανέμου υπο γωνία), τα ανοίγματα βρίσκονται σε γειτονικές πλευρέςσελ 156
112. Ηλιακοί χάρτες για Βόρεια γεωγραφικά πλάτη 36° και 40° αντίστοιχασελ 161
113. Μετρητής σκιασμού για τον προσδιορισμό της σκίασης από τον περιβάλλοντα χώρο-κτίρια, δένδρα κλπ.σελ. 162
114. Ταύτιση ηλιακού χάρτη με τον μετρητή σκιασμού για γωνία 45° δυτικότερα του νότου.....σελ. 163
115. Η χρήση του ηλιακού χάρτη για τον προσδιορισμό του σκιασμού από το περιβάλλον, κτίρια , δένδρα κλπ.....σελ. 163
116. Ηλιακή καμινάδασελ. 164
117. Σήμανση CEσελ. 166
118. Πεδίο πιέσεων και διαφορών πίεσης απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με μεγάλα ανοίγματα στη βάσησελ. 168
119. Πεδίο διαμόρφωσης πιέσεων απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με ισοκατανεμημένα ανοίγματα στο κέλυφοςσελ. 168
120. Πεδίο πιέσεων απο θερμοσιφωνισμό σε κτίριο με μεγάλα ανοίγματα στην οροφή.....σελ. 168
121. Ροή αέρα λόγω θερμοσιφωνισμού σε πολυώροφο κτίριο με αεροστεγή (α) ή αεροπερατά (β) μεταξύ ορόφων χωρίσματασελ. 169
122. Φράγμα ακτινοβολίαςσελ. 171
123. Οι θερμοκές συναλλαγές μέσω της στέγηςσελ. 172
124. Κατασκευαστική λεπτομέρεια σημείων τοποθέτησης του φράγματος ακτινοβολίας.....σελ. 172
125. Κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής και ηλιακή ακτινοβολίασελ. 173
126. Εξοικονόμηση ενέργειας/πετρελαίου σε τυπικό διαμέρισμα απο τη χρήση διπλών και βελτιωμένων υαλοπινάκων σε 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδαςσελ. 174
127. Τιμές παράγοντα ηλιακού κέρδουςσελ. 174
128. Σταθερά συστήματα ηλιοπροστασίας ενσωματωμένα στην οργανική αρχιτεκτονική.....σελ. 176
129. Σταθερά ηλιοπροστατευτικά συστήματα. Από αριστερά προς τα δεξιά και απο πάνω προς τα κάτω, προέκταση της πλάκας σκυροδέματος, κατακόρυφα μεταλλιά πετάσματα σε αποστάσεις μεταξύ τους, συνδυασμός κατακόρυφων και οριζόντιων προεξοχών απο σκυρόδεμα, περσιδωτή κατασκευή, οριζόντια προεξοχή που αφήνει ακάλυπτο φεγγίτη, σχαρωτή ξύλινη κατασκευήσελ. 177
130. Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για νότιο προσανατολισμό.....σελ. 179
131. Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για ανατολικό και δυτικό προσανατολισμόσελ. 179
132. Διάφοροι τύποι κινητών ηλιοπροστατευτικών συστημάτων για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό προσανατολισμόσελ. 179

133.	Παράδειγμα φυτεμένης στέγης.....	σελ. 180
134.	Παράδειγμα φυτεμένου τοίχου	σελ. 180
135.	Πύργος αερισμού	σελ. 181
136.	Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας πύργου αερισμού	σελ. 181
137.	Παραδείγματα χρήσης πύργου αερισμού	σελ. 181
138.	Τομή ηλιακής καμινάδας	σελ. 182
139.	Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ηλιακής καμινάδας	σελ. 182
140.	Παράδειγμα χρήσης ηλιακής καμινάδας	σελ. 182
141.	Τομή αεριζόμενου κελύφους	σελ. 183
142.	Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους	σελ. 183
143.	Είδη διπλών κελυφών με βάση τη γεωμετρία τους. Από αριστερά προς τα δεξιά 1,2,3.....	σελ. 184
144.	Ενιαίο διπλό κέλυφος	σελ. 184
145.	Διπλό κέλυφος εξαγωγής αέρα	σελ. 185
146.	Διπλά ανοιγόμενο κέλυφος	σελ. 185
147.	Κατασκευαστική λεπτομέρεια διπλού κελύφους σε δώμα	σελ. 186
148.	Τομή ημιυπόσκαφων κατασκευών	σελ. 186
149.	Υπεδάφιοι αγωγοί	σελ. 187
150.	Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας δεξαμενής νερού	σελ. 187
151.	Συνδυασμός δεξαμενής νερού με ηλιακή καμινάδα	σελ. 187
152.	Θερμικά στοιχεία διάφορων δομικών υλικών	σελ. 193
153.	Νότια ανοίγματα ως σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους	σελ. 194
154.	Σχηματική απεικόνιση τοίχου θερμικής αποθήκευσης	σελ. 197
155.	Τοίχος νερού	σελ. 198
156.	Χειμερινή και θερινή λειτουργία ,αντίστοιχα, τοίχου Trombe	σελ. 201
157.	Τοίχος με διάφανη μόνωση	σελ. 201
158.	Διάφανα μονωτικά υλικά	σελ. 202
159.	Οροφή νερού	σελ. 202
160.	Θερμοκήπιο	σελ. 204
161.	Σχηματική απεικόνιση θερμοκηπίου	σελ. 206
162.	Χειμερινή και θερινή ,αντίστοιχα, λειτουργία θερμοκηπίου	σελ. 207
163.	Παραδείγματα ηλιακών αιθρίων	σελ. 208
164.	Τομή θερμοσιφωνικού πανέλου	σελ. 209
165.	Συνδυασμός θερμοσιφωνικού πανέλου με υποδαπέδια αποθήκη θερμότητας.....	σελ. 209
166.	Ο φυσικός φωτισμός σε σχέση με το σχήμα του κτιρίου	σελ. 215
167.	Κατανομή φυσικού φωτισμού για διαφορετικά μεγέθη ανοιγμάτων και ανάλογα με την ανακλαστικότητα των επιφανειών	σελ. 216
168.	Διάφορα συστήματα φυσικού φωτισμού	σελ. 217
169.	Παράδειγμα επιρροής της θέσης του ανοίγματος στον φυσικό φωτισμό	σελ. 218
170.	Κατανομή φυσικού φωτισμού σε σχέση με το μέγεθος και τον αριθμό των ανοιγμάτων (α).....	σελ. 219
171.	Κατανομή φυσικού φωτισμού σε σχέση με το μέγεθος και τον αριθμό των ανοιγμάτων (β).....	σελ. 219

