

# Ενεργειακό σπίτι. Τρόποι και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο σύγχρονο ελληνικό σπίτι.



Παρόλο που ζούμε σε ένα αιώνα με καταπληκτικά τεχνολογικά επιτεύγματα και συνεχώς εξελισσόμενα δομικά στοιχεία, τα σύγχρονα ελληνικά σπίτια, στην πλειοψηφία τους, κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο που τα καθιστούν ενεργειακά σπάταλα. Οι συνθήκες της σύγχρονης εποχής επιβάλλουν την εξοικονόμηση ενέργειας με κάθε τρόπο και από οποιοδήποτε μέσο. Η αρχή μπορεί να γίνει από το ίδιο μας το σπίτι.

Η προτεινόμενη πτυχιακή εργασία θα εξετάσει τις εφαρμογές που μπορούν να γίνουν σε ένα σύγχρονο ελληνικό σπίτι έτσι ώστε αυτό να καταστεί ενεργειακά αποδοτικό. Θα διερευνηθούν τυχόν τροποποιήσεις που μπορεί να γίνουν στο ίδιο το κτήριο ή στον περιβάλλοντα χώρο αυτού καθώς επίσης και την τοποθέτηση διαφόρων ηλεκτρονικών ή ηλεκτρολογικών συστημάτων που θα αποτρέψουν τη σπατάλη ενέργεια ή θα προσφέρουν ενέργεια στο κτήριο χωρίς την ταυτόχρονη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΤΙΤΛΟΣ:** *Ενεργειακό σπίτι. Τρόποι και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στο σύγχρονο ελληνικό σπίτι.*

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:** *Κανιαδάκη Μαργιάννα*

**Α.Μ.:** 4545

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:** *Κατσαμπρακάκης Δημήτριος*

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ ΜΑΙΟΣ 2011**

## Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ/ΠΙΝΑΚΩΝ .....	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ .....	9
2.1. Ενεργειακή κατανάλωση και περιβαλλοντική επιβάρυνση .....	9
2.2. Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα.....	10
2.3. Η παγκόσμια πολιτική .....	11
2.4. Ενεργειακή στρατηγική .....	14
3. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ .....	16
3.1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός .....	16
3.2. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τι περιλαμβάνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός.....	17
3.3. Οφέλη και κόστος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής .....	20
4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ .....	21
4.1. Τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου .....	22
4.2. Κλιματικοί παράμετροι – κτήρια.....	23
4.3. Εσωτερικό περιβάλλον κτηρίων.....	26
5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ .....	39
5.1. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στο υφιστάμενο κτήριο .....	41
5.2. Μείωση φορτίων, εξαρτάται από το κέλυφος του κτηρίου .....	42
5.2.1. Προσανατολισμός και γεωμετρικές αναλογίες .....	42
5.2.2. Θερμομόνωση αδιαφανών στοιχείων .....	45
5.2.3. Θερμοπροστασία ανοιγμάτων και πλαισίων .....	53
5.2.4. Υλικά επικαλύψεων.....	56
5.2.5. Ηλιοπροστασία με σκιασμό.....	59
5.2.5.1. Διαφορά είδη σκιάστρων.....	61
5.3. Μείωση φορτίων, εξαρτάται από το μικροκλίμα .....	67
5.3.1. Βλάστηση .....	67
5.3.2. Υδατικές επιφάνειες .....	71
5.3.3. Ψυχρά υλικά .....	71
6. ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε.....	72
6.1. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τα Θερμικά ηλιακά συστήματα .....	72
6.1.1. Θέρμανση χώρων .....	72
6.1.2. Ψύξη χώρων.....	72
6.2. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τη βιομάζα .....	73
6.2.1. Θέρμανση κτηρίων .....	74
6.2.2. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.....	75

6.3. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τα φωτοβολταικά.....	75
7. Η ΑΥΞΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	80
7.1. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από το δροσισμός και αερισμός .....	80
7.1.1. Φυσικός αερισμός.....	81
7.1.2. Φυσική ψύξη.....	84
7.1.3. Ανεμιστήρες οροφής .....	87
7.1.4. Ξήρανση του εισερχόμενου αέρα.....	87
7.2. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από την θέρμανση χώρων-ζεστού νερού.....	88
7.2.1. Αντλίες θερμότητας αέρα-νερού .....	88
7.2.2. Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας.....	89
7.2.3. Αντλίες θερμότητας απορρόφησης.....	90
7.2.4. Λέβητας υψηλής απόδοσης .....	91
7.2.5. Συμπαραγωγή ηλεκτρικού και θερμότητας.....	92
7.3. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από το φωτισμό.....	93
7.3.1. Διατάξεις φυσικού φωτισμού .....	94
7.3.2. Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης.....	95
7.3.3. Συστήματα αυτόματου ελέγχου.....	96
8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ. ....	98
8.1. Αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτηρίου.....	98
8.1.1. Γενικά στοιχεία για το υφιστάμενο κτήριο .....	98
8.2. Αποτελέσματα θερμικών φορτιών του υφιστάμενου κτηρίου .....	108
8.3. Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυση του υφιστάμενου κτηρίου .....	113
9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ. ....	117
9.1. Αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτηρίου.....	118
9.2. Αποτελέσματα θερμικών φορτιών του υφιστάμενου κτηρίου .....	127
9.3. Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυση του υφιστάμενου κτηρίου .....	132
10. ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ. ....	136
10.1 Απόσβεση φωτοβολταικών συστημάτων. ....	137

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ/ΠΙΝΑΚΩΝ

<i>Πίνακας 2.1: Προβλεπόμενη μείωση των εκπομπών για την περίοδο 2008-2012, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κυότο. ....</i>	11
<i>Πίνακας 2.2:.....</i>	13
<i>Χάρτης 4.1: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον Ελλαδικό χώρο [°C], περίοδος 1930-1975 (Ματζουράκης κ.α., 1998). ....</i>	24
<i>Σχήμα 4.1: Παράμετροι θερμικής άνεσης. ....</i>	28
<i>Πίνακας 4.2:.....</i>	30
<i>Σχήμα 4.2: Ψυχομετρικό Διάγραμμα [17]. ....</i>	30
<i>Σχήμα 4.3: Ένδειξη θερμικής άνεσης σε συνθήκες εσωτερικού χώρου.1.Ζώνη Θερμικής Άνεσης, 2. Ζώνη εφαρμογής παθητικών συστημάτων θέρμανσης 3.Ζώνη Ανάγκης Αερισμού,4. Ζώνη επίδρασης στους χρήστες 5. Ζώνη ανάγκης μηχανικής ψύξης, 6.Ζώνη Ανάγκης Θέρμανσης [26]. ....</i>	31
<i>.....</i>	31
<i>Πίνακας 4.3: Ισοδύναμη Φυσιολογική Θερμοκρασία- Physiological Equivalent Temperature -για διαφορετικούς βαθμούς θερμικής αίσθησης, για συγκεκριμένες συνθήκες (αντίσταση ενδυμασίας 0,9 clo, εσωτερική παραγωγή θερμότητας 80 W) [27]. ....</i>	32
<i>Πίνακας 4.4:Προτεινόμενες ανανεώσεις αέρα σε διάφορους χώρους. ....</i>	34
<i>Πίνακας 4.5: Παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ) για την οπτική άνεση στο εσωτερικό των κτηρίων. ....</i>	35
<i>Σχήμα 5.1: Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. ....</i>	41
<i>Πίνακας 5.2: Χρονική καθυστέρηση και συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας δομικών υλικών. ....</i>	46
<i>Εικόνα 5.3 : Είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από τζάμι [20].....</i>	54
<i>Πίνακας 5.4: Απώλειες σε σχέση με το τύπο του υαλοπίνακα.....</i>	54
<i>Πίνακας 5.5 : Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων. ....</i>	56
<i>Πίνακας 5.6: Ανακλαστικότητα διαφορών υλικών και επιφανειών. ....</i>	58
<i>Εικόνα 5.7: Δείκτης ανακλαστικότητας LRV [75] .....</i>	58
<i>Πίνακας 5.8: Προτεινόμενο τύπος σκίασης ανάλογα με τον προσανατολισμό.....</i>	60
<i>Εικόνα 5.9: Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκίαστρα, κατάλληλα για νότιο προσανατολισμό. Όταν το σκίαστρο έχει μήκος ίσο με το μισό του ανοίγματος του παραθύρου, επιτυγχάνεται επαρκής σκιασμός από το Μάιο έως τον Αύγουστο, ενώ παράλληλα το χειμώνα επιτρέπεται η είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό.[38] .....</i>	61
<i>Πίνακας 5.10: Εξοικονόμηση ενέργειας από τζάμια ειδικής τεχνολογίας. [33] .....</i>	65
<i>Πίνακας 5.11: Προτεινόμενες τιμές του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους για διάφορους τύπους κλίματος. ....</i>	66
<i>Πίνακας 5.12: Ποσοστά απορρόφησης ρύπων από φυτά εσωτερικού χώρου σε ένα εικοσιτετράωρα από 1m<sup>3</sup> αέρα. ....</i>	69
<i>Σχήμα 6.2: Η μικρογραφία ενός κτηρίου για το πώς λειτουργεί το διασυνδεδεμένο σύστημα ..... </i>	78
<i>Σχήμα 6.3: Τα επιμέρους στοιχεία ενός διασυνδεδεμένου Φ/Β συστήματος ..... </i>	78
<i>Σχήμα 6.4: Μία μικρογραφία του ιδίου κτηρίου για το πώς λειτουργεί το αυτόματο σύστημα. ....</i>	79
<i>.....</i>	79
<i>Σχήμα 6.5: Τα επιμέρους στοιχεία ενός αυτόνομου Φ/Β συστήματος. ....</i>	79
<i>Πίνακας 7.1: Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης με συμβατική οροφή (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο :χειρότερη συμπεριφορά). ....</i>	83
<i>Πίνακα 7.2: Αποδόσεις λέβητα (Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/42/ΕΕ)[18] ..... </i>	91

(\*)συμπεριλαμβάνονται οι λέβητες συμπύκνωσης υγρών καυσίμων(\*\*)θερμοκρασία νερού εισόδου στον λέβητα..... 91

**Πίνακας 7.3:** Τεχνολογική συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και το καύσιμο του. .... 93

**Πίνακας 7.4:** Κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό για διάφορα είδη κτηρίων.[3,5] ..... 94

**Πίνακας 8.15:** Καθορισμός θερμικών ζωνών κτηρίου. .... 109

**Πίνακας 8.16:** Πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου. .... 110

**Πίνακας 8.17:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. .... 110

**Πίνακας 8.18:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. .... 110

**Πίνακας 8.19:** Τιμές παραμέτρων προσομοίωσης για το κτήριο. .... 111

**Πίνακας 8.16:** Καθορισμός θερμικών ζωνών κτηρίου. .... 128

**Πίνακας 9.17:** Πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου. .... 128

**Πίνακας 9.18:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. .... 129

**Πίνακας 9.19:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86. .... 129

**Πίνακας 9.20:** Τιμές παραμέτρων προσομοίωσης για το κτήριο. .... 130

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

**Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, εισαγωγή στο θέμα της πτυχιακής.

**Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, γίνεται μια εισαγωγή στην κατάσταση που επικρατεί στις μέρες μας, σε σχέση με την κατανάλωση ενέργειας από τον κτηριακό τομέα και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Επίσης αναφέρονται τα μέτρα της παγκόσμιας πολιτικής που λαμβάνονται.

**Στο 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, περιγράφονται οι βασικές αρχές του βιοκλιματισμού και παρουσιάζονται τα οφέλη και το κόστος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής.

**Στο 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, ορίζεται η έννοια του βιοκλιματικού κτηρίου και γίνεται παρουσίαση των τρόπων βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του. Αναλύοντας οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά τον κτηρίου, καθώς και οι παράμετροι που καθορίζουν το εσωτερικό του περιβάλλον.

**Στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, αναφέρεται στον ενεργειακό σχεδιασμό των κτηρίων. Και στις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας. Επίσης γίνεται αναφέρονται, τα πλεονεκτήματα της βλάστησης στα κτήρια και στον περιβάλλοντα χώρο.

**Στο 6<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, περιγράφονται οι μέθοδοι, για την σωστή χρήση Α.Π.Ε. Οπού εξαρτάται από την θέρμανση και την ψύξη του χώρου, αλλά και την παροχή θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης. Ένα αρκετά σημαντικό στοιχείο είναι τα φωτοβολταϊκά συστήματα και η βιομάζα που έχει να κάνει με την θέρμανση του κτηρίου και την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

**Στο 7<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, παρουσιάζονται τρόποι αύξησης της απόδοσης των Η/Μ συστημάτων. Μέθοδοι φυσικού αερισμού και δροσισμού του κτηρίου. Εξοικονόμησης ενέργειας με χρήση αντλιών θερμότητας για θέρμανση χώρων ή ζεστού νερού. Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού και η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού με χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης. Τέλος γίνεται αναφορά στους αυτοματισμούς και τα συστήματα ελέγχου.

**Στο 8<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, γίνεται παρουσίαση αποτελεσμάτων του υφιστάμενου κτηρίου πριν τις μετατροπές και ανάλυση των προβλημάτων που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν.

**Στο 9<sup>ο</sup> κεφάλαιο**, σύμφωνα με τα προβλήματα που καλούμαστε να αντιμετωπίσουμε, γίνεται η παρουσίαση των νέων αποτελεσμάτων του υφιστάμενου κτηρίου μετά τις μετατροπές.

**Στο 10<sup>ο</sup> κεφάλαιο,** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα συνολικά έξοδα για την μετατροπή του κτηρίου σε ενεργειακό, το ετήσιο κέρδος και ο χρόνος απόσβεσης. Επίσης υπολογίζεται η απόσβεση των εξόδων, εφόσον τοποθετηθούν φωτοβολταϊκά συστήματα.



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Παρόλο που ζούμε σε ένα αιώνα με καταπληκτικά τεχνολογικά επιτεύγματα και συνεχώς εξελισσόμενα δομικά στοιχεία, τα σύγχρονα ελληνικά σπίτια, στην πλειοψηφία τους, κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο που τα καθιστούν ενεργειακά σπάταλα. Οι συνθήκες της σύγχρονης εποχής επιβάλλουν την εξοικονόμηση ενέργειας με κάθε τρόπο και από οποιοδήποτε μέσο. Η αρχή μπορεί να γίνει από το ίδιο μας το σπίτι.

Η προτεινόμενη πτυχιακή εργασία θα εξετάσει τις εφαρμογές που μπορούν να γίνουν σε ένα σύγχρονο ελληνικό σπίτι έτσι ώστε αυτό να καταστεί ενεργειακά αποδοτικό. Θα διερευνηθούν τυχόν τροποποιήσεις που μπορεί να γίνουν στο ίδιο το κτήριο ή στον περιβάλλοντα χώρο αυτού, καθώς επίσης και την τοποθέτηση διαφόρων ηλεκτρονικών ή ηλεκτρολογικών συστημάτων που θα αποτρέψουν τη σπατάλη ενέργειας ή θα προσφέρουν ενέργεια στο κτήριο χωρίς την ταυτόχρονη επιβάρυνση του περιβάλλοντος.

## 2. ΕΝΕΡΓΕΙΑ

### 2.1. Ενεργειακή κατανάλωση και περιβαλλοντική επιβάρυνση

Είναι πλέον κοινά αποδεκτό ότι η ορθολογική χρήση των ενεργειακών πόρων αποτελεί πρωταρχική έννοια για την προστασία του περιβάλλοντος καθώς και για την περιστολή της εκροής συναλλάγματος για την εισαγωγή καυσίμων που απαιτούνται στις σύγχρονες δραστηριότητες.

Καταρρακτώδεις βροχές, παρατεταμένοι καύσωνες και πυρκαγιές είναι μερικές από τις συνέπειες από την αυξημένη συγκέντρωση των αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ο πολλαπλασιασμός και η αύξηση της συχνότητας των παραπάνω φαινόμενων συνάγει στην αποκαλούμενη αλλαγή των κλιματικών συνθηκών του πλανήτη. Μολονότι δεν υπάρχει καμία βεβαιότητα για την έκταση των καιρικών ανακολουθιών στο μέλλον, οι εκτιμήσεις προβλέπουν ότι, αν δεν ληφθούν μέτρα, η μέση επίγεια θερμοκρασία μπορεί να αυξηθεί κατά 1 έως 3,5 °C μέχρι το 2100.

Η Ευρώπη συμβάλει κατά 14% στο σύνολο των ετήσιων επίγειων εκπομπών CO<sub>2</sub> ενώ η Ασία κατά 25% και η Βόρεια Αμερική 29%. Οι εκπομπές του CO<sub>2</sub>, του κατά εξοχήν υπεύθυνου αερίου για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (80%), προέρχονται κατά 94% από τον ευρύτερο ενεργειακό τομέα (πρωτογενή παραγωγή). Τα ορυκτά καύσιμα θεωρούνται ως οι κατεξοχήν υπόλογοι για τις εκπομπές, ενώ μόνο η κατανάλωση προϊόντων πετρελαίου συμβάλει κατά 50% στις ετήσιες συνολικές εκπομπές του CO<sub>2</sub> στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και του ατμού ευθύνεται για το 30% των εκπομπών του CO<sub>2</sub> ενώ ο οικιακός τομέας συμμετέχει με 14%. Η συμμετοχή του ενεργειακού τομέα στις εκπομπές των άλλων αερίων του φαινόμενου θερμοκηπίου, όπως CH<sub>4</sub> και N<sub>2</sub>O, είναι σχετικά μικρή, 17% και 7% αντίστοιχα.

Στην Ελλάδα το 1998 οι συνολικές ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> ανέρχονταν σε 100,5 Mtn, από τους οποίους η παραγωγή ενέργειας και ο οικιακός εμπορικός τομέας συμμετείχαν με ποσοστά 51% και 12% αντίστοιχα. Την περίοδο 1990-1998 τη μεγαλύτερη επίπτωση στις εκπομπές του CO<sub>2</sub> είχε η καύση των ορυκτών καυσίμων με μια αύξηση περίπου 19%. Όσον αφορά τις εκπομπές αερίων για όλους τους τομείς της οικονομίας, τα προϊόντα πετρελαίου συμμετέχουν με ποσοστό 48%, τα προϊόντα άνθρακα, περιλαμβανόμενου του λιγνίτη, με 51% και το φυσικό αέριο με 1%. [1].

## 2.2. Επιπτώσεις στο περιβάλλον από την κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση ο κτηριακός τομέας (τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας) αντιπροσωπεύει το σημαντικότερο τομέα κατανάλωσης της τελικής ενέργειας σε απόλυτες τιμές (40%). Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτηρίων κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων τους (69%), ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (15%), τις ηλεκτρικές συσκευές και το φωτισμό (11%). Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στις Ευρωπαϊκές Βόρειες χώρες όπως η Φινλανδία και η Δανία, όπου οι δριμείς χειμώνες είναι μεγάλης διάρκειας, η θέρμανση κατοικιών ανέρχεται στα 1,5 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ)/κατοικία (1997), ενώ στην Ελλάδα το αντίστοιχο ποσό είναι 0,9 ΤΙΠ/κατοικία.

Η μέση κατανάλωση ενέργειας μιας τυπικής κατοικίας για θέρμανση έχει ελαφρά μειωθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση από το 1990, ενώ η θεωρητική ειδική κατανάλωση των νέων κατοικιών στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι κατά 22% μικρότερη από το 1985. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τόσο οι κατοικίες, όσο και οι ηλεκτρικές συσκευές είναι ενεργειακά πιο αποδοτικές, αν και οι απαιτήσεις σε άνεση είναι αυξημένες. Επί πλέον, υπάρχουν αυστηρότερα κριτήρια ενεργειακής απόδοσης που έχουν θεσπιστεί σε αρκετές χώρες την τελευταία πενταετία.

Στην Ελλάδα, χώρα Μεσογειακή με πολύ λιγότερες απαιτήσεις σε θέρμανση κατά τη διάρκεια του χειμώνα, οι ανάγκες για θέρμανση των κατοικιών ανέρχονται περίπου στο 70% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η κατανάλωση ενέργειας για τις οικιακές συσκευές, το φωτισμό και τον κλιματισμό ανέρχεται στο 18% του συνολικού ενεργειακού ισοζυγίου (ΚΑΠΕ 1997). Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο, αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρικό ρεύμα και 18% καυσόξυλα. Σε αντίθεση με το συνολικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης, στην Ελλάδα η κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια παρουσιάζει αυξητική τάση.

Η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα εμφανής στον κτηριακό τομέα, ο οποίος καλύπτει το 36% περίπου της συνολικής τελικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 7%. Επιπλέον, τα κτήρια ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου. [1].

### 2.3. Η παγκόσμια πολιτική

Η ανάγκη για μείωση των φαινομένων αυτών οδήγησε στη δημιουργία του πρωτοκόλλου του Κιότο.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη διάσκεψη του Ρίο Ντε Τζανέιρο της Βραζιλίας, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών. Η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση αυτή, κάνοντάς την νόμο του κράτους το 1994. Στόχος της Σύμβασης είναι «η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες». Λίγα χρόνια μετά, και συγκεκριμένα το 1997, καθορίστηκε και στα πλαίσια της Σύμβασης αυτής ένα σημαντικό νομικό εργαλείο για τον έλεγχο των εκπομπών. Κεντρικός άξονας του Πρωτοκόλλου είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι αερίων του θερμοκηπίου την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990 (πίνακας 2.1).