172.	Διάφορες διατομές κουφωμάτων	σελ. 220
173.	Κατάλληλη προστασία οριζόντιων ανοιγμάτων οροφής	σελ. 220
174.	Σχεδιαστικές λύσεις ανοιγμάτων οροφής	σελ. 222
175.	Τυπικές διατάξεις κατακόρυφων ανοιγμάτων οροφής	σελ. 222
176.	Τυπικές διατάξεις ανοιγμάτων οροφής	σελ. 223
177.	Παραδείγματα διάφανων τοίχων και οροφών	σελ. 224
178.	Αίθριο	σελ. 224
179.	Παραδείγματα αιθρίων	σελ. 225
180.	Φωταγωγός	σελ. 226
181.	Προσομοίωση λειτουργίας φωταγωγού	σελ. 226
182.	Ηλιοστάσια	σελ. 227
183.	Ολογραφικός υαλοπίνακας	σελ. 227
184.	Ολογραφικοί υαλοπίνακες ως επιλεκτικά σκίαστρα	σελ. 228
185.	Λειτουργίες πρισματικού υαλοπίνακα	σελ. 228
186.	Ειδική επεξεργασία με λέιζερ	σελ. 229
187.	Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά	σελ. 229
188.	Ράφια φωτισμού	σελ. 229
189.	Βάθος φυσικού φωτός που αποδίδει το ράφι φωτισμού	σελ. 230
190.	Διάφορες διατάξεις ανακλαστικών περσίδων	σελ. 231
191.	Διαφανή μονωτικά υλικά	σελ. 232
192.	Συντελεστής ανάκλασης διαφόρων υλικών και χρωμάτων, Από Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010.....	σελ. 233
193.	Ο ρόλος της φύτευσης στην εκτροπή ή την διευκόλυνση του ανέμου	σελ. 235
194.	Συνδυασμός φυτών για τη δημιουργία προστατευμένων περιοχών	σελ. 236
195.	Ροή ανέμου σε σχέση με συμπαγείς ή φράκτες δένδρων	σελ. 237
196.	Ρύθμιση ροής ανέμου προς το κτίριο ή εκτροπή του απο αυτό	σελ. 237
197.	Στοιχεία φυτών σε σχέση με τον σκιασμό που δημιουργούν	σελ. 237
198.	Φυλλοβόλα δένδρα και σκιασμός	σελ. 238
199.	Προτεινόμενα ύψη φύτευσης σε σχέση με την απόσταση απο νότιο προσανατολισμό.....	σελ. 238
200.	Οριζόντιο σκίαστρο με φύτευση	σελ. 238
201.	Κρεμαστοί κήποι της Βαβυλώνας	σελ. 240
202.	Παράδειγμα φυτεμένου δώματος	σελ. 241
203.	Χαρακτηριστικά στοιχεία τύπων φυτεμένου δώματος	σελ. 246
204.	Διαστρωμάτωση υλικών φυτεμένου δώματος	σελ. 247
205.	Κατασκευή φυτικού/ υδροπονικού τοίχου	σελ. 249
206.	Σύμβολα επισήμανσης τοξικών και επικίνδυνων ουσιών	σελ. 254
207.	Μικροκάψουλες με PCM αναμεμιγμένες με υλικά επιχρίσματος (απο μικροσκόπιο).....	σελ. 260
208.	Συσκευασίες απο μέταλλο ή πλαστικό για διάφορες εφαρμογές	σελ. 260
209.	Διάφορες εφαρμογές PCM	σελ. 261
210.	Ανακλαστικότητα και συντελεστής εκπομπής υπέρυθρης ακτινοβολίας διαφόρων υλικών επίστρωσης	σελ. 264
211.	Ψύκτες απορρόφησης	σελ. 270