*Πίνακας 2.1: Προβλεπόμενη μείωση των εκπομπών για την περίοδο 2008-2012, σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο.*

Γεωγραφική Περιοχή	Ποσοστό μείωσης αερίων θερμοκηπίου
Ευρωπαϊκή Ένωση, Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
Η.Π.Α.	-7%
Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία	-6%
Κροατία	-5%
Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία	0%
Νορβηγία	+1%
Αυστραλία	+8%
Ισλανδία	+10%

Για να γίνει το Πρωτόκολλο διεθνής δεσμευτικός νόμος, πρέπει να επικυρωθεί από ένα ορισμένο αριθμό χωρών. Παρά τη δεδηλωμένη πρόθεση των Η.Π.Α. να μη συμμετέχουν στη διεθνή αυτή συμφωνία, πολλές χώρες έχουν ήδη επικυρώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο. Η Ελλάδα μαζί με την Ευρωπαϊκή Ένωση το επικύρωσε το Μάιο του 2002. Για να αποκτήσει ουσιαστική ισχύ το Πρωτόκολλο απαιτείται πλέον η επικύρωσή του από τη Ρωσία, η οποία έχει κάθε λόγο να το πράξει, αφού αναμένεται να έχει σημαντικά οικονομικά οφέλη από την κίνηση αυτή.

Μια χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο είτε μειώνοντας τις εκπομπές, είτε εναλλακτικά, χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους από τους λεγόμενους «ευέλικτους μηχανισμούς» που διαθέτει το πρωτόκολλο. Οι μηχανισμοί αυτοί είναι:

- ✚ Εμπορία εκπομπών: μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέρα των αρχικών στόχων που προβλέπει το Πρωτόκολλο μπορεί να “πουλήσει” αυτήν την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει το στόχο της.
- ✚ Δημιουργία ενός “Μηχανισμού καθαρής ανάπτυξης”: ο τελικός στόχος αυτού του μηχανισμού είναι οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειωθούν οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο μηχανισμός καθαρής ανάπτυξης παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυγμένες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι μια βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών σε κάποια φτωχότερη χώρα όπου η μείωση αυτή είναι ευκολότερη και φθηνότερη.

Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις, οι οποίες παρουσιάζονται στον (πίνακα 2.2). [1]

**Πίνακας 2.2:** Καταμερισμός υποχρεώσεων μείωσης των εκπομπών στο εσωτερικό της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Κράτος μέλος	Ποσοστό μείωσης
Λουξεμβούργο	-28%
Γερμανία, Δανία	-21%
Αυστρία	-13%
Βρετανία	-12,5%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
Βέλγιο	-7,5%
Ιταλία	-6,5%
Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	-6%
Γαλλία, Φιλανδία	0%
Σουηδία	+4%
Ιρλανδία	+13%
Ισπανία	+15%
Ελλάδα	+25%
Πορτογαλία	+27%

Όπως φαίνεται, στην Ελλάδα είχε επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990.

Όμως, σύμφωνα με τα στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μέχρι το 2000 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 32,4%, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η αύξηση των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο 35,8%. Η μη τήρηση των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για την χώρα μας, αφού σε μια τέτοια περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα. Γι' αυτό είναι επιτακτική ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών ενέργειας και εν τέλει στη μείωση των επικίνδυνων αερίων που αποσταθεροποιούν την ατμόσφαιρα της γης και πυροδοτούν τις κλιματικές αλλαγές.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο είναι το μόνο διεθνές νομικό εργαλείο που κινείται στη σωστή κατεύθυνση. Η εφαρμογή του Πρωτοκόλλου θα περιορίσει τη θερμοκρασία κατά 0,06°C ως το 2050, όταν στο ίδιο διάστημα η αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα είναι 1°C έως 2°C. Ενδεικτική είναι η απειλή των Ηνωμένων Εθνών σύμφωνα με την οποία για να εξαλειφθεί η τάση των κλιματικών αλλαγών απαιτείται μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50-70% περίπου μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Είναι σαφές λοιπόν ότι το Πρωτόκολλο αυτό δεν είναι παρά ένα πρώτο βήμα προς την εξεύρεση λύσης. [1].

## 2.4. Ενεργειακή στρατηγική

Διάφοροι τεχνολογικοί λόγοι οδηγούν στην κατανάλωση των ενεργειακών αποθεμάτων, αναφέροντας ότι ο βαθμός απόδοσης των θερμικών μηχανών κυμαίνεται από 15-45% κάτι το οποίο εάν συνδυασθεί με το πλήθος των θερμοηλεκτρικών σταθμών που τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τον πλανήτη μας, κάνει προφανή τη σημασία των ενεργειακών απωλειών.

Τα τελευταία χρόνια η μέση ετήσια παγκόσμια αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας κυμαίνεται μεταξύ 4% και 5% το οποίο μεταφράζεται σε διπλασιασμό της κατανάλωσης ενέργειας κάθε δέκα ή δώδεκα χρόνια, το γεγονός αυτό είναι αρκετά ανησυχητικό ιδίως εάν συνδυασθεί με την αναμενόμενη εξάντληση των βεβαιωμένων αποθεμάτων των συμβατικών καυσίμων. Σύμφωνα με τα στοιχεία για τα αποθέματα άνθρακα, υπολογίζεται ότι αυτά μπορούν να επαρκέσουν για τα επόμενα 300 χρόνια ενώ το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο έως τα μέσα του εικοστού πρώτου αιώνα.

Η πυρηνική ενέργεια θα μπορούσε να αποτελέσει μια μεσοπρόθεσμη λύση του ενεργειακού μας προβλήματος, αλλά δεν παύει να είναι μη ανανεώσιμη και να υπάρχει αυξημένος κίνδυνος περιβαλλοντικής ρύπανσης και ατυχημάτων.

Στη χώρα μας υπάρχουν κοιτάσματα λιγνίτη στη Μακεδονία και στη Μεγαλόπολη, υπολογίζονται σε 5 έως 6 δισεκατομμύρια τόνους, ενώ το πετρέλαιο του Πρίνου καλύπτει ένα μικρό ποσοστό των ενεργειακών αναγκών της χώρας μας. Τέλος, τα επαρκώς βεβαιωμένα αποθέματα ουρανίου που έχουν εντοπισθεί στη Δράμα ανέρχονται σε 400 τόνους, ενώ συγκεντρώσεις ουρανίου έχουν εντοπισθεί σε λιγνίτες, σε ανθρακομιγείς αργίλους και φωσφορικά κοιτάσματα. Τα αποθέματα αυτά δεν θεωρούνται σήμερα τεχνικοοικονομικά αναλήψιμα, είναι όμως δυνατό να καταστούν στο μέλλον.

Η Ελλάδα δε φαίνεται ιδιαίτερα ευνοημένη σε αποθέματα συμβατικών καυσίμων, αντίθετα η ελληνική οικονομία εξακολουθεί να στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο εισαγόμενο πετρέλαιο. Το 70% της εγχώριας ενεργειακής κατανάλωσης προέρχεται από εισαγόμενο πετρέλαιο και λιθάνθρακα.

Συμπερασματικά η ελληνική ενεργειακή κατάσταση χαρακτηρίζεται από έντονη εξάρτηση σε εισαγωγές πετρελαίου, από σπατάλη και κακή χρήση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων, καθώς και τον αποκλεισμό των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από το ενεργειακό ισοζύγιο.

Μπορούμε να πούμε ότι μόνο με την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών και την ορθολογική χρήση των διαθέσιμων ενεργειακών πόρων είναι δυνατή η πραγματική βελτίωση της εικόνας της εγχώριας ενεργειακής αγοράς.

Οι ανανεώσιμες μορφές ενέργειας διατίθενται εν αφθονία στη χώρα μας, γιατί είναι μια χώρα με πλούσια ηλιοφάνεια, με ισχυρούς και συνεχείς ανέμους, διαθέτει αξιόλογη βιομάζα και σημαντικό γεωθερμικό δυναμικό καθώς επίσης και αρκετά υδάτινα αποθέματα.



### 3. ΑΡΧΕΣ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

#### 3.1. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός ονομάζεται ο σχεδιασμός των κτηρίων που λαμβάνει υπ' όψη το τοπικό κλίμα μιας περιοχής και εξασφαλίζει τις κατάλληλες εσωκλιματικές συνθήκες με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας, αξιοποιώντας τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Δηλαδή, χρησιμοποιεί την ηλιακή ενέργεια για τη θέρμανση των κτηρίων, τους δροσερούς ανέμους για την ψύξη, τη βλάστηση για τη σκίαση και το φυσικό φως για το φωτισμό. Συνεπώς, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αντιμετωπίζει το κτήριο, τον αστικό χώρο και το κλίμα της περιοχής ως μία ενότητα, στοχεύοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας και συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος. Η θέρμανση, η ψύξη, ο μηχανικός αερισμός και ο τεχνητός φωτισμός χρησιμοποιούνται μόνο για να συμπληρώσουν όσα η φύση έχει ήδη προσφέρει.

Πολλοί θεωρούν ότι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός αποτελεί μία νέα θεώρηση στην αρχιτεκτονική, που έχει σχέση περισσότερο με την οικολογία και λιγότερο με την εξοικονόμηση ενέργειας. Όμως, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός είναι γνωστός από την εποχή που πρωτοεμφανίστηκαν οι άνθρωποι στην γη. Η προσωπική παρατήρηση των κλιματικών μεταβολών στη φύση σε ετήσια βάση και η μελέτη των επιπτώσεων που είχαν στα άλλα έμβια όντα, οδήγησε τους πρωτόγονους λαούς αλλά και άλλους ζωικούς πληθυσμούς σε εκπληκτική αξιοποίηση των δυνατοτήτων που προσφέρει η φύση, για την αντιμετώπιση των ακραίων θερμοκρασιακών μεταβολών. Η επιλογή των σπηλαίων ως πρώτη κατοικία, η κατασκευή κτηρίων με πέτρινους τοίχους πάχους 60 – 80 cm πολύ αργότερα, η επινόηση διαφόρων ιδιοκατασκευών για την αντιμετώπιση της ζέστης (καμινάδες αερισμού, πέργκολες, στέγαστρα κ.λπ.), η χρήση του ασβέστη για τη βαφή των τοίχων, αλλά και όσες παραδοσιακές κατοικίες σώζονται μέχρι σήμερα, αποτελούν εντυπωσιακά δείγματα συμπυκνωμένης εμπειρίας βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Οι προϋποθέσεις για την ενεργοβόρα μηχανική φάση της θέρμανσης και του κλιματισμού εμφανίστηκαν το 19<sup>ο</sup> αιώνα με τη βιομηχανοποίηση της παραγωγής ενέργειας. Οι μελετητές και οι κατασκευαστές πίστεψαν ότι η θέρμανση, ο κλιματισμός και ο ηλεκτροφωτισμός, που προσέφεραν τα φθηνά καύσιμα, θα εξασφάλιζαν καλές εσωκλιματικές συνθήκες σε οποιοδήποτε κλίμα από την κατασκευή του κτηρίου. Έτσι, σιγά-σιγά, τα κτήρια έμειναν στο έλεος του κλίματος και κατάντησαν κατοικήσιμες

μηχανές. Λειτουργικότητα σήμαινε το πόσο καλά κρυμμένος ήταν, σε ψευδοροφές, ντουλάπια και υπόγεια, ο τεράστιος όγκος των μηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Οι ενεργειακές κρίσεις της δεκαετίας του '70 (1973, 1979) βοήθησαν στο να γίνει αντιληπτή η τεχνολογική κατάχρηση. Παράλληλα, λειτούργησαν καταλυτικά στην εφαρμογή μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας (πχ: θερμομόνωση κτηρίων). Στα μέσα της δεκαετίας του '80 η Ευρώπη ανακάλυψε τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, η οποία απαιτεί όχι μόνο τη θερμομόνωση των κτηρίων, αλλά και το σωστό προσανατολισμό τους σε σχέση με τον ήλιο και τους ανέμους της περιοχής. Τέλος, λίγα χρόνια αργότερα, στις αρχές της δεκαετίας του '90, εμφανίζεται στην Ευρώπη η έννοια της οικολογικής δόμησης, η οποία θέτει το εύλογο ερώτημα: «Τι νόημα έχει η εξοικονόμηση ενέργειας, όταν τα θερμομονωτικά ή άλλα οικοδομικά υλικά είναι καρκινογόνα;». [7, 20]

### **3.2. Βιοκλιματική αρχιτεκτονική και τι περιλαμβάνει ο βιοκλιματικός σχεδιασμός**

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτηρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών - υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος.

Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτήρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών (πχ: ήλιο, αέρα - άνεμο, βλάστηση, νερό, έδαφος, ουρανό), για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτηρίων.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός εξαρτάται από το τοπικό κλίμα και βασίζεται στις παρακάτω αρχές:

- ✚ Θερμική προστασία των κτηρίων τόσο το χειμώνα, όσο και το καλοκαίρι με τη χρήση κατάλληλων τεχνικών που εφαρμόζονται στο εξωτερικό κέλυφος των κτηρίων, ιδιαίτερα με την κατάλληλη θερμομόνωση και αεροστεγάνωση του κτηρίου και των ανοιγμάτων του.
- ✚ Αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων τη χειμερινή περίοδο και για φυσικό φωτισμό όλο το χρόνο. Αυτό επιτυγχάνεται με τον προσανατολισμό των χώρων και ιδιαίτερα των ανοιγμάτων (ο νότιος προσανατολισμός είναι ο καταλληλότερος) και τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων ανάλογα με τις θερμικές τους ανάγκες και με τα παθητικά ηλιακά

συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ακτινοβολία και αποτελούν «φυσικά» συστήματα θέρμανσης, αλλά και φωτισμού.

- ✚ Προστασία των κτηρίων από τον καλοκαιρινό ήλιο, κυρίως μέσω της σκίασης, αλλά και της κατάλληλης κατασκευής του κελύφους.
- ✚ Απομάκρυνση της θερμότητας που το καλοκαίρι συσσωρεύετε μέσα στο κτήριο με φυσικό τρόπο προς το εξωτερικό περιβάλλον με συστήματα και τεχνικές παθητικού δροσισμού, όπως ο φυσικός αερισμός, κυρίως, κατά τις νυχτερινές ώρες.
- ✚ Βελτίωση - ρύθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα στους χώρους έτσι ώστε οι άνθρωποι να νιώθουν άνετα και ευχάριστα.
- ✚ Εξασφάλιση επαρκούς ηλιασμού και ελέγχου της ηλιακής ακτινοβολίας για φυσικό φωτισμό των κτηρίων, ο οποίος θα πρέπει να εξασφαλίζει επάρκεια και ομαλή κατανομή του φωτός μέσα στους χώρους.
- ✚ Βελτίωση του κλίματος έξω και γύρω από τα κτήρια, με το βιοκλιματικό σχεδιασμό των χώρων γύρω και έξω από τα κτήρια και εν γένει, του δομημένου περιβάλλοντος, ακολουθώντας όλες τις παραπάνω αρχές.

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

#### Σημεία που θα πρέπει να συγκρατήσουμε:

- ✚ Τα κτήρια είναι σημαντικοί καταναλωτές ενέργειας και συνεισφέρουν σε μεγάλο βαθμό στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την κλιματική αλλαγή, προκαλώντας σοβαρή περιβαλλοντική επιβάρυνση.
- ✚ Ζώντας μέσα στα κτήρια, μπορούμε να κάνουμε τη ζωή μας πιο άνετη, να προστατεύσουμε το περιβάλλον και την υγεία μας και να βελτιώσουμε την ποιότητα διαβίωσής μας. Μπορούμε λοιπόν να τα χρησιμοποιούμε ορθολογικά για το σκοπό αυτό.
- ✚ Η ενέργεια που καταναλώνουμε στα κτήρια κοστίζει. Αξίζει να αναρωτηθούμε για το ποιος πληρώνει αυτή την κατανάλωση και για ποιο σκοπό. Όλοι επηρεάζουμε την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων στα οποία διαβιούμε. Εφόσον γνωρίζουμε για το σωστό σχεδιασμό, τα υλικά και τη χρήση των τεχνολογιών

μπορούμε να εφαρμόσουμε ότι είναι εφικτό σε κάθε περίπτωση. Κάθε ενέργεια, ακόμα και η πιο απλή, μπορεί να έχει ενεργειακό όφελος για το κτήριο μας.

- ✚ Ο ήλιος θερμαίνει και τα κτήρια. Μπορούμε να αξιοποιήσουμε τη γνώση αυτή με τα παθητικά ηλιακά συστήματα και το βιοκλιματικό σχεδιασμό. Προστατεύουμε τα κτήρια από το κρύο και τη ζέστη με την κατάλληλη μόνωση. Όπως προστατευόμαστε από τον ήλιο το καλοκαίρι, μπορούμε και να προστατεύσουμε τα κτήρια μας.
- ✚ Ο φυσικός δροσισμός, σε σχέση με τα κλιματιστικά (air condition), δεν έχει μόνο ενεργειακά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη, αλλά αποτελεί και μια διαφορετική προσέγγιση με στόχο την ανθρώπινη άνεση και ευεξία. Μπορούμε να αξιοποιούμε τις φυσικές πηγές, μειώνοντας παράλληλα τα εσωτερικά φορτία των κτηρίων. Μπορούμε να αξιοποιήσουμε το φυσικό φως του ήλιου, αλλά πρέπει να κατανοούμε και να αντιμετωπίζουμε το φαινόμενο της θάμβωσης.
- ✚ Τα κτήρια θα πρέπει να λειτουργούν ορθολογικά για να εξασφαλίζεται η απόδοση των παθητικών συστημάτων και των τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας. Να μην ξεχνάμε να ανοίγουμε και να κλείνουμε παράθυρα και τα στόρια όποτε πρέπει. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι η κατανάλωση ενέργειας προκαλεί περιβαλλοντική υποβάθμιση. Αντίθετα, τα βιοκλιματικά και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κτήρια βελτιώνουν την ποιότητα ζωής των ανθρώπων μέσα σε αυτά. [1, 7, 20]

### 3.3. Οφέλη και κόστος της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής

Τα οφέλη του βιοκλιματικού και γενικότερα, του ενεργειακού σχεδιασμού κτηρίων είναι πολλαπλά, όπως ενεργειακά (εξοικονόμηση ενέργειας και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κατανάλωσης καυσίμων και κόστους ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων θέρμανσης-ψύξης-αερισμού-φωτισμού), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων, περιορισμός φαινομένου του θερμοκηπίου), κοινωνικά (βελτίωση της ποιότητας ζωής).

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό, όσον αφορά στη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτηρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, την προστασία του κελύφους (θερμομόνωση, ανεμοπροστασία, ηλιοπροστασία), αλλά και από τη σωστή λειτουργία των συστημάτων. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η εξασφάλιση επαρκούς ηλιοπροστασίας (σκίασης) και φυσικού αερισμού το καλοκαίρι. Προτιμότερα είναι τα συστήματα που είναι απλά στην κατασκευή και στη λειτουργία τους και που συνδυάζουν θερμικά οφέλη καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.

Η εξοικονόμηση ενέργειας με το βιοκλιματικό σχεδιασμό ποικίλει ανάλογα με τον τύπο του κτηρίου, το κλίμα της περιοχής και από τις επί μέρους τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Σε κατοικίες της Ελλάδας έχει καταγραφεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 15-40% για θέρμανση και ολική κάλυψη των αναγκών ψύξης των κτηρίων σε σχέση με συμβατικά κτήρια καλής κατασκευής της ίδιας ηλικίας. Σε σχέση με παλαιότερα κτήρια, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ μεγαλύτερη.

Η εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού σε νέα κτήρια δεν αυξάνει το κατασκευαστικό κόστος, εφ' όσον εφαρμόζονται απλά συστήματα και τεχνολογίες. Κατά την εφαρμογή ειδικών τεχνολογιών μια αύξηση του κατασκευαστικού κόστους ενός κτηρίου κατά 10-15% θεωρείται λογική. Για επεμβάσεις σε υφιστάμενα κτίρια υπάρχει πάντα επί πλέον κόστος, μέρος του οποίου όμως μπορεί να ενταχθεί στο συνολικό κόστος ανακαίνισης ή ανακατασκευής ενός κτηρίου.

#### 4. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΚΤΗΡΙΟ

Ένα κτήριο για να είναι βιοκλιματικό αρκεί να σχεδιαστεί σωστά, δίνοντας έμφαση στον κατάλληλο προσανατολισμό, τη διαρρύθμιση των εσωτερικών χώρων, τη πρόβλεψη για επαρκή σκιασμό και αερισμό για το καλοκαίρι. Ο μηχανικός μελετητής, με σχετική ενημέρωση στο θέμα θα μπορέσει να σχεδιάσει ένα κτήριο χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης. Η προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων έμμεσου κέρδους (ηλιακοί τοίχοι, θερμοκήπια), μπορεί να επιφέρει επί πλέον ενεργειακά οφέλη, είναι όμως σημαντικό τα συστήματα αυτά να είναι απλά στη χρήση τους. Για όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα και τις τεχνικές κελύφους για εξοικονόμηση ενέργειας υπάρχει ως ένα βαθμό η αναγκαιότητα της συμβολής του χρήστη του κτηρίου. Ο παράγοντας αυτός πρέπει να αποτελεί για τους μελετητές βασικό κριτήριο κατά την επιλογή των συστημάτων και τεχνικών, καθώς σε πολλές περιπτώσεις η περιπλοκότητα των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένη συμβολή του χρήστη από την απαιτούμενη κατά τη λειτουργία και χρήση του κτηρίου.