212.	Ψύκτες προσρόφησης	σελ. 271
213.	Ψύκτες ανοιχτού κύκλου	σελ. 271
214.	Εναλλάκτες θερμότητας	σελ. 272
215.	Ανάκτηση θερμότητας απο δίκτυα ατμού	σελ. 273
216.	Πάνελ κλιματισμού	σελ. 273
217.	Διαφορά λειτουργίας συστημάτων VAV και DOAS	σελ. 275
218.	Θερμική απόδοση ειδών επίστρωσης	σελ. 277
219.	Ξενοδοχείο Χαλέπα, Χανιά	σελ. 282
220.	Χάρτης Κρήτης	σελ. 282
221.	Περιοχή Χαλέπας	σελ. 283
222.	Τοπογραφικό διάγραμμα με διατηρητέα κτίρια στην περιοχή	σελ. 283
223.	Φωτογραφία του ξενοδοχείου απο δορυφόρο	σελ. 284
224.	Κλιματολογικά στοιχεία Χανίων	σελ. 285
225.	Νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας	σελ. 285
226.	Το κτίριο όταν ήταν εγκαταλελειμμένο	σελ. 286
227.	Το κτίριο στην αρχική του μορφή ως κατοικία	σελ. 286
228.	Χρωματική απεικόνιση φερουσών λιθοδομών	σελ. 288
229.	Κεντρική εξωτερική σκάλα	σελ. 288
230.	Εύλινη οροφή με ψευδοφαντώματα	σελ. 288
231.	Τυπολογία παραδοσιακού σπιτιού στο Αιγαίο	σελ. 289
232.	Προσανατολισμός κτιρίου	σελ. 296
233.	Ηλιακός χάρτης για το εξεταζόμενο κτίριο	σελ. 297
234.	Χώροι κύριας και δευτερεύουσας χρήσης ισογείου.....	σελ. 300
235.	Χώροι κύριας και δευτερεύουσας χρήσης ορόφου	σελ. 301
236.	Περιβάλλον χώρος Βόρειας όψης.....	σελ. 303
237.	Περιβάλλον κτιρίου απο αριστερά προς τα δεξιά: χώρος στάθμευσης στην πίσω όψη της προσθήκης, δυτικά του κτιρίου, ανατολικά του κτιρίου, νοτιοδυτικά του κτιρίου	σελ. 303
238.	Εύλινα σύγχρονα κουφώματα παραδοσιακής μορφολογίας	σελ. 305
239.	Σύγχρονα κουφώματα αλουμινίου παραδοσιακής μορφολογίας	σελ. 305
240.	Αερισμός εσωτερικού χώρου σε σχέση με το μέγεθος του ανοίγματος και τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου (ανοίγματα σε απέναντι πλευρές)	σελ. 308
241.	Αερισμός εσωτερικού χώρου σε σχέση με το μέγεθος του ανοίγματος και τη γωνία πρόσπτωσης του ανέμου (ανοίγματα σε γειτονικές πλευρές)	σελ. 309
242.	Σχεδιάγραμμα: Τεχνικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στο Ξενοδοχείο Χαλέπα.....	σελ. 311
243.	Σχεδιάγραμμα: τεχνικές Βιοκλιματικού Σχεδιασμού στα διατηρητέα	σελ. 312
244.	Σχεδιάγραμμα: Τεχνικές Βιοκλιματικού σχεδιασμού συγκεντρωτικό	σελ. 313
245.	Δείγματα σταθερών συστημάτων ηλιοπροστασίας στην παραδοσιακή αρχιτεκτονική.....	σελ. 331
246.	Δείγμα εφαρμογής πρόσθετων σταθερών σκιάστρων σε διατηρητέο κτίριο.....	σελ. 231
247.	Προσομοίωση τοποθέτησης πρόσθετων σταθερών εξωτερικών σκιάστρων στο ξενοδοχείο Χαλέπα	σελ. 231

248. Ξύλινα γαλλικού τύπου εξώφυλλα στο ξενοδοχείο Χαλέπα	σελ. 331
249. Υφασμάτινες κουρτίνες ως κινητό σύστημα ηλιοπροστασίας στο ξενοδοχείο Χαλέπα.....	σελ. 332
250. Παραδείγματα τοποθέτησης υφασμάτινης τέντας σε διατηρητέα κτίρια.....	σελ. 332
251. Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους α	σελ. 333
252. Παράδειγμα αεριζόμενου κελύφους β	σελ. 333
253. Ηλιασμός εσωτερικών χώρων α	σελ. 336
254. Ηλιασμός εσωτερικών χώρων β	σελ. 337
255. Λεπτομέρεια αεριζόμενου κελύφους στην ανατολική όψη	σελ. 342
256. Προσομοίωση αεριζόμενου κελύφους στην ανατολική όψη	σελ. 343
257. Μέρη ανακλινόμενου υαλοπίνακα	σελ. 343
258. Ανακλινόμενο τμήμα αεριζόμενου κελύφους (ανοιχτό)	σελ. 343
259. Προσομοίωση υδροπονικών τοίχων στην πρόσοψη	σελ. 343
260. Νέα πρόταση διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου	σελ. 344
261. Υπάρχουσα διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου	σελ. 344
262. Τελική πρόταση εφαρμογής Βιοκλιματικού σχεδιασμού στο ξενοδοχείο Χαλέπα.....	σελ. 345

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

1. Ήχοι που ακούγονται σε κάθε χώρο σε dB.....	σελ. 23
2. Αποδεδειγμένα αποθέματα φυσικού αερίου ($10^{12}m^3$)	σελ. 60
3. Χαρακτηριστικά Θερμομονωτικών υλικών	σελ. 121
4. Συντελεστής U-Value ($W/m^2 \cdot K$) για διάφορα υλικά	σελ. 129
5. Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [$kWh/(m^2 \cdot mo)$].....	σελ. 159
6. Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [$kWh/(m^2 \cdot mo)$].....	σελ. 160
7. Απαιτούμενη επιφάνεια τοίχου θερμικής αποθήκευσης για διαφορετικές κλιματικές συνθήκες	σελ. 199
8. Μέγεθος προσαρτημένου θερμοκηπίου για διάφορες κλιματικές συνθήκες	σελ. 205
9. Τα επίπεδα του δείκτη DF σε σχέση με το αποτέλεσμα και τις ενεργειακές επιπτώσεις.....	σελ. 213
10. Ποσοστά κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό σε κτίρια με διαφορετικές χρήσεις	σελ. 214
11. Τοξικά υλικά	σελ. 250
12. Κατανομή οικολογικών υλικών με βάση την προτίμηση	σελ. 262
13. Βαθμονόμηση οικολογικών υλικών σε σχέση με τη χρήση τους	σελ. 263
14. Χαρακτηριστικά οικολογικών υλικών (συμπληρωματικός του 13)	σελ. 263
15. Βαθμοί χρήσης οικολογικών υλικών (συμπληρωματικός του 13)	σελ. 263
16. Μέση ελάχιστη εξωτερική θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του Χειμώνα	σελ. 299
17. Συμπερασματικός πίνακας σύγκρισης Βιοκλιματικού σχεδιασμού- ξενοδοχείου Χαλέπα.....	σελ. 302