Ιδιαίτερη σημασία έχει κατά την κατασκευή να τηρηθεί η μελέτη κατά γράμμα, γιατί «μικροτροποποιήσεις» μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη θερμική λειτουργία του κτηρίου. Στις περισσότερες των περιπτώσεων βιοκλιματικών κτηρίων στην Ελλάδα, η απόκλιση της τελικής κατασκευής από την αρχική μελέτη του κτηρίου (κατασκευαστικά λάθη και παραλείψεις) αποτελεί το βασικό παράγοντα στον οποίο οφείλεται η μειωμένη απόδοση των παθητικών συστημάτων. Για παράδειγμα, ένα παράθυρο αν σχεδιαστεί ανοιγόμενο, αλλά κατασκευαστεί σταθερό, ή αν ένα σκίαστρο δεν τοποθετηθεί, μπορεί να δημιουργηθεί σημαντική υπερθέρμανση στο κτήριο, ή αν αντί για έναν (ηλιακό) θερμομονωτικό τοίχο προβλεπόμενο στη μελέτη κατασκευαστεί ένας απλός μη θερμομονωτικός τοίχος, δεν θα υπάρχουν τα προβλεπόμενα ηλιακά κέρδη και τα συνεπαγόμενα ενεργειακά οφέλη.

Ιδιαίτερη όμως σημασία έχει η χρήση του κτηρίου, η οποία μπορεί να ανατρέψει πλήρως την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτηρίου. Αν για παράδειγμα, ένα νότιο παράθυρο καλυφθεί από κουρτίνα, δεν θα αποδώσει ως ηλιακό σύστημα. Αν δεν ανοίγουμε παράθυρα ή φεγγίτες το καλοκαίρι για νυχτερινό αερισμό και, αντίθετα αερίζουμε κατά τη διάρκεια των ζεστών ημερών και δεν φροντίζουμε να σκιάζουμε τα παράθυρα, θα έχουμε συσσώρευση θερμότητας και υπερθέρμανση στο κτήριο. Αν, αντίθετα, αερίζουμε υπερβολικά ή αφήνουμε τον αέρα του κτηρίου να διαφεύγει από τις

χαραμάδες, το κτήριο μας δεν θα θερμαίνεται επαρκώς το χειμώνα. Αν τέλος, χρησιμοποιούμε αλόγιστα τις ηλεκτρικές συσκευές ή αντί για τη χρήση ανεμιστήρων οροφής καταφεύγουμε άμεσα στα κλιματιστικά, θα υπερκαταναλώνουμε ενέργεια για την ψύξη του κτηρίου, με όλες τις οικονομικές και περιβαλλοντικές συνέπειες.

Σε κτήρια του τριτογενή τομέα (γραφεία, εμπορικά, ξενοδοχεία, κλπ), συχνά η αποδοτική λειτουργία των παθητικών συστημάτων απαιτεί εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, καθώς είναι δυσχερής η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία των συστημάτων.

Μια τελευταία παράμετρος για εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των βιοκλιματικών κτηρίων με παθητικά συστήματα και άλλες τεχνικές και τη μείωση των προβλημάτων που συνήθως δημιουργούνται με το χρόνο και τη χρήση των συστημάτων αποτελεί η συντήρηση του κτηρίου και των συστημάτων του.

#### **4.1. Τρόποι βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου**

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου υπάρχουν τρεις κατηγορίες επεμβάσεων:

- ✚ Μεγάλες επεμβάσεις-ανακατασκευές που μπορούν να γίνουν σε περίπτωση συνολικής ανακαίνισης. Αυτές μπορεί να είναι η αντικατάσταση των παραθύρων και των κουφωμάτων, η προσθήκη θερμομονωτικών υλικών, η προσθήκη παθητικών συστημάτων εξωτερικά του κτηρίου ή η μετατροπή δομικών στοιχείων σε παθητικά (πχ: μετατροπή ενός απλού τοίχου σε ηλιακό), η προσθήκη εξωτερικών συστημάτων σκίασης (σταθερών ή κινητών), κ.ο.κ.
- ✚ Μικρές επεμβάσεις χαμηλού κόστους, όπως κλείσιμο χαραμάδων, προσθήκη εσωτερικών κινητών σκιάστρων (πχ: βενετικά στόρια), εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής, χρήση βλάστησης για σκίαση, αντικατάσταση λαμπτήρων πυρακτώσεως με χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης κ.ά.
- ✚ Επεμβάσεις μη τεχνικές, σωστή λειτουργία του κτηρίου και των συστημάτων του, όπως σωστή χρήση των παραθύρων (ηλιασμός το χειμώνα, σκίαση και νυχτερινός αερισμός το καλοκαίρι), ορθολογική χρήση των συσκευών ώστε να μην επιβαρύνεται το κτήριο θερμικά (π.χ. αποφεύγουμε να μαγειρεύουμε την ώρα που έχει πολλή ζέστη).

## 4.2. Κλιματικοί παράμετροι – κτήρια

Οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζουν κύρια την ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων είναι :

- ✚ η ατμοσφαιρική θερμοκρασία.
- ✚ η ηλιακή ακτινοβολία.
- ✚ η ατμοσφαιρική υγρασία.
- ✚ η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου.

### Ατμοσφαιρική θερμοκρασία.

Πιθανότητα η ατμοσφαιρική θερμοκρασία αποτελεί το κλιματικό μέγεθος με τη μεγαλύτερη επιρροή στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτηρίων. Η εξωτερική θερμοκρασία καθορίζει:

- ✚ τις θερμικές απώλειες μέσω του κελύφους των κτηρίων.
- ✚ τις θερμικές απώλειες λόγω αερισμού.

Η εξωτερική θερμοκρασία επηρεάζει και την απόδοση διάφορων μηχανολογικών συστημάτων:

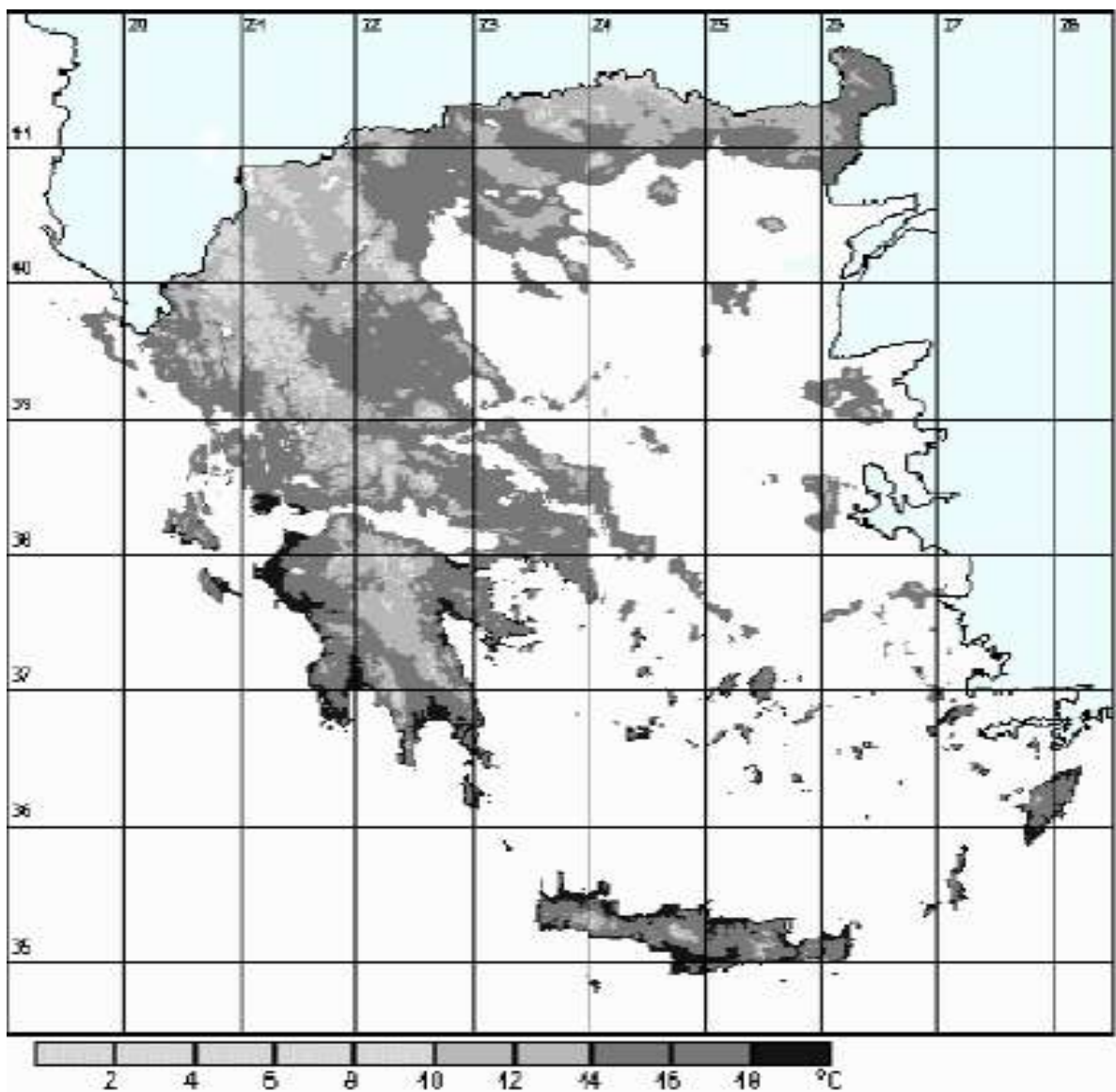
- ✚ Η απόδοση των αντλιών θερμότητας αέρα που εξαρτάται από τη θερμοκρασία απόρριψης (θερινή λειτουργία) ή άντλησης (χειμερινή λειτουργία) της θερμότητας από το ατμοσφαιρικό περιβάλλον.
- ✚ Η συμπεριφορά μιας σειράς άλλων συσκευών (θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά στοιχεία, καπνοδόχοι, κτλ.) σχετίζεται με τις θερμικές απώλειες προς το ατμοσφαιρικό περιβάλλον.

Στον παρακάτω (χάρτη 4.1), φαίνεται ότι σχεδόν όλη η χώρα κυριαρχείται από βιοκλιματικές συνθήκες, οι οποίες εκφράζουν επιβάρυνση από ζέστη. Τιμές του PMV στη βαθμίδα της μεγάλης θερμικής επιβάρυνσης (2.1 με 3.0) σημειώνονται σε υψόμετρα επάνω από 300 – 600 m, ενώ τιμές στη βαθμίδα με μέτρια επιβάρυνση (1.3 και 2.0) εμφανίζονται σε περιοχές, οι οποίες βρίσκονται σε υψόμετρα που κυμαίνονται από 900 - 1200 m.

Χαρακτηριστικό φαινόμενο του μήνα αυτού αλλά και γενικά όλου του καλοκαιριού είναι ότι δεν παρατηρούνται βιοκλιματικές συνθήκες θερμικής άνεσης στις κατοικημένες περιοχές της χώρας.



Οι περιοχές, στις οποίες εκδηλώνεται θερμική άνεση βρίσκονται σε υψόμετρα από 1200 έως 2500 m. Μέγιστες τιμές του PMV εκδηλώνονται σε θέσεις με μεσημβρινό προσανατολισμό στην ενδοχώρα. Οι περιοχές στις οποίες εκδηλώνονται δυσμενείς βιοκλιματικές συνθήκες εντοπίζονται κυρίως στην πεδιάδα Θεσ/νίκης και Σερρών και σε μικρότερη έκταση στο Θεσσαλικό κάμπο. Ακόμη σε υψόμετρα μικρότερα των 300 m σε όλο τον ελληνικό χώρο παρατηρούνται με μορφή μωσαϊκού οι δυσμενείς αυτές συνθήκες. Η παρουσία στη Β. Ελλάδα είναι συνάρτηση των υψηλών υγρασιών που κυριαρχούν στην περιοχή.



*Χάρτης 4.1: Μέση ετήσια θερμοκρασία στον Ελλαδικό χώρο [°C], περίοδος 1930-1975 (Ματζουράκης κ.α., 1998).*

### Ηλιακή ακτινοβολία.

Η συνεισφορά της ηλιακής ακτινοβολίας είναι εξίσου σημαντική με αυτή της θερμοκρασίας στο ενεργειακό ισοζύγιο των κτηρίων. Ιδιαίτερα σε κλίματα όπως το ελληνικό, όπου η έκταση και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι υψηλές η επίδραση στα κτήρια είναι σημαντική.

Ασφαλώς, το μέγεθος των διαφανών στοιχείων του κελύφους των κτηρίων καθορίζει τη σημαντικότητα της ακτινοβολίας στην ενεργειακή συμπεριφορά τους, ωστόσο και στα αδιαφανή στοιχεία (ιδιαίτερα στα επίπεδα δώματα), η συμμετοχή στο θερμικό τους ισοζύγιο είναι υψηλή.

Τέλος, η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι καθοριστική στην απόδοση παθητικών (τοίχοι μάζας, προσαρτημένα θερμοκήπια, κτλ.) ή ενεργητικών (θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά στοιχεία, κτλ.), ηλιακών συστημάτων.

### Ατμοσφαιρική υγρασία.

Το ποσό της υγρασίας στον αέρα επηρεάζει τις συνθήκες θερμικής άνεσης σε ένα χώρο και εξαρτάται άμεσα από την ατμοσφαιρική υγρασία.

Η υγρασία μας απασχολεί ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο, αφού το αίσθημα δυσφορίας λόγω υψηλής υγρασίας είναι εντονότερο τότε, αλλά και επειδή τα συνήθη συστήματα δροσισμού μεταβάλλουν την υγρασία των εσωτερικών χώρων σε αντίθεση με τα κοινά συστήματα θέρμανσης που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα.

Η ατμοσφαιρική υγρασία επηρεάζει και μερικά ειδικά μηχανολογικά συστήματα κλιματισμού όπως πύργους ψύξης ή εξατμιστικούς ψύκτες, καθώς περιορίζει τις δυνατότητες ψύξης με εξάτμιση.

### Ταχύτητα ανέμου.

Η ταχύτητα ανέμου διαμορφώνει τις συνθήκες συναγωγής από το κέλυφος του κτηρίου, καθώς και το εύρος του ακούσιου αερισμού. Η κατεύθυνση του ανέμου καθορίζει τα μέρη του κτηρίου που εκτίθενται σε αυτόν. Φυσικά ο άνεμος επηρεάζει και τις θερμικές απώλειες με συναγωγή των μηχανολογικών συστημάτων που εκτίθενται σε αυτόν (θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες, καπνοδόχοι, κλπ).

Λοιπές κλιματικές παράμετροι.

Η βροχόπτωση επηρεάζει άμεσα τους συντελεστές συναγωγής από το κέλυφος των κτηρίων αυξάνοντας τις θερμικές απώλειες από αυτό.

Η χιονόπτωση αυξάνει τους συντελεστές ανακλαστικότητας διάφορων επιφανειών μεταβάλλοντας τα ποσά της άμεσης και ανακλώμενης ακτινοβολίας μικρού (ηλιακής) ή μεγάλου (θερμικής) μήκους κύματος στις επιφάνειες των κτηρίων. Επιπρόσθετα, σε επιφάνειες όπου συσσωρεύετε χιόνι (επίπεδα δώματα, τοιχοποιίες επί εδάφους) αυξάνεται η συνολική θερμική τους αντίσταση.

Η νέφωση και η ατμοσφαιρική ρύπανση μειώνουν το συνολικό ποσό της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Η τελευταία συντελεί και στην αύξηση των ικανών ρυθμών εκούσιου αερισμού, ώστε να επιτευχθούν συνθήκες ικανοποιητικής ποιότητας αέρα στο εσωτερικό των κτηρίων.

Η φωτεινότητα και η ορατότητα γενικά, καθορίζουν τα επίπεδα χρήσης του τεχνητού φωτισμού και επακόλουθα το μέγεθος των εσωτερικών θερμικών κερδών των κτηρίων.

#### **4.3. Εσωτερικό περιβάλλον κτηρίων**

Το σύνολο μιας σειράς περιβαλλοντικών παραμέτρων ή στοιχείων (θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα αέρα, σύνθεση αέρα κλπ), των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου, ονομάζεται εσώκλιμα.

Ο ρόλος του κτηρίου είναι να προσφέρει το καλύτερο δυνατόν εσωτερικό περιβάλλον (εσώκλιμα) στους χρήστες του. Αυτό σημαίνει ότι οι εσωτερικοί χώροι πρέπει να εξασφαλίζουν τις απαιτούμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας, αερισμού, φωτισμού, χρωμάτων, ακουστικής και ποιότητας αέρα. Η επίτευξη των επιθυμητών τιμών για όλες αυτές τις παραμέτρους, επιτρέπει στο χρήστη του κτηρίου να ζει σε πλήρη θερμική, οπτική και ακουστική άνεση, μέσα σε ένα υγιεινό περιβάλλον.

Είναι ευνόητο ότι όλες οι λειτουργίες που εξασφαλίζουν ένα ποιοτικό εσωτερικό περιβάλλον στο χρήστη του κτηρίου, θα πρέπει να επιτελούνται με τη μικρότερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας και με τη χρήση τεχνικών, οι οποίες δεν επιβαρύνουν -άμεσα ή έμμεσα- το περιβάλλον.

Τέλος, οι παράγοντες που επηρεάζουν το εσώκλιμα ενός χώρου είναι:

- ✚ οι εξωτερικές συνθήκες (εξώκλιμα, θέση και μορφή του κτηρίου).
- ✚ το κέλυφος του κτηρίου (δομικά και αρχιτεκτονικά στοιχεία).
- ✚ το περιεχόμενο και η χρήση του κτηρίου (παρουσία ζώντων οργανισμών, φωτισμός, συσκευές, έπιπλα, χρώματα κλπ).

Η χρήση συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού έχει ως σκοπό την κάλυψη των επιβαρύνσεων που δημιουργούνται από τις απαιτήσεις των ανθρώπων εντός των κτηρίων.

Με τον τρόπο αυτό το κτήριο καθίσταται ένα σύνθετο ενεργειακό σύστημα που απαιτεί: θερμική άνεση (θέρμανση-δροσισμό- αερισμό χώρων), ποιότητα αέρα (αερισμός χώρων), οπτική άνεση (φωτισμός), ακουστική άνεση. Και ως επιπλέον ενεργειακή επιβάρυνση έχουμε τη θέρμανση ζεστού νερού χρήσης και τις ενεργειακές καταναλώσεις λοιπών συσκευών. Όλα αυτά μας δίνουν μία συνολική ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου.

[4, 5, 11, 26].

### Θερμική άνεση.

Ως θερμική άνεση, ορίζεται η κατάσταση εκείνη κατά την οποία ο εγκέφαλος εκφράζει ικανοποίηση όσον αφορά στο θερμικό περιβάλλον. Διαφορετικά, θα μπορούσαμε να πούμε ότι σε συνθήκες καλής θερμικής άνεσης το άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή στο περιβάλλον του, διότι δεν αισθάνεται ανεπιθύμητη ζέστη, ούτε ανεπιθύμητο κρύο. Η εσωτερική θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος είναι σταθερή και κάθε θερμότητα που δημιουργείται από αυτό πρέπει να αποβάλλεται. Για το λόγο αυτό, συνθήκες βέλτιστης θερμικής άνεσης έχουμε όταν η παραγωγή εσωτερικής θερμοκρασίας εξισώνεται με τις θερμικές απώλειες του σώματος. Η ισορροπία μεταξύ αυτών των παραμέτρων καθορίζει τις συνθήκες θερμικής άνεσης η οποία εξαρτάται από ένα συνδυασμό φυσικών, οργανικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Εξαιτίας των διαφορών μεταξύ των ανθρώπων και την υποκειμενικότητα του συναισθήματος της θερμικής άνεσης, τα διαγράμματα και οι συνθήκες άνεσης που έχουν οριστεί, ικανοποιούν την πλειοψηφία του πληθυσμού και μάλιστα ένα ποσοστό 80% του πληθυσμού. Είναι ουσιαστικά ένα υποκειμενικό συναίσθημα, που καθορίζεται άμεσα από 4 περιβαλλοντικούς και 2 προσωπικούς παράγοντες και επηρεάζεται έμμεσα από πολλές παραμέτρους όπως:

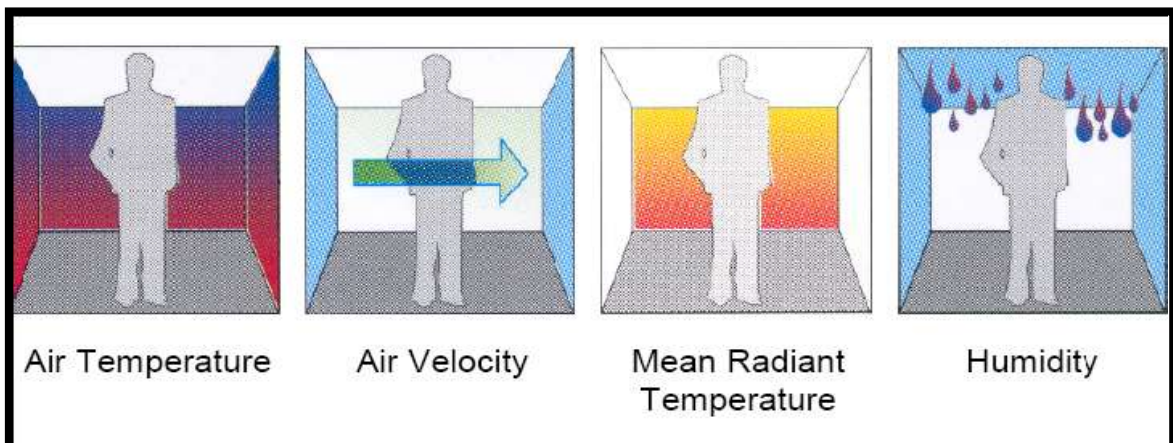
- ✚ Περιβαλλοντικοί παράγοντες: θερμοκρασία αέρα-μέση ακτινοβολούμενη θερμοκρασία τοίχων-σχετική υγρασία-ταχύτητα αέρα.
- ✚ Προσωπικοί παράγοντες: ρυθμός μεταβολισμού-βαθμός ένδυσης.
- ✚ Παράμετροι: ηλικία – φύλλο - βάρος σώματος, κατάσταση υγείας, ικανότητα προσαρμογής, επίπεδο φωτισμού κλπ.

Η φυσιολογική θερμοκρασία ενός ανθρώπου που αναπαύεται είναι 36,5 °C και διαφέρει αισθητά από τις συνηθισμένες θερμοκρασίες των εσωτερικών χώρων. Λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας του αποδίδει θερμότητα στο περιβάλλον με αγωγιμότητα, συναγωγή, ακτινοβολία, αναπνοή και εξάτμιση του ιδρώτα. Η κρίσιμη ανθρώπινη διεργασία της εξάτμισης του ιδρώτα είναι αποτελεσματικότερη όταν η σχετική υγρασία του χώρου είναι χαμηλή.

Η συνολικά αποδιδόμενη θερμότητα εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- ✚ δραστηριότητα ατόμου (ανάπαυση, εργασία κλπ).
- ✚ γένος, ηλικία και ψυχολογική κατάσταση ατόμου.
- ✚ θερμοκρασία περιβάλλοντος.
- ✚ ταχύτητα μετακίνησης αέρα.

Η λανθάνουσα θερμότητα αποτελεί περίπου το 25-30% της ολικής αποδιδόμενης θερμότητας από έναν άνθρωπο όταν αναπαύεται, αλλά αυξάνεται περίπου στο 50% κατά τη διάρκεια έντονης σωματικής εργασίας. [3, 5, 6, 7, 11, 26].



Σχήμα 4.1: Παράμετροι θερμικής άνεσης.

## Περιβαλλοντικοί παράγοντες θερμικής άνεσης.

### ✚ Θερμοκρασία αέρα χώρου:

Πρόκειται για τη θερμοκρασία ξηρού βολβού του αέρα του χώρου στον οποίο βρίσκεται το άτομο και είναι ιδιαίτερα σημαντική διότι το μεγαλύτερο ποσοστό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα μεταφέρεται στον αέρα. Αξιοσημείωτο είναι ότι η μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του επιπέδου του πατώματος και του ταβανιού (δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας που αντιλαμβάνεται το άτομο μεταξύ των ποδιών και του κεφαλιού του αντίστοιχα) πρέπει να είναι μέχρι 3 °C. Η δε θερμοκρασία δαπέδου συνίσταται να κυμαίνεται μεταξύ 19-29 °C.

### ✚ Μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των εσωτερικών επιφανειών:

Αναφέρεται στην θερμότητα που ακτινοβολείται από τις θερμές επιφάνειες του εσωτερικού χώρου. Είναι πολύ σημαντική παράμετρος, διότι επηρεάζει τη θερμότητα που χάνεται με ακτινοβολία και με αγωγιμότητα (σε περίπτωση επαφής) από το σώμα προς τις επιφάνειες. Το δέρμα απορροφά μεγάλα ποσά από αυτή τη θερμότητα, πράγμα που μπορεί, ωστόσο, να μειωθεί λόγω της ανακλαστικότητας των ρούχων. Ένα καλά μονωμένο κτήριο εξασφαλίζει θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας των εξωτερικών τοίχων πολύ κοντά στη θερμοκρασία χώρου, περιορίζοντας έτσι τις απώλειες της ακτινοβολούμενης θερμότητας, με αποτέλεσμα την επίτευξη καλύτερης θερμικής άνεσης.

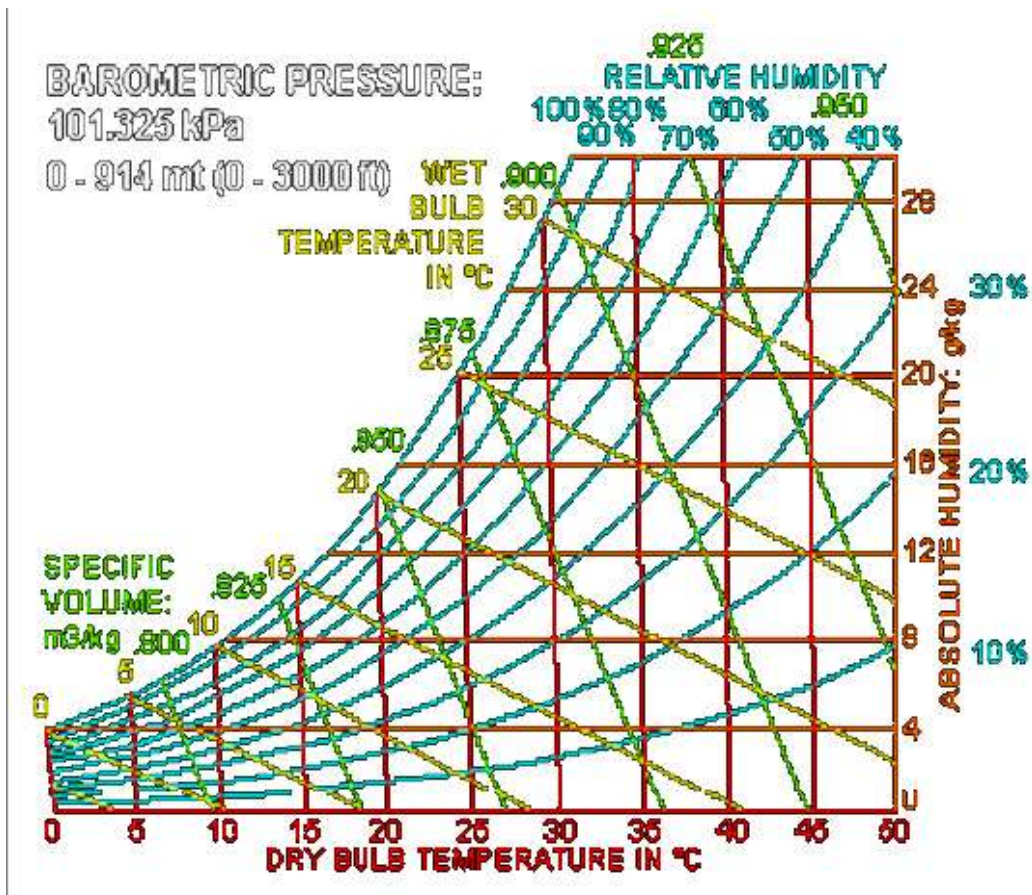
### ✚ Ταχύτητα αέρα:

Μέσα στα κτήρια, οι ταχύτητες του αέρα είναι μικρότερες από 0,2 m/sec. Η σχετική όμως ταχύτητα του αέρα που οφείλεται στη δραστηριότητα του ατόμου ποικίλει από 0-0,1 για δουλειά γραφείου, έως 0,5-2 m/sec, για πιο έντονες δραστηριότητες.

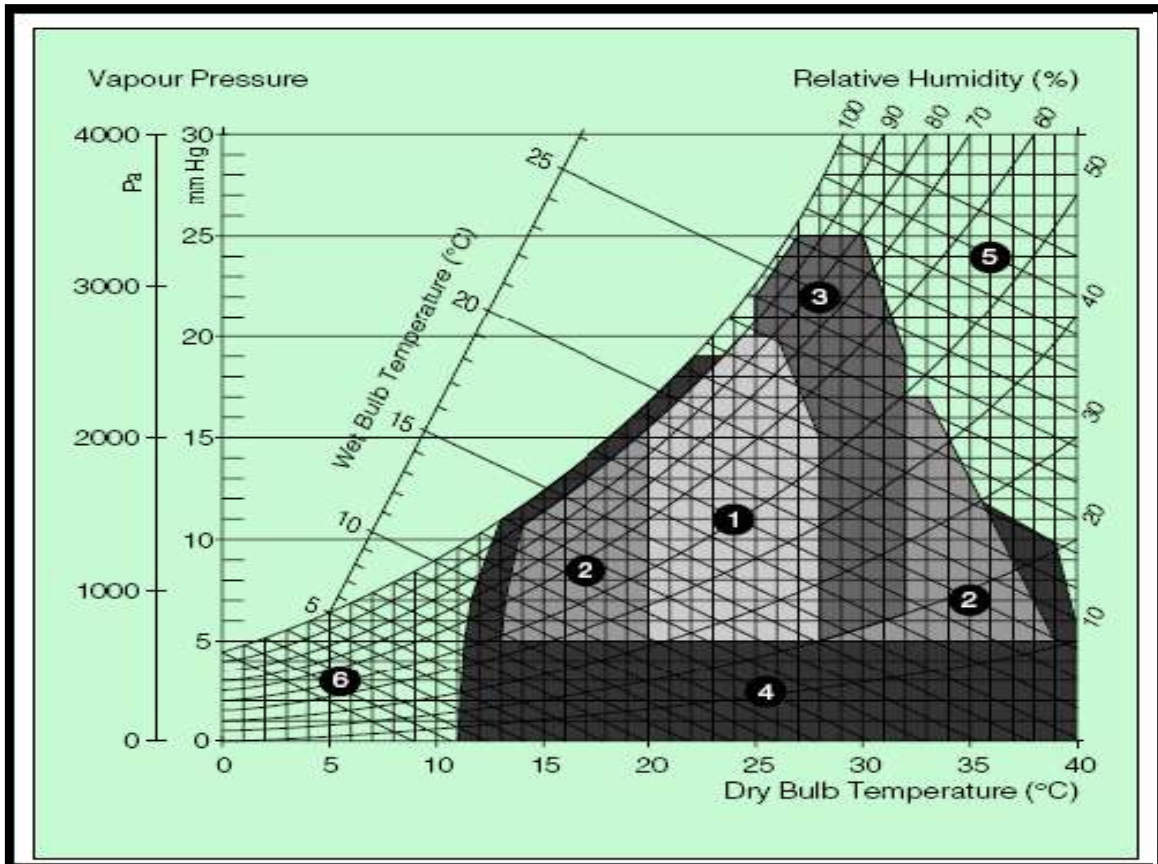
### ✚ Σχετική υγρασία:

Όταν το νερό θερμαίνεται και εξατμίζεται στο περιβάλλοντα χώρο, παρέχει ως αποτέλεσμα υγρασία στον αέρα του χώρου. Σχετική υγρασία είναι ο λόγος του ποσού της υγρασίας στον αέρα προς την υγρασία που θα περιείχε, αν ήταν κορεσμένος στην ίδια θερμοκρασία και πίεση. Σχετική υγρασία ποσοστού 40% έως 70%, δεν έχει ιδιαίτερη επίδραση στη θερμική άνεση. Σε κάθε περίπτωση, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι πάνω από 20% ώστε να εμποδίζεται η αποξήρανση των βλεννογόνων και κάτω από 80% για την αποφυγή σχηματισμού μούχλας στο κτήριο (πίνακας 4.2). [13, 14]

Πίνακας 4.2: Σχέση θερμοκρασίας-σχετικής υγρασίας για θερμική άνεση [96], (ASHRAE 55-2004).		
Περίοδος	Σχετική Υγρασία	Αποδεκτή Θερμοκρασία Χώρου (°C)
Καλοκαίρι (ελαφριά ένδυση)	30% - 60%	24,5-28 23-25,5
Χειμώνας (ζεστός ρουχισμός)	30% - 60%	20,5-25,5 20-24



Σχήμα 4.2: Ψυχομετρικό Διάγραμμα [17].



**Σχήμα 4.3:** Ένδειξη θερμικής άνεσης σε συνθήκες εσωτερικού χώρου. 1. Ζώνη Θερμικής Άνεσης, 2. Ζώνη εφαρμογής παθητικών συστημάτων θέρμανσης 3. Ζώνη Ανάγκης Αερισμού, 4. Ζώνη επίδρασης στους χρήστες 5. Ζώνη ανάγκης μηχανικής ψύξης, 6. Ζώνη Ανάγκης Θέρμανσης [26].

### Προσωπικοί παράγοντες.

#### ✚ Μεταβολισμός:

Περιγράφει τη θερμότητα που παράγεται στο σώμα μας, ως αποτέλεσμα χημικών αντιδράσεων. Όσο μεγαλύτερη είναι η φυσική δραστηριότητα του ατόμου, τόσο μεγαλύτερη θερμότητα παράγεται και τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάγκη να αποβάλει αυτή τη θερμότητα για να μην υπερθερμανθεί το σώμα. Σκοπός είναι να διατηρείται το σώμα σε μια σταθερή εσωτερική θερμοκρασία 36,5 °C. Ωστόσο, η θερμοκρασία του σώματος είναι συνήθως υψηλότερη από αυτή του περιβάλλοντος. Συνεπώς, οι αντιδράσεις μεταβολισμού συμβαίνουν συνεχώς για να αντισταθμίσουν την απώλεια θερμότητας προς το περιβάλλον.

#### ✚ Ένδυση:

Παρεμβαίνει στην ιδιότητά μας να αποβάλλουμε θερμότητα προς το περιβάλλον, για αυτό είναι πολύ σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει τη θερμική άνεση. Η θερμική αντίσταση στην ανταλλαγή θερμότητας, μεταξύ της επιφάνειας του δέρματος και της γύρω ατμόσφαιρας, που οφείλεται στο ρουχισμό, μετριέται σε clo, όπου 1 clo=0,155 m<sup>2</sup>K/Watt.



#### ✚ Θερμοκρασία Δέρματος:

Είναι συνάρτηση του μεταβολισμού, της ένδυσης, της θερμοκρασίας χώρου και άλλων παραγόντων και σε αντίθεση με την εσωτερική θερμοκρασία σώματος, αυτή δεν είναι σταθερή [13, 14]. Ένας δείκτης θερμικής άνεσης είναι ο PET (Physiological Equivalent Temperature), που δείχνει τη θερμική αίσθηση ,που έχει το άτομο σε ένα χώρο (εξωτερικό η εσωτερικό) και μετριέται σε °C (πίνακας 4.3). [3, 26, 27]

**Πίνακας 4.3:** Ισοδύναμη Φυσιολογική Θερμοκρασία- *Physiological Equivalent Temperature* -για διαφορετικούς βαθμούς θερμικής αίσθησης, για συγκεκριμένες συνθήκες (αντίσταση ενδυμασίας 0,9 clo, εσωτερική παραγωγή θερμότητας 80 W) [27].

PET (°C)	Θερμική αίσθηση
<4	Πολύ κρύο
4-8	Κρύο
8-13	Δροσιά
13-18	Ελαφριά δροσιά
18-23	Θερμική άνεση
23-29	Ελαφριά ζέστη
29-35	Ζέστη
35-41	Αρκετή ζέστη
>41	Πολύ ζέστη

Οι αποδεκτές συνθήκες για την επίτευξη θερμικά άνετου εσωτερικού περιβάλλοντος, για ένα υγιές κανονικά ενδεδυμένο άτομο με ήπια φυσική και κυρίως καθιστική δραστηριότητα, είναι οι ακόλουθες:

#### Περίοδος θέρμανσης:

- ✚ θερμοκρασία εσωτερικών χώρων:  $22 \pm 2^\circ\text{C}$
- ✚ κατακόρυφη θερμοκρασιακή διαφορά μικρότερη από  $3^\circ\text{C}$ , σε απόσταση μεταξύ 1,1 m και 0,1 m πάνω από το δάπεδο.
- ✚ θερμοκρασία επιφανείας δαπέδου:  $19-26^\circ\text{C}$  (έως  $29^\circ\text{C}$  για συστήματα θέρμανσης δαπέδου).

### Περίοδος ψύξης:

- ✚ θερμοκρασία λειτουργίας:  $24,5 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .
- ✚ κατακόρυφη θερμοκρασιακή διαφορά μικρότερη από  $3^{\circ}\text{C}$ , σε μεταξύ 1,1 m και 0,1 m πάνω από το δάπεδο.

Οι εσωτερικοί χώροι ενός κτηρίου μπορούν να διαιρεθούν σε διακριτές θερμικές ζώνες, με συγκεκριμένες συνθήκες θερμικού περιβάλλοντος. Οι ζώνες προσδιορίζονται από τα όρια επιφανειών δομικών στοιχείων (τοιχών, δαπέδων κλπ), τα οποία διαχωρίζουν κάθε ζώνη από το εξωτερικό περιβάλλον ή μία άλλη παρακείμενη ζώνη.

Η διαίρεση σε ζώνες απαιτείται σε κτήρια τριτογενούς τομέα με επιφάνεια δαπέδου μεγαλύτερη των  $1.000 \text{ m}^2$  και σε τμήματα κτηρίων μικρού μεγέθους μικτής χρήσης, όπου παρουσιάζεται μια από τις παρακάτω περιπτώσεις:

- ✚ Οι εσωτερικές θερμοκρασίες σχεδιασμού διαφορετικών χώρων του κτηρίου διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από  $5^{\circ}\text{C}$  και οι λόγοι των θερμικών κερδών προς τις θερμικές απώλειες διαφέρουν μεταξύ τους περισσότερο από 0,4.
- ✚ Οι θύρες μεταξύ διαφορετικών χώρων παραμένουν κλειστές.
- ✚ Η συνένωση παρακείμενων χώρων σε μία θερμική ζώνη θα μπορούσε να επιφέρει σημαντικές αυξήσεις στις συνολικές ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου. [7]

### Ποιότητα αέρα:

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους επηρεάζεται από την ποιότητα του εξωτερικού αέρα και την εσωτερική παραγωγή ρύπων, οι οποίοι οφείλονται στα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα χρώματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες (μαγείρεμα, καθαρισμός χώρου, κάπνισμα κλπ).

Η κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία και αποτελεί το αίτιο των «άρρωστων κτηρίων», δηλαδή των κτηρίων στα οποία οι ένοικοι παρουσιάζουν ναυτίες, λήθαργο, αλλεργίες του αναπνευστικού συστήματος, δερματικούς ερεθισμούς, πονοκεφάλους κλπ.

Το πρόβλημα της ρύπανσης του εσωτερικού αέρα οξύνθηκε μετά το 1970, όταν η εξοικονόμηση ενέργειας έγινε επιτακτική ανάγκη. Αυτό οδήγησε στην διάδοση συστημάτων για την ανακύκλωση του αέρα, τη μείωση του φυσικού αερισμού και τη χρήση πλαισίων αλουμινίου στα ανοίγματα. Τα πλαίσια αλουμινίου έχουν βέβαια σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ξύλινα (ευκολία κατασκευής, έλλειψη

συντήρησης, ελάχιστες θερμικές απώλειες κλπ), αλλά δεν επιτρέπουν τον αερισμό του χώρου με φυσικό τρόπο από τις χαραμάδες. Στην περίπτωση λοιπόν αυτή, επιβάλλεται το άνοιγμα των παραθύρων τις μεσημεριανές ώρες το χειμώνα και τις πρωινές ή βραδινές ώρες το καλοκαίρι, για την ανανέωση του αέρα.

Η διασφάλιση της καλής ποιότητας αέρα στους εσωτερικούς χώρους, επιτυγχάνεται με την ανανέωση του αέρα σε ποσότητες ανάλογα με τη χρήση των χώρων και του καθεστώτος χρήσης των κτηρίων (αριθμός ατόμων, ωράριο παρουσίας). Η ανανέωση του αέρα γίνεται είτε από τα ανοίγματα, είτε από ανεμιστήρες ή εγκαταστάσεις αερισμού. Η ελάχιστη αναγκαία ανανέωση αέρα σε χώρους χρήσης κατοικίας είναι 0,5 αλλαγές/h. Αυτό σημαίνει ότι η ελάχιστη ποσότητα φρέσκου αέρα σε  $m^3/h$  είναι ίση με το 50% του όγκου του αεριζόμενου χώρου σε  $m^3$ . Η ποσότητα αυτή εισέρχεται, συνήθως, από τις χαραμάδες των ξύλινων θυρών και παραθύρων, που αποδίδουν 2,5  $m^3/h$  για κάθε τρέχον μέτρο αρμού. Οι προτεινόμενες ανανεώσεις αέρα σε κτήρια άλλης χρήσης δίνονται στον (πίνακα 4.4).