18. Συνοπτικός- συμπερασματικός πίνακας: στοιχεία σκιασμού βόρειας όψης	σελ. 316
19. Πρωινός και απογευματινός πρόσθετος σκιασμός βόρειας όψης, Μάιος, Ιούνιος, Ιούλιος, Αύγουστος	σελ. 317
20. Συνοπτικός- συμπερασματικός πίνακας: στοιχεία σκιασμού ανατολικής όψης.....	σελ. 318
21. Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια ανατολικής όψης (α).....	σελ. 319
22. Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια ανατολικής όψης (β)	σελ. 320
23. Συνοπτικός- συμπερασματικός πίνακας: στοιχεία σκιασμού δυτικής όψης.....	σελ. 321
24. Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια δυτικής όψης (α)	σελ. 322
25. Πρόσθετος σκιασμός από γύρω κτίρια δυτικής όψης (β)	σελ. 323
26. Σκιασμός βόρειας όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ. 324
27. Σκιασμός βόρειας όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ.325
28. Σκιασμός ανατολικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ. 326
29. Σκιασμός ανατολικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ. 327
30. Σκιασμός δυτικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος α (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ. 328
31. Σκιασμός δυτικής όψης κατά τη διάρκεια της ημέρας όλο το έτος β (οι λήψεις έγιναν για πρωί: 8:00-8:30, μεσημέρι 12:00-12:30, απόγευμα 16;30-17:00)	σελ. 329

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΕΔΙΩΝ

1. Κάτοψη ισογείου	σελ. 290
2. Κάτοψη ορόφου	σελ. 291
3. Βόρεια όψη	σελ. 292
4. Ανατολική όψη	σελ. 293
5. Δυτική όψη	σελ. 294
6. Συμμετρική διάταξη ανοιγμάτων σε κάτοψη	σελ. 310

ΠΗΓΕΣ- ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΝΟΤΗΤΑ Α

- 1) http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BA%CE%BB%CE%B9%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%83%CF%87%CE%B5%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82_%CE%BA%CF%84%CE%B9%CF%81%CE%AF%CF%89%CE%BD, ΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΤΙΡΙΩΝ
- 2) http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/EKDHLVSEIS/PROS_EXEIS_EKDHLWSEIS/ENERGEIAKO_PISTOPOIHTIKO_KTIRIWN/Tab1/axarlh.pdf
- 3) http://dSPACE.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2693/3/argyrakim_bioclimatic.pdf, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ
- 4) <http://thesis.ekt.gr/thesisBookReader/id/2236#page/4/mode/1up>, ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΒΕΛΤΙΣΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ.
- 5) <http://attica.hua.gr:8080/dSPACE/bitstream/123456789/917/1/kalavrytinios.pdf>, Η Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και η συμβολή της στη βιώσιμη κτιριακή λειτουργία, Πτυχιακή εργασία, Τμήμα Οικιακής Οικονομίας και Οικολογίας
- 6) http://www.econ3.gr/files/mags/Econ3_Mag_Issue_03.pdf, ECON3, περιοδικό βιοκλιματικού σχεδιασμού
- 7) http://www.topmagazine.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=21:%CF%80%CE%B1%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B7%CE%BB%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AC-%CF%83%CF%85%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%AC%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CE%AD%CE%BC%CE%BC%CE%B5%CF%83%CE%BF%CF%85-%CE%BA%CE%AD%CF%81%CE%B4%CE%BF%CF%85%CF%82&Itemid=4&tmpl=component&print=1 Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, topmagazine.gr
- 8) http://library.tee.gr/digital/m2413/m2413_gaglia_tee.pdf, ΘΕΣΕΙΣ ΤΕΕ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ
- 9) <http://diocles.civil.duth.gr/links/home/periodiko/issue19/is19ar03.pdf>, Συνθήκες άνεσης στον εσωτερικό χώρο, Τεχνικό Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ Τ.114
- 10) http://aix.meng.auth.gr/lhtee/education/Heat_load_of_buildings.pdf, Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων
- 11) <http://www.pelestam.gr/sites/default/files/KENAK.pdf>, ΑΠΟΦΑΣΗ, Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων, Αριθμ. Πρωτ. Δ6/Β/οικ.5825
- 12) http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=64931295484130, ECON3, περιοδικό Βιοκλιματικού Σχεδιασμού, «τα μπαλκόνια και ο ρόλος νέας στην περιβαλλοντική συμπεριφορά των κτιρίων»
- 13) http://lib.teekerk.gr/bitstream/lib.teekerk.gr/208/1/m2414_androutsopoulos.pdf, βιβλιοθήκη ΤΕΕ, «Τεχνολογίες κτιριακού κελύφους-ημερίδα τεε
- 14) http://www.minenv.gr/4/47/00_4701/odigos_katoikion.pdf, «Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας στις κατοικίες», Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, Ευάνθυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη.
- 15) <http://www.osk.gr/UserFiles/File/Bioklimatika.pdf>, «Οδηγίες Βιοκλιματικού Σχεδιασμού Σχολικών Κτιρίων», Γενική Διεύθυνση Έργων Διεύθυνση Μελετών Συμβατικών έργων.