<i>Πίνακας 4.4: Προτεινόμενες ανανεώσεις αέρα σε διάφορους χώρους.</i>	
Χώρος	Ρυθμός ανανέωσης na [αλλαγές /h]
Λουτρά	5-8
Βιβλιοθήκες	4-5
Γραφεία	4-8
Ξενώνες	5-10
Αμφιθέατρα	8-10
Εμπορικοί χώροι	4-6
Κινηματογράφοι-Θέατρα	4-6
Καταστήματα	6-8
Νοσοκομεία	15-20
Κλειστές πισίνες	3-4
Γραφεία συνεδριάσεων	6-8
Αποδυτήρια	8-10
Χώροι πωλήσεων	4-8
Χώροι συναντήσεων	5-10
Χώροι στάθμευσης αυτοκινήτων	3-6

Τέλος, η μέση ταχύτητα του αέρα σε κατοικίες και γραφεία πρέπει να είναι μικρότερη από 0,15 m/sec τον χειμώνα και 0,25 m/sec το καλοκαίρι. [7]

### Οπτική άνεση:

Η οπτική άνεση σε έναν εσωτερικό χώρο εξαρτάται από τις ποσοτικές και ποιοτικές ανάγκες του χώρου σε φωτισμό, σε συνδυασμό με τη χρήση και τις λειτουργικές απαιτήσεις του. Ανάλογα, λοιπόν, με το είδος των εργασιών ή των δραστηριοτήτων, που εκτελούνται στο εσωτερικό ενός κτηρίου, απαιτείται ο σχεδιασμός του συστήματος φωτισμού ώστε να εξασφαλίζονται τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Το πηλίκων της λαμπρότητας στο εσωτερικό ενός κτηρίου, όπως μετράτε σε ένα καθορισμένο ύψος εργασίας (συνήθως 1 m πάνω από το έδαφος), προς τη λαμπρότητα στο εξωτερικό του κτηρίου υπό συνθήκες πλήρως νεφοσκεπούς ουρανού, ονομάζεται παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ). Το μέγεθος αυτό χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό των συνθηκών οπτικής άνεσης στο εσωτερικό ενός κτηρίου και οι τιμές του δίνονται στον (πίνακα 4.5).

<i>Πίνακας 4.5: Παράγοντας φυσικού φωτισμού (ΠΦΦ) για την οπτική άνεση στο εσωτερικό των κτηρίων.</i>	
Είδος εσωτερικού χώρου	ΠΦΦ [%]
Κτήρια κατοικιών με κατακόρυφα παράθυρα στον ένα τοίχο (τιμή στο μέσον του δωματίου)	>0,75
Κτήρια γραφείων με κατακόρυφα παράθυρα στον ένα τοίχο (τιμή στο βάθος του δωματίου)	>1
Κτήρια κατοικιών με κατακόρυφα παράθυρα σε δύο γειτονικούς τοίχους (τιμή στο βάθος του δωματίου)	>1
Κτήρια γραφείων με κατακόρυφα παράθυρα σε δύο γειτονικούς τοίχους (τιμή στο βάθος του δωματίου)	>1,75
Κτήρια με φεγγίτες οροφής και για αποφυγή της υπερθέρμανσης	<10

Εκτός από τις ελάχιστες ή μέγιστες τιμές του ΠΦΦ, που πρέπει να επικρατούν σε συγκεκριμένα σημεία ενός χώρου για να υπάρχουν αποδεκτά επίπεδα φωτισμού, σημασία για την οπτική άνεση έχει η όσο γίνεται πιο ομοιογενής κατανομή των τιμών του ΠΦΦ σε όλο τον χώρο.

Η περιοχή φυσικού φωτισμού από κάθετο υαλοπίνακα, θεωρείται ότι έχει βάθος 4,5 m από την εσωτερική επιφάνεια του υαλοπίνακα και πλάτος ίσο με το πλάτος του παραθύρου, αυξημένο κατά 0,6 m από κάθε πλευρά. Σε περίπτωση παρεμβολής

διαχωριστικού, το βάθος της περιοχής ορίζεται από τον υαλοπίνακα έως το διαχωριστικό και το ύψος της θεωρείται ότι είναι ίσο με το ύψος του διαχωριστικού.

Το ανθρώπινο μάτι δεχόμενο το άμεσο φως, που εκπέμπεται από τις φωτεινές πηγές και το έμμεσο φως, που προέρχεται από την ανάκλαση του φωτός στις διάφορες επιφάνειες, τελικά προσαρμόζεται στη μέση ένταση φωτισμού του οπτικού του πεδίου. Όταν το μάτι δεχθεί φως από μια πηγή με ένταση φωτισμού πολύ μεγαλύτερη από τη μέση ένταση, χρειάζεται χρόνο για να προσαρμοστεί και το φαινόμενο αυτό ονομάζεται θάμβωση.

Για παράδειγμα, αν ο εργαζόμενος σε ένα γραφείο με κανονική ένταση φωτισμού κοιτάξει προς ένα παράθυρο, από το οποίο εισέρχεται έντονο φως, θαμβώνεται και χρειάζεται χρόνο για να προσαρμοστεί ξανά στη μέση ένταση φωτισμού του χώρου εργασίας.

Το φαινόμενο της θάμβωσης προκαλεί δυσφορία, γιατί η εικόνα του χώρου γίνεται προσωρινά θολή και κατά συνέπεια επηρεάζει αρνητικά την οπτική άνεση. Τέλος, θάμβωση προκαλεί και η ανάκλαση του φωτός από φωτεινές επιφάνειες. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται όταν πολύ έντονο φως προσπίπτει σε οθόνες υπολογιστών, οπότε η ανάκλαση του φωτός κάνει σχεδόν αδύνατη την εργασία [7, 3, 6, 45]

#### Ρύπανση από ραδόνιο:

Το ραδόνιο-222 είναι ένα ραδιενεργό αέριο, που επηρεάζει αρνητικά το εσωτερικό περιβάλλον των κτηρίων. Η μακροχρόνια ένθεση, ακόμη και σε μικρές συγκεντρώσεις ραδόνιο στον αέρα, έχει καρκινογόνο δράση. Καθώς μάλιστα είναι άοσμο, αθέατο και χωρίς γεύση, δεν είναι δυνατόν να ανιχνευθεί από τις ανθρώπινες αισθήσεις.

Το ραδόνιο δεν προέρχεται από ανθρώπινες δραστηριότητες, αλλά υπάρχει στη γη. Παράγεται από τη διάσπαση του ραδίου, που είναι ένα από τα στοιχεία στα οποία διασπάται το ουράνιο-238. Είναι λοιπόν ένα εδαφικό αέριο, που προέρχεται από την αποσάθρωση των ουρανιούχων πετρωμάτων στα διαπερατά εδάφη. Μόλις εισέλθει στην ατμόσφαιρα αραιώνεται και διασκορπίζεται, για αυτό και η συγκέντρωσή του είναι αρκετά χαμηλή. Δεν συμβαίνει όμως το ίδιο στο περιβάλλον των εσωτερικών χώρων, όπου το ραδόνιο συσσωρεύεται σε σημαντικά επίπεδα. Το μέγεθος της συγκέντρωσης στους χώρους αυτούς εξαρτάται από την κατασκευή των κτηρίων και από την ποσότητα του ραδονίου στο υποκείμενο έδαφος.

Το ραδόνιο διεισδύει στο κτήριο από τους υπόγειους χώρους ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από τα δομικά υλικά, που έχουν παραχθεί από ουρανιούχα πετρώματα. Οι οδοί από τις οποίες διεισδύει το ραδόνιο είναι οι ρωγμές στα δάπεδα, οι αρμοί στους τοίχους, οι σωλήνες αποχέτευσης των δαπέδων και τα ανοίγματα για τη διέλευση των καλωδίων. Επειδή το ραδόνιο είναι το πιο πυκνό γνωστό αέριο, τείνει να συγκεντρώνεται στις βάσεις των κτηρίων. Από τη στιγμή που εισέρχεται στο κτήριο διασπάται σε ραδιενεργά στοιχεία, δυο από τα οποία (πολώνιο-218, πολώνιο-214) εκπέμπουν σωματίδια άλφα, που προκαλούν καρκίνο των πνευμόνων.

Μεγάλες συγκεντρώσεις ραδονίου συναντώνται σε μεταμορφωμένα πυριγενή πετρώματα, όπως ο γρανίτης, ενώ ελάχιστες συγκεντρώσεις έχουμε σε ιζηματογενή πετρώματα, όπως είναι τα ασβεστολιθικά, τα οποία στην Ελλάδα είναι τα πιο συνηθισμένα. Σύμφωνα πάντα με έρευνα σε 190 σημεία στη Βόρεια Ελλάδα, που έγινε από το τμήμα Πυρηνικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών υπό τον καθηγητή κ. Θ. Γεράνιο, τα 12 σημεία ξεπερνούν τα όρια ασφαλείας και άλλα 20 βρίσκονται ακριβώς στο όριο.

Η μείωση των συγκεντρώσεων ραδονίου στους εσωτερικούς χώρους ενός κτηρίου, επιτυγχάνεται από τα παρακάτω μέτρα:

- ✚ Εντοπισμός με ανιχνευτή και σφράγισμα των σημείων εισόδου του ραδονίου στο κτήριο.
- ✚ Βελτίωση του αερισμού των υπόγειων και κατοικήσιμων χώρων, με τη διατήρηση περισσότερων ανοιχτών παραθύρων ή με τη χρήση ανεμιστήρων.
- ✚ Κατασκευή δεύτερου δαπέδου πάνω από το δάπεδο του υπογείου με ενδιάμεσο στρώμα αέρα.
- ✚ Τοποθέτηση ειδικής στεγανοποιητικής μεμβράνης (πχ. αυτοκόλλητη μεμβράνη BT-21 της γερμανικής εταιρείας CERES IT), που δημιουργεί ένα φράγμα ραδονίου από το υπέδαφος.
- ✚ Δημιουργία δικτύου φρεατίων, που συνδέονται μεταξύ τους με πλαστικούς σωλήνες και τοποθετούνται κάτω από το δάπεδο του υπογείου, τα οποία οδηγούν μέσω σωλήνα το ραδόνιο εκτός της οικοδομής.
- ✚ Επιλογή μη ραδιενεργών κατασκευαστικών υλικών.

Είναι ευνόητο ότι τα 4 τελευταία μέτρα πρέπει να εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής του κτηρίου, για αυτό και θεωρούνται προληπτικά μέτρα.

Αν και στην χώρα μας μόνο πολύ πρόσφατα άρχισε να μας απασχολεί το θέμα του ραδονίου, σε άλλες χώρες πριν πολλά χρόνια έχουν ληφθεί σημαντικές αποφάσεις και έχουν γίνει σοβαρές προσπάθειες για την αντιμετώπισή του. Χαρακτηριστικά αναφέρουμε ότι στην Τσεχία υπάρχει κρατικό δίκτυο 300.000 μετρητών ραδονίου, ενώ σε πολλές Πολιτείες των Η.Π.Α. η μέτρηση του ραδονίου είναι υποχρεωτική, πριν την έκδοση της οικοδομικής άδειας ή την αγοραπωλησία του κτηρίου. [7]

## 5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΤΗΡΙΩΝ

Αντικείμενο του ενεργειακού σχεδιασμού συνιστά η αποκατάσταση της σχέσης μεταξύ κτηρίου και του περιβάλλοντός του.

Ένα σωστά σχεδιασμένο κτήριο, όπως και τα μηχανολογικά του συστήματα, πρέπει να εκμεταλλεύεται την κλιματολογία της περιοχής του για να παρέχει τις επιθυμητές συνθήκες στο εσωτερικό του με την ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας.

Παράμετροι του ενεργειακού σχεδιασμού:

- ✚ περιβαλλοντική επίπτωση του κτηρίου.
- ✚ χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση.
- ✚ περιεχόμενη ενέργεια και ανακύκλωση.

Ο κατάλληλος σχεδιασμός πρέπει να οδηγεί σε:

- ✚ επίτευξη οικονομικής σκοπιμότητας.
- ✚ συνεισφορά στο κοινωνικό σύνολο.
- ✚ ενεργειακή αποδοτικότητα.
- ✚ ελάχιστες ενεργειακές επιπτώσεις. [7, 8, 60].

Βασικές αρχές

Ο ενεργειακός σχεδιασμός χρησιμοποιεί τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, περιορίζει την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων και αποφεύγει τη χρήση κλιματιστικών συσκευών για την ψύξη του κτηρίου. Συνεπώς, η βιοκλιματική λογική, στοχεύει άμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην προσαρμογή των κτηρίων στο περιβάλλον τους, συμβάλλοντας σημαντικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Για το σκοπό αυτό, το κτήριο πρέπει να λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, αποθήκη θερμότητας, παγίδα θερμότητας και παγίδα φυσικού δροσισμού.



Οι βασικές αρχές, που πρέπει να εφαρμόζονται στα κτήρια είναι οι ακόλουθες.

✚ Εξασφάλιση ηλιασμού τον χειμώνα.

Η 21η Δεκεμβρίου είναι η ημέρα του έτους με τη μικρότερη διάρκεια εμφάνισης του ηλιακού φωτός. Αν, λοιπόν, την ημέρα αυτή εξασφαλίζεται ο ηλιασμός του κτηρίου, τότε σίγουρα εξασφαλίζεται και όλο τον υπόλοιπο χειμώνα.

✚ Εξασφάλιση ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι.

Η ηλιοπροστασία του κτηρίου περιορίζει την επιβάρυνσή του από πρόσθετη θερμότητα, η οποία οφείλεται στην έντονη ηλιακή ακτινοβολία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

✚ Εξασφάλιση ανεμοπροστασίας τον χειμώνα.

Η ανεμοπροστασία του κτηρίου συμβάλλει στον περιορισμό της διείσδυσης του αέρα και στη μείωση των θερμικών απωλειών.

✚ Εκμετάλλευση δροσερών ανέμων το καλοκαίρι.

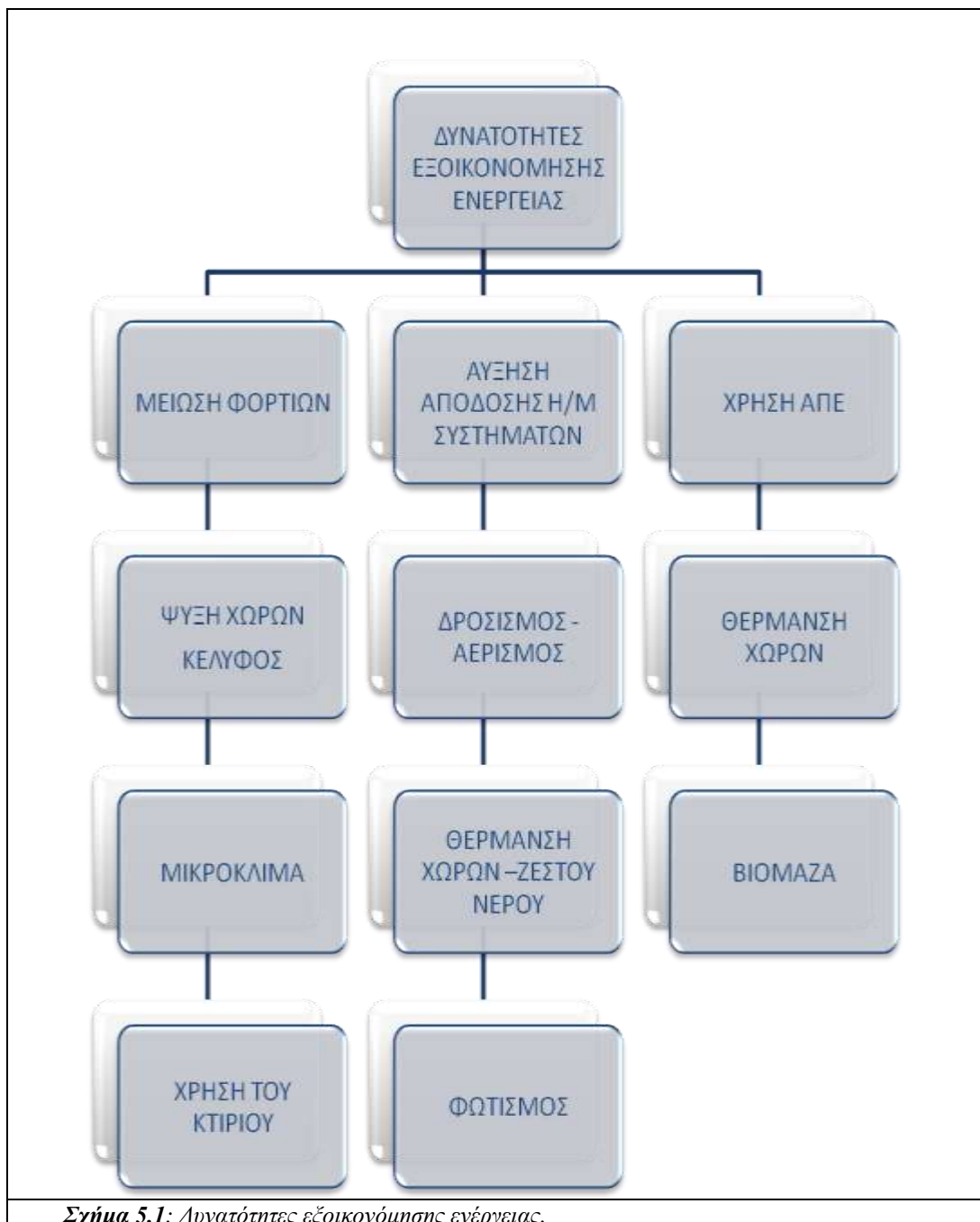
Η εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων συμβάλλει σημαντικά στο φυσικό δροσισμό του κτηρίου το καλοκαίρι.

Βασικός σκοπός είναι να μπορέσουμε να πλησιάσουμε τις ακόλουθες λειτουργίες έτσι ώστε ένα συμβατό κτήριο να το μεταστρέψουμε σε ενεργειακά αποδοτικό και φιλικό στο περιβάλλον. [7, 8, 60]

### 5.1. Δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στο υφιστάμενο κτήριο

Για να έχουμε τη δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας θα πρέπει να πετύχουμε την μείωση φορτίων την αύξηση απόδοσης Η/Μ των συστημάτων και την σωστή χρήση των Α.Π.Ε.

Στο παρακάτω (σχήμα 5.1), παρουσιάζονται αναλυτικά οι παράμετροι και για τις τρεις περίπτωσης. Οπού στην συνέχεια θα μελετήσουμε ποιο εκτενέστερα για το υφιστάμενο κτήριο.



## 5.2. Μείωση φορτίων, εξαρτάται από το κέλυφος του κτηρίου

- ✚ Προσανατολισμό του κτηρίου.
- ✚ Θερμομόνωση αδιαφανών στοιχείων.
- ✚ Θερμοπροστασία των ανοιγμάτων και πλαισίων.
- ✚ Με τα υλικά επικαλύψεων.
- ✚ Και την ηλιοπροστασία – σκιασμός του κτηρίου. [7,8,60]

### 5.2.1. Προσανατολισμός και γεωμετρικές αναλογίες

Η λειτουργία του κτηρίου ως ηλιακός συλλέκτης εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες.

Το σχήμα και το περιβάλλον ενός κτηρίου παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή συμπεριφορά του. Οι παράγοντες αυτοί μπορούν να προκαλέσουν εισροή ηλιακών κερδών όταν ο δροσισμός είναι απαραίτητος, ή απώλειες θερμότητας όταν υπάρχει ανάγκη για συλλογή θερμικής ενέργειας. Δυο κτήρια με τον ίδιο όγκο και κατασκευασμένα από τα ίδια υλικά είναι δυνατόν να παρουσιάσουν τελείως διαφορετική ενεργειακή συμπεριφορά αν διαφέρει το σχήμα, ο περιβάλλον χώρος, αλλά και ο προσανατολισμός τους.

Η τοποθέτηση (χωροθέτηση), ενός κτηρίου στο οικόπεδο πρέπει να είναι τέτοια ώστε να λαμβάνει υπόψη τις τροχιές του ήλιου, τη διάρκεια ηλιασμού και την ένταση της θερμικής ακτινοβολίας. Πολύτιμο εργαλείο αποτελούν οι ηλιακοί χάρτες, οι οποίοι μπορούν να βοηθήσουν στον καθορισμό του ανάγλυφου του περιβάλλοντος για το συγκεκριμένο οικόπεδο, καθώς επίσης και να ορίσουν τις ανάγκες σε σκιασμό από δέντρα ή γειτονικά κτήρια. Οι νότιες προσόψεις είναι οι πιο αξιόλογες, όσον αφορά στη δυνατότητα συλλογής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα και αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού.

Το σχήμα του κτηρίου, όπως είναι αναμενόμενο, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος και τις κλιματολογικές συνθήκες μιας περιοχής. Ο λόγος της συνολικής επιφάνειας ενός κτηρίου προς τον όγκο του είναι ένας σημαντικός παράγοντας που καθορίζει τα ηλιακά κέρδη και τις θερμικές απώλειες ενός κτηρίου. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια ενός κτηρίου τόσο μεγαλύτερα τα κέρδη/απώλειες. Ελάχιστος λόγος επιφάνειας προς όγκο από την άλλη μεριά, οδηγεί σε ελάχιστα κέρδη και ελάχιστες απώλειες. Το κτήριο σε σχήμα κύβου, αν και παρουσιάζει συνεπτυγμένο σχήμα δεν είναι το βέλτιστο, διότι για

παράδειγμα δεν συμβάλλει στην προστασία των δυτικών τοίχων από την υπερθέρμανση. Ως βέλτιστο σχήμα θεωρείται το επίμηκες κατά τον άξονα ανατολής-δύσης. Το σχήμα αυτό εξασφαλίζει μεγαλύτερη επιφάνεια προς το νότο για τη συλλογή ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα και τον ελάχιστο ηλιασμό το καλοκαίρι. [2,3,5,6,7,8,22]

Συνεπώς, ο βέλτιστος προσανατολισμός ενός κτηρίου για την εύκρατη ζώνη θεωρείται ο νότιος. Φυσικά το πρόβλημα του προσανατολισμού εξαρτάται και από την τοπογραφία μιας περιοχής, τους πολεοδομικούς περιορισμούς, τον άνεμο και την ηλιακή ακτινοβολία, καθώς επίσης και από την προσπάθεια μείωσης του θορύβου

Επίσης, ένα κτήριο 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 συμβάλλει στο να δίνει μια πρόσθετη θερμική αντίσταση στο περίβλημα του κτηρίου.

Πέρα από τα ηλιακά κέρδη, ο προσανατολισμός ενός κτηρίου σχετίζεται και με τις συνθήκες φυσικού φωτισμού. Μια κατοικία πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε να εκμεταλλεύεται όσο το δυνατόν περισσότερο το φως κατά τη διάρκεια της μέρας. Ο σωστός προσανατολισμός του σπιτιού είναι εκείνος που εξασφαλίζει, επίσης, την ποσότητα και την ποιότητα του φωτός που εισέρχεται στους εσωτερικούς χώρους.

Επίσης σημαντικός είναι ο τρόπος διαρρύθμισής των χώρων, ο οποίος πρέπει να γίνεται με βάση το βαθμό δραστηριότητας που πραγματοποιείται. Έτσι, οι χώροι συχνής χρήσης με υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις προσανατολίζονται προς τον νότο, ενώ οι υπόλοιποι προς τη βόρεια πλευρά του κτηρίου. Για τα εύκρατα κλίματα στην βορινή πλευρά του κτηρίου, η οποία είναι η ψυχρότερη και η πιο σκοτεινή, πρέπει να τοποθετούνται χώροι μικρότερης χρήσης, όπως αποθήκες, κλιμακοστάσια και γκαράζ. Οι χώροι αυτοί προστατεύουν το υπόλοιπο κτήριο, λειτουργούν ως χώροι ανάσχεσης και μετριάζουν τις εξωτερικές θερμοκρασιακές συνθήκες.

Τα υπόγεια και οι σοφίτες μπορούν να επιτελούν παρεμφερείς λειτουργίες. Για να λειτουργούν πιο αποτελεσματικά αυτοί οι χώροι, καλό είναι να υπάρχει μόνωση μεταξύ αυτών των τμημάτων του κτηρίου από τα άλλα τμήματα που θερμαίνονται καλύτερα.

Στη νότια πλευρά, που δέχεται το μεγαλύτερο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας κατά το χειμώνα και το ελάχιστο κατά το θέρος, μπορούν να προσαρτηθούν θερμοκήπια και βεράντες που συμβάλλουν στη δέσμευση της θερμικής ενέργειας, καθώς επίσης να

τοποθετηθούν οι αίθουσες καθημερινής χρήσης όπως τα σαλόνια, η τραπεζαρία και η κουζίνα που έχουν ανάγκες σε φωτισμό και θέρμανση. [2,3,6]

Ένα κτήριο ανάλογα με την μορφή του, χαρακτηρίζεται κλειστό όταν η επιφάνεια των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους είναι πολύ μεγάλη συγκριτικά με την επιφάνεια, που καταλαμβάνουν τα ανοίγματα (διαφανή στοιχεία). Αντίθετα, όταν οι επιφάνειες των αδιαφανών και διαφανών στοιχείων είναι συγκρίσιμες, τότε το κτήριο χαρακτηρίζεται ανοιχτό.

Η ανοιχτή μορφολογία επιλέγεται όταν το κτήριο έχει νότιο ή νοτιοανατολικό προσανατολισμό και οι συνθήκες δόμησης επιτρέπουν τον ηλιασμό του κτηρίου, έτσι ώστε να αξιοποιούνται τα θερμικά ηλιακά κέρδη. Φυσικά, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερα προσοχή στον κατάλληλο σκιασμό του κτηρίου το καλοκαίρι, καθώς και στη χρήση θερμομονωτικών υαλοπινάκων, τα οποία περιορίζουν τις θερμικές απώλειες τον χειμώνα.

Η επιλογή της κλειστής μορφολογίας απαιτεί καλή θερμομόνωση των αδιαφανών στοιχείων του κελύφους (τοίχοι, οροφή κ.λπ.), γιατί η μείωση των θερμικών απωλειών μπορεί να αντισταθμίσει τα περιορισμένα ηλιακά κέρδη.

Ενώ τα κτήρια που είναι πανταχόθεν ελεύθερα ή βρίσκονται στο τέλος μίας σειράς κτηρίων, έχουν μεγαλύτερες θερμικές απώλειες σε σχέση με τα κτήρια, που έχουν μικρότερη επιφάνεια σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Οι απώλειες αυτές μπορούν να περιορισθούν με τη βελτίωση της θερμομόνωσης ή να αντισταθμιστούν με την αύξηση των ηλιακών θερμικών κερδών (πχ μέσω της χρήσης νοτίων ανοιγμάτων).

Τέλος, τα κτήρια που βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος, έχουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα κτήρια με πυλωτή. Διάφορες μελέτες έχουν δείξει ότι τα κτήρια με πυλωτή έχουν 5% μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και δροσισμό. Αυτό οφείλεται στην αργή μεταβολή της θερμοκρασίας του εδάφους, λόγω της μεγάλης θερμοχωρητικότητάς του. Έτσι, σε ορισμένο βάθος, το έδαφος είναι πιο θερμό από τον ατμοσφαιρικό αέρα τον χειμώνα και πιο δροσερό το καλοκαίρι. [7,8,60]

### 5.2.2. Θερμομόνωση αδιαφανών στοιχείων

#### Λειτουργία κτηρίου ως αποθήκη θερμότητας:

Όταν το κτήριο λειτουργεί ως ηλιακός συλλέκτης, θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να συγκρατήσει τη θερμότητα που δέχτηκε, να την αποθηκεύσει και τελικά, να την επαναποδοθεί στη διάρκεια της νύχτας.

Η αποθήκη θερμότητας είναι το κέλυφος του κτηρίου (τοιχοί, δάπεδο, οροφή) και τα εσωτερικά χωρίσματα. Όλα τα δομικά υλικά απορροφούν και αποθηκεύουν θερμότητα καθώς θερμαίνονται, η ποσότητα της οποίας εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα του υλικού.

Λέγοντας θερμοχωρητικότητα εννοούμε την ικανότητα ενός υλικού ή ενός δομικού στοιχείου να αποθηκεύει θερμότητα που δέχεται από το περιβάλλον μέσα στην μάζα του και να την αποδίδει βαθμιαία με σημαντική χρονική καθυστέρηση. Η θερμοχωρητικότητα είναι ανάλογη της μάζας ή της πυκνότητας και της ειδικής θερμότητας του υλικού.

Η θερμική αδράνεια, είναι ο ρυθμός με τον οποίο ένα δομικό στοιχείο απορροφά ή αποβάλλει θερμότητα και εξαρτάται από το πάχος και τη θερμοχωρητικότητα του στοιχείου. Η θερμική αδράνεια της κατασκευής επιβραδύνει τη μεταφορά θερμότητας στον εσωτερικό χώρο για αρκετές ώρες, μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία αρχίσει να μειώνεται. Τότε όμως το κτήριο μπορεί να αποβάλλει το επιπλέον θερμικό φορτίο με φυσικό αερισμό και ακτινοβολία προς το περιβάλλον.

Η χρονική καθυστέρηση προσδιορίζεται από τη χρονική διάρκεια, που μεσολαβεί από τη στιγμή της μέγιστης εξωτερικής θερμοκρασίας μέχρι τη στιγμή της μέγιστης επιφανειακής εσωτερικής θερμοκρασίας του τοιχώματος και εκφράζεται σε ώρες. Η χρονική καθυστέρηση είναι ένα μέγεθος με μεγάλη σημασία, που εξαρτάται από τη θερμοχωρητικότητα και το συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του δομικού στοιχείου και χαρακτηρίζει τη θερμική αδράνεια της κατασκευής. Η μεγάλη θερμοχωρητικότητα και ο μικρός συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εξασφαλίζουν μεγάλη χρονική καθυστέρηση. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι μεγάλα ποσά θερμότητας αποθηκεύονται στην μάζα του δομικού στοιχείου και μεταδίδονται με αργό ρυθμό προς το εσωτερικό του κτηρίου. Καθυστερεί, δηλαδή, η άνοδος της εσωτερικής θερμοκρασίας του χώρου, μέχρις ότου η εξωτερική θερμοκρασία αρχίσει να μειώνεται! Τότε όμως το κτήριο μπορεί να αποβάλλει το επιπλέον θερμικό φορτίο με φυσικό αερισμό και ακτινοβολία προς το περιβάλλον! Έτσι, κατά τη διάρκεια του χειμώνα η αποθηκευμένη θερμότητα αποδίδεται στο

εσωτερικό του κτηρίου αργά το απόγευμα ή το βράδυ, όταν χρειάζεται περισσότερο, ενώ το καλοκαίρι αποδίδεται τις βραδινές ώρες που γίνεται χρήση του φυσικού αερισμού. Ακόμα όμως και στην περίπτωση κατά την οποία χρησιμοποιείται σύστημα κλιματισμού, το μέγιστο ψυκτικό φορτίο δεν συμπίπτει χρονικά με τη μέγιστη ζήτηση ενέργειας (πρόβλημα υπερφόρτωσης ηλεκτρικού δικτύου), επειδή καθυστερεί σημαντικά ο χρόνος που παρουσιάζεται η μέγιστη εσωτερική θερμοκρασία.

Οπότε ο προσδιορισμός της χρονικής καθυστέρησης για κάθε εξωτερικό τοίχο ή την οροφή γίνεται με την ακόλουθη μέθοδο. Και στο (πίνακα 5.2), αναφέρονται όλα τα υλικά και πάχη του για τον προσδιορισμό της χρονικής καθυστέρησης.

- ✚ Προσδιορίζουμε τη διακύμανση της εξωτερικής θερμοκρασίας για μία χαρακτηριστική ημερομηνία της συγκεκριμένης περιοχής και σχεδιάζουμε την καμπύλη σε συνάρτηση με το χρόνο.
- ✚ Καθορίζουμε τα όρια της ζώνης άνεσης (συνήθως 20-28 οC).
- ✚ Υπολογίζουμε το πρόσθετο θερμικό φορτίο από την ηλιακή ακτινοβολία και το απεικονίζουμε σε διάγραμμα.
- ✚ Η χρονική καθυστέρηση σε ώρες είναι ο χρόνος, που μεσολαβεί ανάμεσα στη μέγιστη εξωτερική θερμοκρασία και τη στιγμή που η εσωτερική θερμοκρασία βρίσκεται κάτω από τη ζώνη άνεσης.
- ✚ Γνωρίζοντας τη χρονική καθυστέρηση καθορίζουμε τα υλικά κατασκευής και το συγκεκριμένο πάχος τους. [7,8,60]

**Πίνακας 5.2:** Χρονική καθυστέρηση και συντελεστής μείωσης θερμοκρασίας δομικών υλικών.

Πάχη [mm]	50		100		150		200		300	
	τ[h]	μt[-]	τ[h]	μt[-]	τ[h]	μt[-]	τ[h]	μt[-]	τ[h]	μt[-]
Σκυρόδεμα	1,3	0,67	3,0	0,45	4,4	0,30	6,1	0,20	9,2	0,09
Πλινθοδομή	-	-	2,4	0,48	4,0	0,34	5,2	0,24	8,1	0,12
Ξυλεία	2,5	0,48	5,4	0,23	8,3	0,11	-	-	-	-
Ορυκτοβάμβακας	2,5	0,48	5,3	0,22	-	-	-	-	-	-

Προτείνεται χρονική καθυστέρηση 8h για τη νότια και δυτική πλευρά του κτηρίου και 14 h για την ανατολική πλευρά, έτσι ώστε η απελευθέρωση της θερμότητας να γίνει αργά το απόγευμα. Στη βορεινή πλευρά δεν υπάρχει πρακτικά ανάγκη για χρονική καθυστέρηση, αφού η επιφάνεια αυτή έχει μικρά θερμικά κέρδη. Τέλος, η χρονική

καθυστέρηση της οροφής πρέπει να είναι 12-13 h με ελάχιστη τιμή 9,5 h. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιπρόσθετη μόνωση.

Η χρονική καθυστέρηση έχει ιδιαίτερη σημασία για την οροφή, επειδή η επιφάνεια αυτή είναι εκτεθειμένη στην ηλιακή ακτινοβολία για το μεγαλύτερο διάστημα της ημέρας. Οι θολωτές οροφές αποτελούν έξυπνες λύσεις για ξηρά και θερμικά κλίματα, επειδή το κέλυφος ενός ημισφαιρικού θόλου έχει σχεδόν τριπλάσια επιφάνεια από τη βάση του. Αυτό σημαίνει ότι η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία διανέμεται σε τριπλάσια επιφάνεια σε σχέση με την οριζόντια στέγη. Έτσι, μετριάζεται το θερμικό φορτίο, που επιβαρύνει το κτήριο και γίνεται συντομότερα η αποβολή της θερμότητας προς την ατμόσφαιρα τις νυχτερινές ώρες. [7,8,60]

#### Λειτουργία κτιρίου ως παγίδα θερμότητας:

Το κτήριο πρέπει να λειτουργεί και ως παγίδα θερμότητας, δηλαδή να έχει τη δυνατότητα να παγιδεύσει τη θερμότητα, που δέχτηκε και αποθήκευσε στο εσωτερικό του, έτσι ώστε να περιοριστούν στο ελάχιστο οι απώλειες θερμότητας.

Σύμφωνα με ανάλυση του Κέντρου Ενεργειακών Σπουδών, Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Ινδίας προκύπτει η ακόλουθη ενεργειακή ανάλυση. Η απώλεια θερμότητας σε ένα κτήριο γίνεται με τρεις τρόπους:

- ✚ Με αγωγιμότητα, μέσα από τα δομικά στοιχεία (τοιχοί, οροφή, δάπεδο, ανοίγματα).
- ✚ Με μετάβαση, λόγω της κίνησης του αέρα μέσα από τους αρμούς στα πλαίσια των ανοιγμάτων ή από τα ανοίγματα.
- ✚ Με ακτινοβολία από το κέλυφος του κτηρίου, όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από την εξωτερική.

Ο περιορισμός των θερμικών απωλειών εξασφαλίζει με τα ακόλουθα μέτρα.

- ✚ Μείωση των εκτεθειμένων πλευρών του κτηρίου προς το Βορά, καλύπτοντας ακόμη και με χώμα τμήμα της βορεινής όψης.
- ✚ Προστασία των εκτεθειμένων πλευρών του κτηρίου από τους ψυχρούς ανέμους με βλάστηση ή δέντρα.
- ✚ Τοποθέτηση θερμομόνωσης στα δομικά στοιχεία για τη μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας.



- ✚ Χρήση διπλών υαλοπινάκων στα βορεινά ανοίγματα.
- ✚ Μείωση των ανοιγμάτων στη βορεινή όψη του κτηρίου.
- ✚ Στεγάνωση των αρμών στα πλαίσια των ανοιγμάτων.
- ✚ Νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων με ρολά ή παντζούρια. [7,8,60]

#### Λειτουργία κτηρίου ως παγίδα φυσικού δροσισμού:

Τους καλοκαιρινούς μήνες η εξωτερική θερμοκρασία είναι υψηλή, το κτήριο απορροφά πολύ περισσότερη θερμότητα και υπάρχει κίνδυνος να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στο εσωτερικό του. Οι απαραίτητες προϋποθέσεις για να λειτουργήσει το κτήριο ως παγίδα φυσικού δροσισμού είναι η θερμική αδράνεια της κατασκευής, η ηλιοπροστασία του κτηρίου και των ανοιγμάτων και ο φυσικός αερισμός.

Ειδικότερα, οι κατηγορίες δομικών στοιχείων είναι:

- ✚ Δάπεδα επί εδάφους.
- ✚ Δάπεδα πάνω από pilotis.
- ✚ Ενδιάμεσα δάπεδα ορόφων.
- ✚ Υπόγεια τοιχία.
- ✚ Τοιχοποιίες.
- ✚ Υποστυλώματα –Δοκάρια –Τοιχία.
- ✚ Επίπεδα δώματα.
- ✚ Επικλινείς στέγες. [7,8,60]

#### Θερμομονωτικά υλικά:

Θερμομονωτικά υλικά ονομάζονται τα υλικά εκείνα, που έχουν μικρό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  (συνήθως  $\lambda < 0.1 \text{ w/m k}$ ).

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι η ποσότητα θερμότητας, που περνάει μέσα σε 1h από ομοιογενές υλικό πάχους 1m όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των δύο παράλληλων επιφανειών του υλικού είναι 1°C. Οι μονάδες μέτρησης του συντελεστή  $\lambda$  είναι το  $[\text{kcal/h m}^\circ\text{C}]$  στο Τεχνικό Σύστημα και το  $[\text{w/m k}]$  στο Διεθνές Σύστημα (SI), με σχέση μετατροπής  $1 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C} = 1.163 \text{ w/m k}$ .

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι ένα μέγεθος με μεγάλη σημασία γιατί καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του υλικού. Όσο πιο μικρό είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, τόσο πιο θερμομονωτικό είναι το υλικό στο οποίο αναφέρεται.

Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας ( $\lambda=0,021 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$ ). Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα, στην παρουσία στο εσωτερικό τους ενός μεγάλου αριθμού πολύ μικρών κυψελίδων, που περιέχουν παγιδευμένο αέρα.

Για την εκλογή του θερμομονωτικού υλικού λαμβάνουμε υπό όψη μας τις φυσικές του ιδιότητες (διαπερατότητα σε υδρατμούς, σκληρότητα, πυροπροστασία, ηχομόνωση, διάρκεια ζωής, προσβολή από τρωκτικά κτλ.), αλλά και άλλους παράγοντες όπως το κόστος αγοράς, η επάρκεια, οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης κτλ.

Οι βασικές ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών είναι οι ακόλουθες:

#### 1. Θερμοκρασία.

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας αυξάνεται με τη θερμοκρασία, οπότε μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού. Για θερμοκρασίες μέχρι  $100^\circ\text{C}$  χρησιμοποιούνται συνήθως οργανικά υλικά. Από  $100-500^\circ\text{C}$  χρησιμοποιούνται συνήθως οργανικά υλικά και από  $500-800^\circ\text{C}$  χρησιμοποιούνται, κατά προτίμηση, μονωτικά υλικά από γη διατομών. Για μεγαλύτερες θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται αποτελεσματικά υλικά με αυξημένη πυραντίσταση. Τέλος, κατάλληλα υλικά για τις ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι ο εμποτισμένος φελλός, οι αφρώδεις ρητίνες και ο πετροβάμβακας.

#### 2. Υγρασία:

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας αυξάνεται με τη υγρασία, οπότε μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού. Το φαινόμενο αυτό εξηγείται εύκολα αν σκεφτούμε ότι η θερμική αγωγιμότητα του νερού ( $\lambda=0,571\text{w/m}^\circ\text{K}$ ) είναι 24 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του ακίνητου αέρα ( $\lambda=0,024\text{w/m}^\circ\text{K}$ ). Ακόμη πιο καταστροφικός είναι ο παγετός. Σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από  $0^\circ\text{C}$  το νερό μετατρέπεται σε πάγο, αυξάνοντας τον όγκο του κατά 10% του αρχικού. Έτσι, στα εμποτισμένα με νερό μονωτικά υλικά, έχουν διαραγή του ιστού και σταδιακή αποσάθρωση. Τα ανόργανα ινώδη μονωτικά υλικά (υαλοβάμβακας, πετροβάμβακας, σκωριοβάμβακας) επηρεάζονται από την υγρασία, ενώ τα οργανικά αφρώδη μονωτικά υλικά (πολυουρεθάνη, διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη) είναι αδιάβροχα.

### 3. Ηλιακή ακτινοβολία:

Τα αφρώδη οργανικά μονωτικά υλικά (κυρίως πολυστερινικά και πολυουρεθανικά) κινδυνεύουν άμεσα από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας, όταν παραμένουν επί μακρόν εκτεθειμένα σε αυτήν. Έχουμε σταδιακή αλλοίωση του υλικού, μείωση της αντοχής του και απώλεια των θερμομονωτικών ιδιοτήτων.