- 16) <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%BA%CF%85%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82> ελκυσμός-stack effect
- 17) http://www.ecodomisi.gr/index.php?option=com_content&view=section&id=3&Itemid=33 τεχνικά θέματα από ecoΔΟΜΗΣΗ
- 18) <http://www.e-greenbuilding.gr/>
- 19) <http://rp.web.auth.gr/rp/supply/show.html?id=452> «ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ ΣΕ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ», Πύλη Ερευνητικών Δραστηριοτήτων Πολυτεχνικής Σχολής, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
- 20) http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60566/book_60566_kikira.pdf «Βιοκλιματικός σχεδιασμός υπαίθριων αστικών χώρων», ινστιτούτο Ενέργειας Νοτιοανατολικής ευρώπης-IENE
- 21) <http://www.scribd.com/doc/49713800/78/%CE%9F%CF%80%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AC%CE%BD%CE%B5%CF%83%CE%B7>, «Βιοκλιματικός σχεδιασμός Κτιρίων, Τ.Ο.ΤΕΕ 20702-5/2010» ΤΕΕ
- 22) http://www.arch.auth.gr/uploads/media/3_%CE%9D%CE%9F%CE%9C%CE%9F%CE%98%CE%95%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F_%CE%A0%CE%9B%CE%91%CE%99%CE%A3%CE%99%CE%9F_%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%9F%CE%A5_%CE%A3%CE%A7%CE%95%CE%94%CE%99%CE%91%CE%A3%CE%9C%CE%9F%CE%A5.pdf, «Νομοθετικό Πλαίσιο Ενεργειακού Σχεδιασμού»
- 23) <http://eco-logiki.eu/air.html> ECO-LOGIKI, «Παθητικός δροσισμός κτιρίων»
- 24) http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_drosismos.htm «Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας
- 25) http://library.tee.gr/digital/m2470/m2470_floros_gr.pdf, « Ελληνική Παραδοσιακή Βιοκλιματική Αρχιτεκτονική», ΤΕΕ 1^ο Ελληνοκινεζικό Φόρουμ για το περιβάλλον, 3-5/12/2009
- 26) <http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/3288> Κλιματισμός κτιρίων με χρήση παγολεκανών.
- 27) http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/energy_res/3.EnergyReS_LIGHTNING.pdf, «Φωτισμός κτιρίων και εξοικονόμηση ενέργειας», Κέντρο ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- 28) http://www.cres.gr/kape/publications/pdf/hmerida_kape_iene/6_IENE_CRES_LIGHTNING.pdf, «Τεχνητός φωτισμός και ενέργεια», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας
- 29) http://en.wikipedia.org/wiki/Window_tax «Φόρος παραθύρου»
- 30) http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_zesto_nero.htm, «Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση ενέργειας, ζεστό νερό χρήσης», Υπουργείο Ανάπτυξης
- 31) http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_syskeves.htm, «Εξοικονόμηση και Ορθολογική Χρήση ενέργειας, ηλεκτρικές συσκευές», Υπουργείο Ανάπτυξης
- 32) <http://energometria.gr/pdf/booklet.pdf>, «Στόχοι εξοικονόμησης ενέργειας», Energometria
- 33) http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CF%84%CE%B7%CE%B1%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D_%CF%86%CF%89%CF%84%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%BF%CF%8D, Βικιπαίδεια «μελέτη αρχιτεκτονικού φωτισμού»
- 34) <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%B5%CF%84%CF%81%CE%AD%CE%BB%CE%B1%CE%B9%CE%BF>, Βικιπαίδεια, «πετρέλαιο»
- 35) http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069_iordanis.pdf, «Λιγνίτης και φυσικό αέριο στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, Δημερίδα ΤΕΕ

- 36) <http://www.scribd.com/doc/40520436/%CE%A7-%CE%9A%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B2%CF%8C%CF%82-%CE%9B%CE%99%CE%93%CE%9D%CE%99%CE%A4%CE%97%CE%A3-%E2%80%93-%CE%95%CE%9D%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%91-%CE%A0%CE%95%CE%A1%CE%99%CE%92%CE%91%CE%9B%CE%9B%CE%9F%CE%9D>, «Η θέση του λιγνίτη στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας», Χρήστος Ι. Κολοβός, Μηχανικός Μεταλλείων- Μεταλλουργός Ε.Μ.Π, Δρ Μηχανικός Ε.Μ.Π
- 37) <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B9%CE%B3%CE%BD%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%82>, Βικιπαίδεια, « λιγνίτης»
- 38) <http://climatechange.gr.wordpress.com/category/greece/>, Στατιστικά στοιχεία για λιγνίτη 2006-7
- 39) <http://www.3comma14.gr/pi/?survey=7449>, ΑΠΕ 2009-10
- 40) http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf, «Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα: ενεργειακή απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής», ΚΑΠΕ
- 41) <http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#>, ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ
- 42) http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/production.csp, «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας», Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)
- 43) <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A6%CF%85%CF%83%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%B1%CE%AD%CF%81%CE%B9%CE%BF>, Βικιπαίδεια, «Φυσικό αέριο»
- 44) http://www.cres.gr/energy-saving/technologies_technologies_ape.htm, «ΑΠΕ», Υπουργείο Ανάπτυξης
- 45) <http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/Apeoikistika.pdf>, «ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ», ΚΑΠΕ
- 46) <http://www.pomida.gr/loipa/energy-saving/karababa.pdf>, «Ενεργειακή συμπεριφορά κτιρίων: Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στα υφιστάμενα κτίρια, Ευφροσύνη Αθαν. Καραμπάμπα, Πολ.Μηχ ΕΜΠ, Αθήνα Οκτώβριος 2007
- 47) http://library.tee.gr/digital/books_notee/book_60566/book_60566_tzanakaki.pdf, «Αρχές και Τεχνολογίες ενεργειακού Σχεδιασμού», ΚΑΠΕ
- 48) <http://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf> Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών, Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-3/2010»
- 49) <http://www.greekarchitects.gr/images/news/stefanidis.pdf>, «Παθητικά ηλιακά συστήματα- από την παραδοσιακή στη σύγχρονη αρχιτεκτονική», Πτυχιακή εργασία, Στεφανίδης Αλέξανδρος, ΤΕΙ ΠΑΤΡΩΝ, Τμήμα Ανακαίνισης και Αποκατάστασης Κτιρίων, Μάιος 2007
- 50) <http://www.arch.auth.gr/uploads/media/5.1.%CE%A3%CE%A4%CE%95%CE%93%CE%95%CE%A3.pdf>, «Επιστεγάσεις: Τυπολογία, χάραξη, Ονοματολογία, Κατασκευή, Υλικά», αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, τμήμα Αρχιτεκτόνων
- 51) http://www.physics.ntua.gr/~dris/FYS_G_LYK.PDF/E_FYGL93-284.pdf, «Μηχανική των ρευστών»
- 52) http://www.aps.org/policy/statements/02_2.cfm 375APS physics, physics society
- 53) http://monosimacon.blogspot.com/2008/06/blog-post_26.html, MACON, «ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΕΣ»
- 54) <http://www.fibran.gr/frontend/articles.php?cid=44&scid=48>, fibran ENERGYSHIELD, Ελληνική νομοθεσία για θερμομόνωση
- 55) <http://building.dow.com/europe/el/applications/thermal/int/1.htm>, DOW Building Solutions, Βασικές αρχές θερμομόνωσης
- 56) <http://www.psem.gr/images/pdf/olokliromeni-ajiologisi-sistimaton.pdf>, «Ολοκληρωμένη αξιολόγηση συστημάτων θερμομόνωσης κατακόρυφων δομικών

- στοιχείων», Α. Μ. Παπαδόπουλος Αν. Καθηγητής, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θ. Γ. Θεοδοσίου, Λέκτορας, Τμ. Μηχανικών Διαχείρισης ενεργειακών Πόρων, Πανεπιστήμιο Δυτ. Μακεδονίας, Σ. Οξυζίδης, ερ. Συνεργάτης, Τμ. Μηχανικών, αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- 57) <http://www.youtube.com/watch?v=gBmWDXtwNQg&feature=related> Knauf βίντεο τοποθέτησης εσωτερικής θερμομόνωσης
- 58) http://www.fibrexhellas.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=23:-a-foil-foam-&catid=3:2009-02-16-11-38-12&Itemid=13 FIBREX HELLAS, θερμομονωτικά υλικά νέας τεχνολογίας
- 59) <http://www.thermograph.gr/index.php/?/2010052523/thermomonositi/thesi-thermomonotikou-ylikou.html> THERMOGRAPH, θερμομόνωση τοιχοποιίας, δοκών, υποστυλωμάτων
- 60) http://www.tsakiroglou.gr/wp-content/uploads/2011/03/sistimata_esoterikis_thermomonositis_epaggelmatikon_xoron_kn_auf.pdf KNAUFF, εσωτερική θερμομόνωση, διαχείριση θερμοκρασίας επαγγελματικών χώρων
- 61) <http://www.rizakos.gr/gr/esotherm.asp> Ριζάκος, Εσωτερική θερμομόνωση
- 62) <http://www.unisol.gr/TechnicalSolutions/NewTechnicalSolutions/ThermalInsulation/ThermalInsulation.aspx> , UNISOL ΜΟΝΩΤΙΚΑ* ΔΟΜΙΚΑ, Εξωτερική θερμομόνωση
- 63) http://www.texnikos.gr/glossary/index_s/senaz.shtml “Texnikos.gr”, Ευρετήριο τεχνικών όρων
- 64) <http://arch.teiser.gr/construction/theory/ATT00044.pdf> «ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ» , Σημειώσεις για μονώσεις σε εξωτερικές τοιχοποιίες, ΤΕΙ ΣΕΡΡΩΝ, Τμ. Πολιτικών Δομικών Έργων
- 65) http://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/H_KYKLOS_S_M_D_IAN_FEB_09/ENERGEIAKOS_SXEDI_ASMOS_NEWN_KAI_YFISTAMENWN_KTHRIWN/aravantinos'09-1.pdf
«Οικοδομικές επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος νέων και υφισταμένων κτιρίων για τη βελτίωση της ενεργειακής τους συμπεριφοράς», Δημήτρης Αραβαντινός Αν. Καθηγητής Τμ. Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ, Θεσσαλονίκη, Ιανουάριος 2009
- 66) http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%AF%CE%B1%20%CE%B1%CF%80%CE%BF%20%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CE%BD%CF%89%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AC&source=web&cd=12&ved=0CEcQFjA BOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.hellaskps.gr%2Fmin_requirements%2Fdocs%2Forig%2FPE1%2FDGTSY%2F5Ktiriaka%2FTD-D-1000.0.doc&ei=JoNsT47YE8Kg0QX-nZnYBg&usq=AFQjCNFl5JbXhRPUOJXbRiDQqEoqn0HWUg&sig2=OV4Xxyp_-5rVCuquCOeYEG , Υπ.Οικονομίας και Οικονομικών, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, «Πρότυπα τεύχη για περιφερειακά έργα, τεύχη δημοπράτησης, γενική τεχνική συγγραφή υποχρεώσεων-τοιχοποιίες (1000).
- 67) <http://www.daliko.com/index.php?id=294> , ΔΑΛΙΚΟ, θερμομονωτικό τούβλο
- 68) http://library.tee.gr/digital/m2097/m2097_bogdis.pdf «Δομικά υλικά και δημόσια εργαστήρια», Αθανάσιος Μπόγδης, Μηχ.-Ηλ/γος Μηχανικός, ΤΕΕ, Αθήνα 10 Νοεμβρίου 2005
- 69) http://library.tee.gr/digital/m2483/m2483_balla1.pdf « Πιστοποίηση και εφαρμογή θερμομονωτικών υλικών για την αναβάθμιση υφισταμένων κτιρίων.», Χαρίκλεια κ. Μπαλλά, ιπλ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Αγίς Μ. Παπαδόπουλος Αν. Καθηγητής Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ, Αθήνα 2010
- 70) http://www.hellaskps.gr/min_requirements/html/PE1.htm, Υπ. Οικονομίας και Οικονομικών, Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ, Τεύχη δημοπράτησης