### 4. Χημική συμπεριφορά:

Ορισμένα οργανικά μονωτικά υλικά προσβάλλονται από χημικούς διαλύτες (βενζίνη, βενζόλιο, ασετόν), καθώς επίσης και τα περισσότερα αφρώδη οργανικά υλικά επηρεάζονται από την πίσσα και τη ρευστή άσφαλτο. Για αυτό, οι ασφαλικές μεμβράνες στα δώματα, δεν πρέπει να επικολλώνται πάνω σε μονωτικά υλικά πολυστερινικής προέλευσης.

### 5. Πυραντίσταση:

Όλα σχεδόν τα ανόργανα μονωτικά υλικά παρουσιάζουν πολύ καλή συμπεριφορά στη φωτιά, σε αντίθεση με τα περισσότερα οργανικά μονωτικά υλικά, που κατατάσσονται στην κατηγορία των καυστών υλικών.

### 6. Μηχανική αντοχή:

Η αντοχή των μονωτικών υλικών σε θλιπτικά ή εφελκυστικά φορτία είναι πολύ σημαντική όταν

- ✚ η τοιχοποιία είναι φέρουσα και το μονωτικό υλικό ανήκει στα φέροντα στοιχεία της (θερμομονωτικά τούβλα) και

- ✚ το μονωτικό υλικό τοποθετηθεί σε ψευδοροφές με μεγάλα ανοίγματα.

Τα οργανικά αφρώδη μονωτικά υλικά έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή από τα ανόργανα ινώδη. Τα θερμομονωτικά υλικά διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ✚ Ανόργανα υλικά:

Διογκωμένος περλίτης, Υαλοβάμβακας, Πετροβάμβακας, Ορυκτοβάμβακας, Θερμομονωτικά τούβλα, Μονωτικά σκυροδέματα, Διογκωμένη άργιλος κτλ.

- ✚ Οργανικά υλικά:

Ξυλόμαλλο, Γη διατομών, Πολυουρεθάνη, Διογκωμένη πολυστερίνη, Εξηλασμένη πολυστερίνη, Πολυστυρόλη, Φαινολική ρητίνη, Διογκωμένος φελλός κτλ.

Ανάλογα με το υλικό κατασκευής τους, το πάχος τους, τη χρήση και τις απαιτήσεις των χώρων που περικλείουν, οι εξωτερικοί τοίχοι θερμομονώνονται με πέντε τρόπους. Κάθε τρόπος παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οπότε η τελική επιλογή πρέπει να γίνει με κριτήρια τις ειδικές λειτουργικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις του κτηρίου.

Η θέση της θερμομόνωσης μπορεί να είναι:

- ✚ Εξωτερική
- ✚ Εσωτερική
- ✚ Στο πυρήνα της τοιχοποιίας
- ✚ Τοίχο από θερμομονωτικά τούβλα (δηλαδή ίδιο το δομικό στοιχείο ως θερμομονωτικό)
- ✚ Αεριζόμενη θερμομόνωση τοίχου prokelyfos

Εμείς θα μελετήσουμε την εξωτερική θερμομόνωση τοίχων για τα υφιστάμενα κτήρια.

Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων-κολώνες-δοκάρια.

Το μονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του τοίχου και προστατεύεται από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες. Η εσωτερική πλευρά του τοίχου φέρει επίχρισμα.

#### Μειονεκτήματα

1. Απαιτείται ειδική προστασία του μονωτικού υλικού από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.
2. Δύσκολη εφαρμογή όταν οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
3. Αδυναμία εφαρμογής σε κτήρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
4. Αργή θέρμανση του χώρου.

#### Πλεονεκτήματα

1. Η θερμοχωρητικότητα του τοίχου είναι εκμεταλλεύσιμη και ο χώρος ψύχεται με αργό ρυθμό.
2. Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών, ιδιαίτερα στις πλάκες, τα δοκάρια και τις κολώνες.
3. Κατά την τοποθέτηση δεν παρεμποδίζεται η λειτουργία των εσωτερικών χώρων.

4. Το κέλυφος προστατεύεται από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.
5. Αρκετές φορές το φράγμα υδρατμών δεν είναι απαραίτητο.

Θερμομόνωση οροφής.

Η σωστή θερμομόνωση της οροφής, κεκλιμένης ή επίπεδης, είναι σημαντική για τη βέλτιστη ενεργειακή συμπεριφορά όλου του κτηρίου. Οι βασικές απαιτήσεις, που πρέπει να καλύπτει η οροφή είναι οι ακόλουθες:

- ✚ Υδατοστεγανότητα για να προστατεύει το κτήριο από τη βροχή και την υγρασία.
- ✚ Σωστή κλίση για να ευνοείται η απομάκρυνση του νερού της βροχής.
- ✚ Θερμική προστασία στο εσωτερικό του κτηρίου, τόσο το χειμώνα όσο και το καλοκαίρι.

Η θερμομόνωση της επίπεδης οροφής γίνεται με τέσσερις τρόπους, καθένας από τους οποίους παρουσιάζει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, οπότε η τελική επιλογή πρέπει να γίνει με κριτήρια τις ειδικές λειτουργικές και κατασκευαστικές απαιτήσεις του κτηρίου. Η θέση της θερμομόνωσης μπορεί να είναι, εξωτερική είτε εσωτερική (συμβατικό δώμα), η σε ανεστραμμένο δώμα η με αεριζόμενη θερμομόνωση δώματος prokelyfos.

Θερμομόνωση δαπέδου:

Το δάπεδο ενός κτηρίου έρχεται σε επαφή με το έδαφος, με μη θερμαινόμενο χώρο (υπόγειο) ή με το εξωτερικό περιβάλλον (πυλωτή). Η μόνωση του δαπέδου, που έρχεται σε επαφή με το έδαφος δεν είναι συνήθως απαραίτητη, καθώς η θερμοκρασία του εδάφους μεταβάλλεται αργά και είναι μεγαλύτερη από την εξωτερική θερμοκρασία τον χειμώνα και μικρότερη από αυτή το καλοκαίρι. Ειδικά στα θερμά κλίματα η έλλειψη μόνωσης βοηθά στην απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας στο έδαφος.

Απαραίτητη θεωρείται η μόνωση όταν το έδαφος είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο ή με πυλωτή. Το θερμομονωτικό υλικό είναι προτιμότερο να τοποθετείται στην εξωτερική πλευρά του δαπέδου, έτσι ώστε η θερμότητα να αποθηκεύεται στην μάζα του.

### 5.2.3. Θερμοπροστασία ανοιγμάτων και πλαισίων

Το γυαλί είναι μία εξαιρετική πηγή θερμικών κερδών και γενικά παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα στην θερμομονωτικές του ιδιότητες. Σήμερα είναι διαθέσιμοι υαλοπίνακες με αυξημένη απόδοση όπως:

- ✚ Οι διπλοί ή τριπλοί υαλοπίνακες με πλήρωση αερίων χαμηλής αγωγιμότητας στον ενδιάμεσο χώρο.
- ✚ Τα υαλοστάσια με ανακλαστικές επιστρώσεις που ελαττώνουν τα θερμικά κέρδη και την θάμβωση.
- ✚ Οι επιστρώσεις μικρού συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (LOW-e).
- ✚ Οι επιστρώσεις με φασματική επιλεκτικότητα.
- ✚ Οι ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες.
- ✚ Οι υαλοπίνακες υγρών κρυστάλλων, οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες.
- ✚ Οι φωτοχρωμικοί υαλοπίνακες.
- ✚ Οι υαλοπίνακες που διαχέουν το φως.

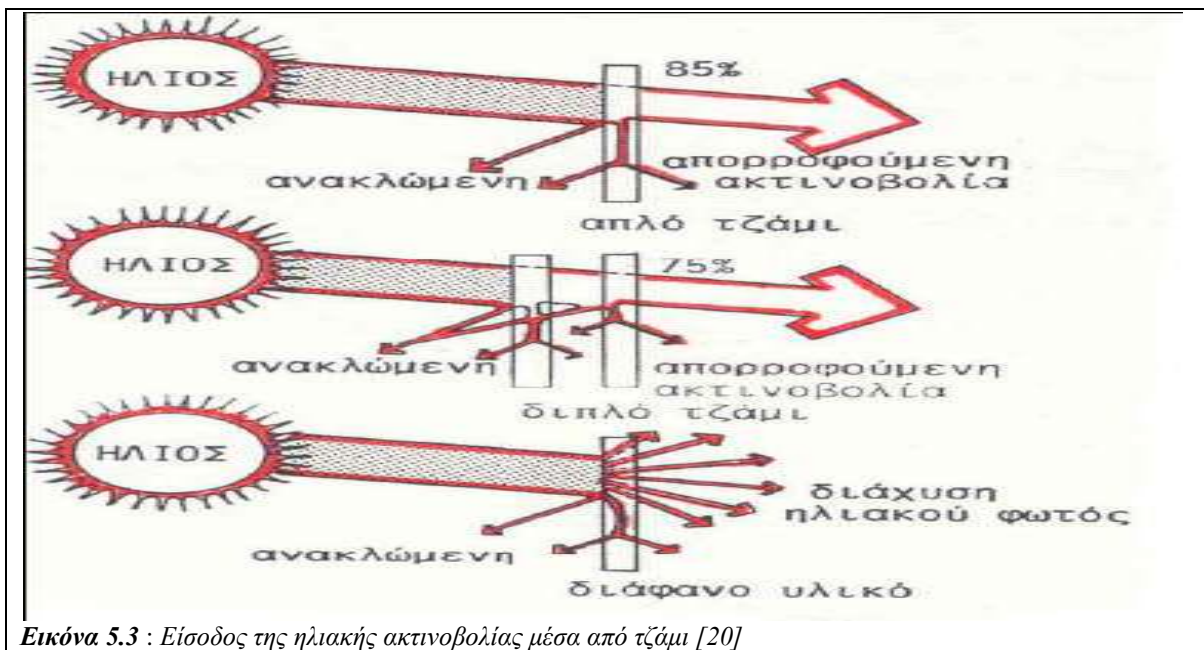
Η επιλογή των κουφωμάτων, ως προς τον τρόπο λειτουργίας (ανοιγόμενα, συρόμενα) και το υλικό (αλουμίνιο, συνθετικά υλικά, ξύλο), σχετίζεται με κριτήρια αρχιτεκτονικής λειτουργικότητας και κόστους. Η ύπαρξη πιστοποίησης των θερμομονωτικών και ηχομονωτικών ιδιοτήτων τους είναι αναγκαία. Για τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας προτείνεται η εγκατάσταση ανοιγόμενων πλαισίων με θερμοδιακοπή και διπλούς υαλοπίνακες.

Όταν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει σε μια διαφανή ή ημιδιαφανή επιφάνεια ενός κτηρίου, ένα μέρος της ανακλάται, ένα άλλο τμήμα της απορροφάται από την επιφάνεια και τελικά το υπόλοιπο μεταδίδεται άμεσα.

Η ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται επανεκπέμπεται προς το εσωτερικό, είτε με ακτινοβολία, είτε με μεταφορά.

Τα ηλιακά κέρδη εξαρτώνται από το υλικό με το οποίο είναι φτιαγμένο το στοιχείο, από την επιφάνεια του, τη γωνία πρόσπτωσης των ηλιακών ακτινών και φυσικά από τη διαθέσιμη ακτινοβολία που σχετίζεται με τον προσανατολισμό, την τοπογραφία του κτηρίου και την υπάρχουσα σκίαση. [2,6]

Με βάση αυτές τις αρχές, ο πιο απλός τρόπος για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας και την εκμετάλλευσή της για θέρμανση των χώρων, είναι η δημιουργία γυάλινων ανοιγμάτων σε ένα κτήριο, με σωστό προσανατολισμό και διαστασιολόγηση. Πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι το γυαλί είναι μη θερμομονωτικό υλικό (δεν αποθηκεύει εύκολα τη θερμική ενέργεια). Παρακάτω στην (εικόνα 5.3), παρατηρούμε την ηλιακή ακτινοβολία πως προσπίπτει σε τρεις διαφορετικές υάλινες επιφάνειες και πως εισέρχεται στο εσωτερικό του κτηρίου.



Εικόνα 5.3 : Είσοδος της ηλιακής ακτινοβολίας μέσα από τζάμι [20]

Τώρα αν οι θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου είναι 20°C και εξωτερικά επικρατεί θερμοκρασία 0°C, τότε οι θερμικές απώλειες του γυαλιού σε σύγκριση με τοιχοποιία με θερμομόνωση είναι συμφωνά με το (πίνακα 5.4).

**Πίνακας 5.4:** Απώλειες σε σχέση με το τύπο του υαλοπίνακα

Τύπος υαλοπίνακα	Απώλειες (Watts/m <sup>2</sup> )
Μονός	116
Διπλός	60
Θερμομονωμένα τοιχοποιία	7

Ο τύπος του υαλοπίνακα, απλός ή διπλός, σχετίζεται αφενός με τον τρόπο που διαχέεται το φως, αλλά και με τις θερμικές απώλειες. Με την τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα επιτυγχάνουμε μείωση των ηλιακών κερδών κατά 18% και παράλληλα μειώνουμε τις θερμικές απώλειες από το παράθυρο κατά 50% σε σχέση με τον μονό

υαλοπίνακα. Ένα τρίτο στρώμα ύαλου, μειώνει τα ηλιακά κέρδη κατά ποσοστό του 18%, αλλά μειώνει τις θερμικές απώλειες επιπρόσθετα κατά ένα τρίτο.

Προφανώς, η προσθήκη επιπλέον στρωμάτων υαλοπινάκων, αν και αποτελεσματική είναι δαπανηρή. Τα διπλά τζάμια έχουν πλέον καθιερωθεί στις νέες κατασκευές, λόγω των καλών θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους, που οφείλονται στο διάκενο του αέρα μεταξύ των επιφανειών.

Για καλύτερη απόδοση του διπλού υαλοπίνακα, στο διάκενο τους μπορεί να υπάρχει κενό αέρα που περιορίζει ακόμη περισσότερο τις θερμικές απώλειες.

Σε ότι αφορά τον, πιο κατάλληλος προσανατολισμός είναι ο νότιος, διότι δέχεται την περισσότερη ακτινοβολία το χειμώνα, το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ λαμβάνει την ελάχιστη το καλοκαίρι (αποφυγή της υπερθέρμανσης), σε σχέση με τους άλλους προσανατολισμούς. 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.

Η κλίση του υαλοστασίου επιδράει επίσης στα ηλιακά κέρδη. Για παράδειγμα, το καλοκαίρι που ο ήλιος είναι ψηλά, έχουμε 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. [2,6]

Επίσης, το μέγεθος των ανοιγμάτων επηρεάζει την αποτελεσματικότητα του συστήματος και έχει άμεση σχέση με τις κλιματικές συνθήκες τις περιοχής. Συγκεκριμένα,



έχει εκτιμηθεί ότι για εύκρατα κλίματα, με συγκεκριμένη μέση εξωτερική θερμοκρασία το χειμώνα, το εμβαδόν του απαιτούμενου ανοίγματος ανά μονάδα επιφάνειας χώρου σε m<sup>2</sup>, είναι (πίνακας 5.5).

**Πίνακας 5.5 :** Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων.

Μέση εξωτερική θερμοκρασία °C	Εμβαδόν ανοίγματος/μονάδα επιφάνειας χώρου (κάτοψης) m <sup>2</sup>
+1,7	0,16-0,25
+4,5	0,13-0,21
+7,2	0,11-0,17

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

#### 5.2.4. Υλικά επικαλύψεων.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται στα κτήρια καθορίζουν σε καθοριστικό βαθμό την ενεργειακή τους κατανάλωση και την θερμική και οπτική άνεση. Τέτοια χαρακτηριστικά αποτελούν και η ανακλαστικότητα των υλικών στην ηλιακή ακτινοβολία και ο συντελεστής εκπομπής τους στη μεγάλη μήκους κύματος (θερμική). Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στα κτήρια μπορεί να μειώσει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία διατηρώντας τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Τα ψυχρά υλικά αποτελούν υλικά με ιδιαίτερα αυξημένη ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία. Τα διαθέσιμα ψυχρά υλικά για κτηριακές εφαρμογές αφορούν τρεις κατηγορίες:

- ✚ τα χρώματα και τις επικαλύψεις,
- ✚ τις μεμβράνες οροφής,
- ✚ τα κεραμίδια και τις πλάκες.

Ανάλογα με τον τύπο του κλίματος το εξωτερικό χρώμα των κτηρίων παρουσιάζει σημαντικό ρόλο. Η επιλογή των χρωμάτων στην εξωτερική επιφάνεια του κτηρίου επηρεάζει σημαντικά το θερμικό και ψυκτικό του φορτίο. Σε μία τοιχοποιία χρώματος γκρι η διαφορά θερμοκρασία στους διάφορους προσανατολισμούς φθάνει μέχρι τους 23°C, ενώ σε μία άσπρη τοιχοποιία η θερμοκρασιακή διαφορά δεν ξεπερνά τους 3°C.

Στα θερμά κλίματα είναι απαραίτητη χρήση ανοιχτών χρωμάτων και υλικών με μικρό συντελεστή απορροφητικότητας και μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας στις εξωτερικές επιφάνειες, για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κτηρίου. Αντίθετα, στα ψυχρά κλίματα, όπου οι ανάγκες για θέρμανση είναι αυξημένες, πρέπει να επιλέγονται σκούρα χρώματα για να μεγιστοποιείται η απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

[7,8,3,6,74,75,60]

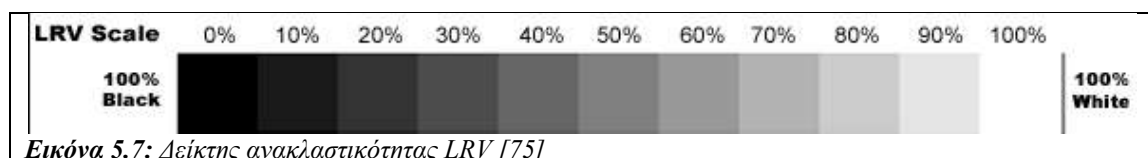
Το επίχρισμα ή σοβάς ονομάζεται το κονίασμα, που χρησιμοποιείται για την επικάλυψη τοίχων και οροφών με σκοπό την προστασία τους από την υγρασία, το ψύχος και το θόρυβο, ή τέλος για αισθητικούς λόγους.

Η διάστρωση του επιχρίσματος γίνεται σε τρεις στρώσεις. Η πρώτη στρώση, το πεταχτό, σκορπίζεται στην επιφάνεια του τοίχου με μυστρί ή μηχανή και αφήνετε να στεγνώσει πριν την εφαρμογή της δεύτερης στρώσης. Η δεύτερη στρώση, το λάσπωμα ή αστάρι διαστρώνεται με τη βοήθεια ενός πήχη, που κινείται προς όλες τις κατευθύνσεις και αφού πρώτα κατασκευασθούν οδηγιοί από το υλικό του επιχρίσματος. Η τρίτη στρώση, το τριφτό ή ψιλό απλώνεται με τριβίδι και συγχρόνως διαβρέχεται. Αν αντί για άμμο χρησιμοποιηθεί ρύζι από μάρμαρο έχουμε το μαρμαροκονίαμα. Το πάχος της πρώτης και τρίτης στρώσης είναι 5mm, ενώ της δεύτερης στρώσης είναι 12-15mm.

Σε ορισμένα επιχρίσματα η δεύτερη στρώση γίνεται με θερμομονωτικό κονίασμα, που ονομάζεται θερμοσοβάς, το οποίο παρασκευάζεται από τσιμέντο, κόκκους περλίτη και νερό.