- 71) <http://www.fibran.gr/frontend/articles.php?cid=84>, FIBRAN, Κωδικοποίηση τεχνικών χαρακτηριστικών κατά προδιαγραφές
- 72) http://www.elot.gr/48_ELL_HTML.aspx, ΕΛΟΤ, Σήμανση CE
- 73) <http://www.fibran.gr/frontend/articles.php?cid=95>, FIBRAN, θερμομόνωση δώματος
- 74) http://www.tekto.gr/index.php?option=com_content&task=category§ionid=58&id=162&Itemid=334, TEKTO HELLAS, Φράγμα υδρατμών
- 75) <http://www.abber.gr/monoseis.htm>, ABBER ΜΟΝΩΣΕΙΣ, Θερμομόνωση δώματος
- 76) http://www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/instructions/2008_54_09.pdf
Αερισμός ξύλινης στέγης
- 77) http://monosimacon.blogspot.com/2008/10/blog-post_7150.html, MACON, Ψυχρή-θερμή στέγη
- 78) http://maconwaterproofing.blogspot.com/2011/01/blog-post_4451.html, Ψυχρή ή θερμή στέγη, Χρήστος Στρογγύλης, Πολιτικός Μηχανικός-MBA-DipM
- 79) http://monosimacon.blogspot.com/2008/10/blog-post_550.html, MACON, Στεγανοποίηση κεραμοσκεπών: θερμή στέγη
- 80) <http://www.rizakos.gr/gr/epiedafous.asp>, ΡΙΖΑΚΟΣ, «θερμομόνωση δαπέδων εκτεθειμένων στο εξωτερικό περιβάλλον».
- 81) <http://www.scribd.com/doc/69706207/14/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BC%CF%8C%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%B5%CE%BE%CF%89%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE%CF%82-%CF%84%CE%BF%CE%B9%CF%87%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%B9%CE%AF%CE%B1%CF%82-%CE%B4%CE%BF%CE%BA%CF%8E%CE%BD-%CF%85%CF%80%CE%BF%CF%83%CF%84%CF%85%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%AC%CF%84%CF%89%CE%BD>, «Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων» 2^η έκδοση, Υπ. Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Υπηρεσία Ενέργειας
- 82) http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/ST_THERM_ILIKA/st2_par_1_5Bt.htm, «Αποφυγή κινδύνων συμπτκνώσεων στη στέγη», TEE
- 83) http://www.window.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=101&Itemid=174, « Γενική ενημέρωση για τη θερμομόνωση», Εργαστήριο Αρχιτεκτονικής Τεχνολογίας, Τμ. Αρχιτεκτόνων Α.Π.Θ
- 84) <http://arch.teiser.gr/construction/documents/bibliography.pdf>, ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ, βιβλιογραφία
- 85) <http://top25.sciencedirect.com/subject/engineering/12/journal/building-and-environment/03601323/archive/38/> Μηχανή αναζήτησης διάφορων επιστημονικών άρθρων.
- 86) http://www.varnakiotis.com/?section=1955&language=el_GR, Σ. ΒΑΡΝΑΚΙΩΤΗΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ Α.Ε, «Πολυκαρβονικά»
- 87) http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/2843/3/pasiroglou_solarenergy.pdf « Μέθοδοι αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας. Εφαρμογή σε ηλιακή λίμνη για την περιοχή της Αθήνας», Μαρία Σ. Πασίρογλου, Διπλ. Εργασία, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών Ε.Μ.Π, Αθήνα Οκτώβριος 2008
- 88) <http://www.georythmiki.gr/%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B2%CE%B1%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%B7-%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%85-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82/%CF%86%CF%85%CF%84%CE%B5%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CE%B1-%CE%B4%CF%8E%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>, ΓΕΩΡΥΘΜΙΚΗ, «Φυτεμένα δώματα»

- 89) http://ecocity.gr/index.php?option=com_k2&view=item&id=2855:to-%CF%86%CE%B1%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CE%BD%CE%BF-%CF%84%CE%B7%CF%83-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%B7%CF%83-%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B9%CE%B4%CE%B1%CF%83&Itemid=86, ECOCITY, «Το φαινόμενο της θερμικής νησίδας»
- 90) <http://www.sbbe.gr/docs/domika.pdf>, «Ποιότητα, προδιαγραφές, πιστοποίηση, έλεγχος αγοράς στον κλάδο δομικών υλικών», συνέδριο στη Θεσσαλονίκη 2/12/08
- 91) http://www.econ3.gr/readmore.php?article_id=51771295788153, ECON3, Τεχνικό περιοδικό, «Εφαρμογή των υλικών αλλαγής φάσης στα κτίρια»
- 92) <http://invenio.lib.auth.gr/record/126419/files/GRI-2011-6593.pdf?version=1>, «Περιβαλλοντική αξιολόγηση συμβατικών δομικών υλικών με συνδυασμό των μεθόδων ανάλυσης κύκλου ζωής και πολυκριτηριακής ανάλυσης», Σοφία Μαυρίδου, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη Οκτώβριος 2010
- 93) <http://www.greenroofs.com.gr/> Πράσινος φυτικός τοίχος

ΕΝΟΤΗΤΑ Β

- 94) http://exoikonomisi.ypeka.gr/Portals/1/exikonomisi_app/exoikonomisi.htm, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής αλλαγής, Υπολογιστικό πρόγραμμα για ενεργειακή κατάσταση κατασκευής
- 95) <http://www.opengov.gr/minenv/?p=176>, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής αλλαγής, «Περιεχόμενα μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου»
- 96) <http://repository.edulll.gr/edulll/retrieve/4776/1371.pdf>, «Εκπαιδευτικό εγχειρίδιο-τετράδιο μαθητή, ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΑΔΕΙΑ», επαγγελματικό λογισμικό ΤΕΕ: επιμόρφωση και εφαρμογή
- 97) <https://www.buildingcert.gr/entypo.pdf>, «Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων», Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής αλλαγής
- 98) http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_tools.htm#, Υπολογιστικά εργαλεία για εξοικονόμηση ενέργειας, Υπουργείο Ανάπτυξης
- 99) «ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ- ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ», Αθηνά Γάγλια, Msc, Μηχανολόγος Μηχανικός ΕΜΠ, ΜΕΛΟΣ ΝΕΑΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΤΕΕ ΓΙΑ ΤΟΝ ΚΕΝΑΚ, Ειδικός Τεχνικός Επιστήμονας agaglia@meteo.noa.gr, Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ), Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ), Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών (ΕΑΑ)
- 100) <http://dspace.lib.uom.gr/bitstream/2159/14068/1/%CE%B4%CE%B9%CF%80%CE%BB%CF%89%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7+%CF%84%CE%B5%CE%BB%CE%B9%CE%BA%CE%B7.pdf>, «Συνολική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτιριακών δομών. Το πλεονέκτημα του βιοκλιματικού σχεδιασμού.», Γιαννουλά Ευαγγελία, MBA Executive, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Σεπτέμβριος 2010
- 101) <http://rizosdimitris.blogspot.gr/2012/01/4.html>, «Κ.ΕΝ.Α.Κ-Οι 4 κλιματικές ζώνες της Ελλάδας ενεργειακά- Πίνακας και σχήμα»
- 102) <http://frontoffice-147.dev.edu.uoc.gr/natural-environment/geographicelements/geographycrete.html>, «Γεωγραφικά χαρακτηριστικά Κρήτης», Περιήγηση στην Κρήτη
- 103) <http://www.chania.gr/city/clima/clima.html>, «Το κλίμα στα Χανιά», Δήμος Χανίων
- 104) http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Chania_Souda, EMY, κλιματολογικά δεδομένα Χανίων

- 105) <http://www.buildings.gr/greek/Climaticdata/chanion/chanion.htm>, κλιματολογικά στοιχεία Χανίων
- 106) http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/ARTICLES/033/%D7%C1%D1%D4%C7%D3%20%D3%C5%C9%D3%CC%C9%CA%C7%D3%20%C5%D0%C9%CA%C9%CD%C4%D5%CD%CF%D4%C7%D4%C1%D3.htm , Ο νέος χάρτης σεισμικής επικινδυνότητας.
- 107) <http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/196/1/Ptychiaki44.pdf> , « Κατασκευή χαρτών μακροσεισμικών αποτελεσμάτων με χρήση γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών», Κεσκελίδης Αλέξανδρος και Παπούλια Μαρία, Πτυχιακή εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Τμ. Γεωγραφίας, Αθήνα Οκτώβριος 2007
- 108) http://www.esu.edu.gr/media/seminars/sem_notes/first_degree/spileogenesis.pdf, καρστικά φαινόμενα
- 109) <http://www.cretanethnologymuseum.gr/imke/html/gr/50400.html> , «Ανοίγματα του κρητικού σπιτιού.», Μουσείο Κρητικής Εθνολογίας
- 110) http://dspace.lib.ntua.gr/bitstream/123456789/5348/3/michosd-nefrosk_bioclimatic.pdf , «Ηλιακή γεωμετρία»
- 111) <http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.html> Solar site survey
- 112) <https://sites.google.com/site/wildwaterwall/eliaka-spitia/eliake-geometria> wild water wall, ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, ΗΛΙΑΚΗ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ
- 113) <http://www.retscreen.net/el/home.php> RETScreen, Λογισμικό υπολογισμού ποσότητας προσπίπτουσας ηλιακής ενέργειας
- 114) <http://buildinggreen.gr/articles/%CE%AC%CF%81%CE%B8%CF%81%CE%B1/%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CE%BB%CF%85%CF%86%CE%B5%CF%82-%CF%8C%CF%88%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1-%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%AF%CE%B3/MAGAZINE BUILDING GREEN> , «Δικέλυφες όψεις: Λειτουργία & παραδείγματα από την Ευρώπη», Οκτώβριος 2012
- 115) Νεοκλασική Αρχιτεκτονική στην Ελλάδα», Μάνος Μπίρης, Μαρία Καρδαμίτση-Αδάμη, εκδόσεις ΜΕΛΙΣΣΑ, 2001