Τα τελευταία χρόνια άρχισαν να χρησιμοποιούνται τα οικολογικά επιχρίσματα, γνωστά από την εποχή της Ρωμαϊκής και Βυζαντινής Αυτοκρατορίας. Τα επιχρίσματα αυτά είναι ένας συνδυασμός ασβέστη και κεραμικών προϊόντα, χωρίς χημικές προσμίξεις, τα οποία αντέχουν στο χρόνο, δεν χρειάζεται συντήρηση, έχουν μεγαλύτερη αντοχή από τα κοινά επιχρίσματα και καταργούν το βάψιμο χρωματίζοντας τις όψεις ενός κτηρίου σε διάφορες φυσικές αποχρώσεις. Τα κεραμικά προϊόντα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι η θηραϊκή γη, η ποζολάνη Μήλου και το κεραμάλευρο. Πολλές φορές στο μίγμα του επιχρίσματος προστίθεται μικρή ποσότητα ρητίνης για αύξηση της αντοχής του. [7,8,60]

<i>Πίνακας 5.6: Ανακλαστικότητα διαφορών υλικών και επιφανειών.</i>	
Υλικό /επιφάνεια	Ανακλαστικότητα Pa [-]
<b>ΔΡΟΜΟΙ</b> Άσφαλτος	0.05-0.2
<b>ΤΟΙΧΟΙ</b> Σκυρόδεμα Τούβλο/Πέτρα Λευκή Πέτρα Λευκό Μάρμαρο Λευκό Τούβλο Κόκκινο Τούβλο Σκουρόχρωμο Τούβλο	0.10-0.35 0.20-0.40 0.80 0.55 0.30-0.50 0.20-0.30 0.20
<b>ΟΡΟΦΕΣ</b> Ασφαλτόπανα Άσφαλτος Πίσσα και Χαλίκια Πλακάκια, Αυλακοειδής Σίδηρος, Ειδική Ανακλαστική Οροφή	0.07 0.10-0.15 0.08-0.18 0.10-0.35 0.10-0.16 0.6-0.7
<b>ΧΡΩΜΑΤΑ</b> Λευκό Κόκκινο, Καφέ, Πράσινο Μαύρο	0.50-0.90 0.20-0.35 0.02-0.15
<b>ΜΕΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΑΣΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ</b> Διακύμανση Μέση Τιμή	0.10-0.27 0.15
<b>ΑΛΛΑ</b> Ανοιχτόχρωμη Άμμος Ξερό Γρασίδι Έδαφος Ξηρή Άμμος Φυλλοβόλα Φυτά Φυλλοβόλα Δάση Καλλιέργημα Εδάφη Υγρή Άμμος Πευκόδασος Ξύλο Σκουρόχρωμο Καλλιέργημα Εδάφη	0.40-0.60 0.30 0.30 0.20-0.30 0.20-0.30 0.15-0.20 0.20 0.10-0.20 0.10-0.15 0.10 0.07-0.10



### 5.2.5. Ηλιοπροστασία με σκιασμό

Στην κατηγορία των ειδικών συστημάτων προστασίας του κελύφους και θερμικής προστασίας του κτηρίου, ανήκουν συστήματα και τεχνικές που σκοπό έχουν να μειώσουν τα θερμικά φορτία που δέχεται ένα κτήριο κατά την περίοδο του θέρους.

Την περίοδο αυτή, που οι εξωτερικές θερμοκρασίες είναι υψηλές, υπάρχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης, γι' αυτό το κτήριο πρέπει να «συμπεριφέρεται» ως «φυσικός συλλέκτης» δροσισμού και ψύξης. Οι ακτίνες του ήλιου, η διείσδυση του θερμού εξωτερικού αέρα στο κτήριο και τα εσωτερικά κέρδη από τις δραστηριότητες των ενοίκων και τις συσκευές μπορεί να οδηγήσει σε μη αποδεκτές καταστάσεις. Για να επιτευχθεί μια άνετη εσωτερική θερμοκρασία, πρέπει να ληφθούν μια σειρά από μέτρα όπως :

- ✚ Ηλιοπροστασία με κατάλληλο σκιασμός, ώστε να προλαμβάνονται οι ακτίνες του
- ✚ Ήλιου από τη διείσδυση τους στον εσωτερικό χώρο και φύτευση βλάστησης στο περιβάλλοντα χώρο και στα δώματα.
- ✚ Φυσικός Αερισμός, προκειμένου να αποβάλλεται ο ανεπιθύμητος θερμός αέρας και
- ✚ Να αντικαθίσταται από καθαρό εξωτερικό.
- ✚ Φυσική ψύξη και δροσισμός, για να μεταφέρεται η περίσσεια θερμότητας από το
- ✚ Κτήριο προς το περιβάλλον.

Τα ηλιακά κέρδη που προκύπτουν από τα παράθυρα ενός κτηρίου, κατά το πέρασμα της θερμογόνου ηλιακής ακτινοβολίας είναι ιδιαίτερα μεγάλα και χρειάζονται απαραίτητος ηλιοπροστασία. Η μελέτη της ηλιοπροστασίας πρέπει να περιλαμβάνει την επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το θέρος, αλλά να μην περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος κατά το χειμώνα και να λαμβάνει υπόψη τις ανάγκες σε φυσικό φωτισμό.

Η σκίαση είναι περισσότερη αποδοτική όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους και μπορεί να μειώσει κατά 80-90% τα ηλιακά κέρδη. <sup>1661</sup> Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται σκίαση των ανοιγμάτων όταν είναι αυτό απαραίτητο, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους. Συνεπώς, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες, που όμως είναι ιδιαίτερα ακριβά. Για το λόγο αυτό προτιμάται

σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια που λειτουργούν συμπληρωματικά, επειδή τα συμβατικά κρύσταλλα έχουν πολύ μικρή αντίσταση.

Από τους πιο απλούς τρόπους σκιασμού είναι η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό, αλλά παράλληλα, λόγω της σκιάς τους μειώνουν τις θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος. Σε σχέση με τον προσανατολισμό των ανοιγμάτων έχει προκύψει ότι: [3,3,11,16,68]

- ✚ Τα νότια ανοίγματα λαμβάνουν πιο λίγη ακτινοβολία κατά την καλοκαιρινή περίοδο και είναι εύκολο να προστατευτούν.
- ✚ Τα δυτικά και ανατολικά παράθυρα, ωστόσο, θέτουν ένα μεγαλύτερο πρόβλημα, διότι η θέση του ήλιου είναι χαμηλά στον ουρανό όταν βρίσκεται στην ανατολή ή στην δύση. Για το λόγο αυτό, μια βιοκλιματική λύση είναι η μελέτη μείωσης κατά το δυνατόν της επιφάνειας των ανατολικών και δυτικών υαλοστασίων.

Στο παρακάτω (πίνακα 5.8), προτείνονται διάφοροι τρόποι σκίασης για κάθε γεωγραφικό προσανατολισμό. [67]

Προσανατολισμός	Προτεινόμενος τύπος σκίασης
Νότιος	Σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκίαστρα τοποθετημένα οριζόντια πάνω από το παράθυρο
Ανατολικός & Δυτικός	Ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων
Νοτιοανατολικός & Νοτιοδυτικός	Ρυθμιζόμενη Σκίαση
Βορειοανατολικός & Βορειοδυτικός	Φύτευση Βλάστησης

### 5.2.5.1. Διαφορά είδη σκιάστρων

#### Σταθερά σκίαστρα

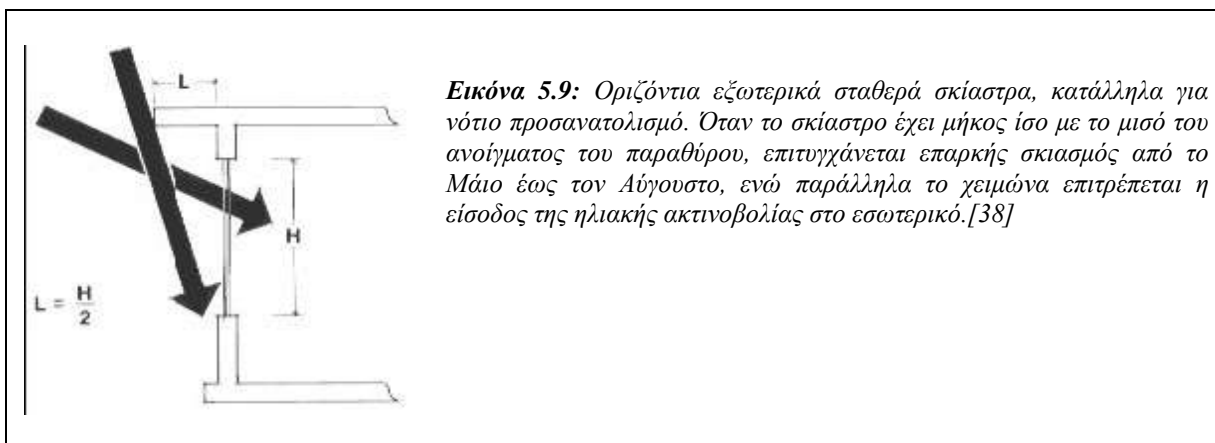
Αποτελούν σταθερό μέρος του κτηρίου και ο σχεδιασμός τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό και το σχήμα του ανοίγματος που χρειάζεται να προστατευτεί σε συσχέτιση με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και του έτους. Χρησιμοποιούνται στην εξωτερική όψη του κτηρίου και εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει στα ανοίγματα, με αποτέλεσμα να απορροφούν και να διαχέουν τη θερμότητα στον εξωτερικό αέρα. Υλικό κατασκευής τους είναι το σκυρόδεμα, το αλουμίνιο και το πλαστικό. Και διακρίνονται σε: [2,3,6,11,68]

✚ Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκίαστρα.

Που συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό. Μπορεί να έχουν τη μορφή προβόλου ή ανακλαστικών ραφιών ή περσίδων. Για γεωγραφικό πλάτος 40° οι αναλογίες τους πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να σχηματίζεται ανάμεσα στο εξωτερικό σκίαστρο και στο κατώφλι του ανοίγματος γωνία ύψους 55°, ενώ για γεωγραφικό πλάτος 36° συνίσταται γωνία 60°.

✚ Κατακόρυφα εξωτερικά σκίαστρα.

Είναι κατάλληλα για ανατολικά και δυτικό προσανατολισμό. Μπορεί να είναι είτε κάθετα, ή κεκλιμένα ως προς το επίπεδο της κάτοψης του ανοίγματος. Για τη χώρα μας, το μήκος προεξοχής καθορίζεται από τη γωνία των 35°.



## Κινητά Σκίαστρα

Επειδή οι κλιματικές εποχές δε συμφωνούν με τις ηλιακές εποχές, στις περιοχές με μεγάλο διάστημα λειτουργίας της θέρμανσης είναι προτιμότερο να εφαρμόζεται κινητή προστασία η οποία μπορεί να ρυθμιστεί εύκολα. Σκίαστρα, στόρια, ενετικά στόρια, τέντες και κουρτίνες, αποτελούν ρυθμιζόμενους μηχανισμούς σκίασης. Τα οποία διακρίνονται σε:

[3,6,11,67]

### Εξωτερικά κινητά σκίαστρα.

Που είναι από μεταλλικές περσίδες, οριζόντιες για νότιο προσανατολισμό και κατακόρυφες για δυτικό και ανατολικό. Στην κατηγορία αυτή είναι και οι κοινές τέντες.

### Εσωτερικά κινητά σκίαστρα.

Συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς. Προτεινόμενα είναι τα ενετικά στόρια, κατά προτίμηση κινούμενα πάνω σε οδηγούς, για εξασφάλιση καλής λειτουργίας και μεγαλύτερου χρόνου ζωής.

Τα κινητά σκίαστρα, μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και το χειμώνα αυξάνοντας τη θερμομόνωση. Ο έλεγχος τους μπορεί να είναι χειροκίνητος ή μηχανοκίνητος. Οι τέντες μπορούν να περιορίσουν το θερμικό κέρδος μέχρι 65%, στις νότιες όψεις, ενώ για ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς το ποσοστό αγγίζει το 80% [2] Η αποδοτικότητα τους εξαρτάται από τα υλικά, την ηλικία και τη φθορά από τις καιρικές συνθήκες. Τα ενετικά στόρια επιτυγχάνουν ταυτόχρονα αερισμό και σκίαση και είναι πιο αποτελεσματικά όταν είναι τοποθετημένα εξωτερικά. Η αποτελεσματικότητα της σκίασης που εξασφαλίζουν εκφράζεται με ένα συντελεστή σκίασης που είναι ο λόγος της ηλιακής ενέργειας που διέρχεται από το προστατευτικό άνοιγμα σε σχέση με την ενέργεια που θα περνούσε αν το άνοιγμα δεν ήταν προστατευόμενο.

Ένας άλλος τρόπος σκίασης είναι με ειδικά διάτρητα ρολά. Πρόκειται για διάτρητα ηλιοπροστατευτικά ρολά, τα οποία τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά, κατάλληλα για όλους τους προσανατολισμούς, που μπορούν να μειώσουν την εισερχόμενη ακτινοβολία έως και 70-80%. [3] Το ύφασμα τους αποτελείται από ίνες γυαλιού, πλαστικού ή αλουμινίου, σε αραιή λεπτή ύφανση. Συμβάλλουν επίσης στη μείωση της θάμβωσης, ενώ επιτρέπουν μερική θέα προς το εξωτερικό περιβάλλον.

## Σκίαση από δέντρα

Κυρίως για τον ανατολικό και δυτικό προσανατολισμό. Τα φυλλοβόλα δέντρα, το χειμώνα, όταν τα κλαδιά είναι γυμνά, επιτρέπουν την ακτινοβολία του ήλιου να διέλθει

από τα υαλοστάσια, ενώ το καλοκαίρι την εμποδίζουν, όπως είναι επιθυμητό. 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. Αειθαλή δέντρα συνιστώνται για αρκετά υγρά και ορισμένες φορές για ζεστά κλίματα. [3,67] Αξιοσημείωτο είναι ότι ένα γυμνό δέντρο παρεμποδίζει τις ακτίνες του ήλιου περίπου κατά 20-40%.

Σε θερμές περιοχές, ένα σπίτι που η σκεπή του σκιάζεται μπορεί να είναι κατά 6-12°C πιο δροσερό από ένα ασκίαστο. Αρκετά καλαισθητή είναι επίσης η λύση της πέργκολας, προσκείμενης σε μια πλευρά του κτηρίου.

Αποτελέσματα από έρευνες στις ΗΠΑ δεικνύουν ότι με την φύτευση ενός δέντρου ανά σπίτι, η εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη κυμαίνεται μεταξύ του 12%-24%. Επιπροσθέτως, η τοποθέτηση τριών δέντρων σε κάθε σπίτι μπορεί να μειώσει το ψυκτικό φορτίο από 17% έως 57%. Ο σκιασμός από δέντρα μόνο, συμβάλλει κατά 10-35% στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη. [70]

### Σκίαση από γειτονικά κτίρια

Φαινόμενο που χρησιμοποιείται κυρίως σε θερμά και ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις σχεδιάζονται και χτίζονται σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, ώστε τα κτήρια να σκιάζονται σε κάποιο ποσοστό. Γενικά η τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης μπορεί να δημιουργεί σκιά, η οποία επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό του και την κλίση του εδάφους. [23]

### Ειδικά κρύσταλλα

Πρόκειται για ειδικά κρύσταλλα συγκεκριμένης τεχνολογίας, τα οποία διαφοροποιούνται από τα κοινά ως προς τα θερμικά και τα φωτομετρικά τους χαρακτηριστικά και συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας. Διακρίνονται σε: [72]

#### ✚ Τα απορροφητικά:

Περιορίζουν την διαπερατότητα της ακτινοβολίας διαμέσου του παραθύρου και αυξάνουν, μετά την απορρόφηση, την επανεκπομπή προς το εξωτερικό. Πλεονέκτημα τους είναι το ότι δεν δημιουργούν θάμβωση στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου.

#### ✚ Τα ανακλαστικά:

Καλύπτονται από λεπτή στρώση οξειδίου μετάλλου που είναι έντονα ανακλαστικό. Συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών, αλλά μπορεί να προκαλέσουν θάμβωση



στον περιβάλλοντα χώρο και στα γύρω κτήρια. Οι δύο αυτοί τύποι τζαμιών συστήνονται κυρίως για δυτικά και ανατολικά παράθυρα.

✚ Κρύσταλλα χαμηλής εκπομπής (α -e):

Τα κρύσταλλα αυτά, είναι σχεδόν αδιαπέραστα από την υπέρυθη ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία προερχόμενη κυρίως από γειτονικά κτήρια). Όπως είναι γνωστό λιγότερη από τη μισή ακτινοβολία του ήλιου είναι ορατή.

Ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος από την ορατή είναι η υπέρυθη ακτινοβολία, η οποία γίνεται αισθητή ως θερμότητα, ενώ ακτινοβολία μικρότερου μήκους κύματος είναι η υπεριώδης. Όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει σε ένα παράθυρο, ορατό φως, θερμότητα και υπεριώδης ακτινοβολία αντανακλώνται, απορροφώνται, ή εκπέμπονται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Με την τοποθέτηση κρυστάλλων χαμηλής εκπομπής, σε θερμά κλίματα, αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος, αλλά επιτρέπεται η διέλευση της ορατής ακτινοβολίας. Αντίθετα, σε ψυχρά κλίματα αντανακλάται η θερμή ακτινοβολία μεγάλου κύματος προς το εσωτερικό του κτηρίου, με ταυτόχρονη, επίσης, διέλευση της ορατής ακτινοβολίας. Η μικρότερου κύματος ορατή ακτινοβολία απορροφάται έπειτα από το πάτωμα, τους τοίχους και τα έπιπλα και επανεκπέμπεται ως θερμή ακτινοβολία μεγαλύτερου μήκους κύματος, που τα ανακλαστικά κρύσταλλα κρατούν στο εσωτερικό.

Συνεπώς, τα κρύσταλλα αυτά λειτουργούν αποδοτικότερα, όταν σε θερμά κλίματα τοποθετηθούν στην εξωτερική επιφάνεια ενός παραθύρου και στα ψυχρά [71] στην εσωτερική. Από τον (πίνακα 5.10), φαίνεται η αποδοτικότητα των κρυστάλλων αυτών.

**Πίνακας 5.10:** Εξοικονόμηση ενέργειας από τζάμια ειδικής τεχνολογίας. [33]

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

✚ Εγχρωμοί υαλοπίνακες:

Οι οποίοι με τη βοήθεια χημικής επεξεργασίας παρουσιάζουν χαμηλή θερμοπερατότητα, αλλά και μειωμένη φωτοδιαπερατότητα και συνιστώνται για τη μείωση των ηλιακών κερδών ενός χώρου. Κρύσταλλα πράσινης ή μπλε απόχρωσης, που είναι σχεδόν αδιαπέραστα στην υπέρυθη ακτινοβολία, θα παρέχουν αισθητικό αποτέλεσμα και μείωση των ηλιακών κερδών κατά 30-50%.

✚ Φωτοχρωμικά, θερμοχρωμικά και ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα:

Τα οποία τροποποιούν τις ακτίνες του ήλιου, καθώς αυτές εισέρχονται. Τα πρώτα, είναι κρύσταλλα στα οποία οι οπτικές ιδιότητες μεταβάλλονται ανάλογα με το ποσό της προσπίπτουσας σε αυτά ηλιακής ακτινοβολίας. Τα θερμοχρωμικά, με την αύξηση της θερμοκρασίας μεταβάλλονται από διαφανή σε γαλακτόχρωμα, ενώ στα ηλεκτροχρωμικά τα οπτικά χαρακτηριστικά και η διαπερατότητα μεταβάλλονται με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος [70]

### Παράγων Ηλιακού Κέρδους

Ο παράγοντας ηλιακού κέρδους, δείχνει το ποσοστό της διαθέσιμης ηλιακής θερμικής ακτινοβολίας, που επιτυχώς διέρχεται από ένα παράθυρο. Η κλίμακα μέτρησης 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 κύματος (χαμηλός SHGC), αλλά να επιτρέπει την 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. [71]

***Πίνακας 5.11:** Προτεινόμενες τιμές του παράγοντα ηλιακού θερμικού κέρδους για διάφορους τύπους κλίματος.*

Τύπος κλίματος	Τιμή ηλιακού κέρδους (SHGC)
Θερμά	<0.40
Ψυχρά	>0.55
Εύκρατα	0.40-0.55

### 5.3. Μείωση φορτίων, εξαρτάται από το μικροκλίμα

- ✚ Τη βλάστηση.
- ✚ Τις υδατικές επιφάνειες.
- ✚ Και τα ψυχρά υλικά.

#### 5.3.1. Βλάστηση

Επιρροή της βλάστησης και των δέντρων στο μικροκλίμα:

- ✚ Ηλιοπροστασία στα κτήρια.
- ✚ Μείωση της θερμοκρασίας του τοπικού περιβάλλοντος (μέσω εξατμισοδιαπνοής).
- ✚ Απορρόφηση ήχου και θορύβου.
- ✚ Παρεμπόδιση της διάβρωσης που προκαλείται από τις βροχοπτώσεις.
- ✚ Φιλτράρισμα του αέρα από ρύπους.
- ✚ Μείωση της ταχύτητας του αέρα (ανεμοπροστασία).

#### Ηλιοπροστασία στα κτήρια

Η ηλιοπροστασία (σκιασμός) ενός κτηρίου με δέντρα και φυτά εξασφαλίζεται με τους παρακάτω τρόπους, οι οποίοι πολλές φορές στην πράξη, συναντώνται σε συνδυασμό.

- ✚ Φύτεμα δέντρων σε μικρή απόσταση από το κτήριο

Την νύχτα τα δέντρα εμποδίζουν τη διαφυγή της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, που εκπέμπεται από το έδαφος. Συνεπώς, η θερμοκρασία του αέρα τη νύχτα σε χώρους με πυκνή βλάστηση είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με εκείνη του ανοιχτού χώρου. Αντίθετα, η ημερήσια θερμοκρασία είναι μικρότερη επειδή ένα μέρος της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας εμποδίζεται να φτάσει στο έδαφος.

Τα φυλλοβόλα δέντρα υπερτερούν των αειθαλών, γιατί έχουν το πλεονέκτημα να προστατεύουν μεγάλες επιφάνειες της όψης του κτηρίου το καλοκαίρι, αλλά να αφήνουν τον ήλιο να περάσει το χειμώνα.

- ✚ Αναρριχώμενα φυτά σε κατακόρυφο τοίχο.

Τα αναρριχώμενα φυτά εμποδίζουν την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στην επιφάνεια του τοίχου, μειώνοντας έτσι τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι. Όπως και στην

περίπτωση των δέντρων, τα φυλλοβόλα αναρριχώμενα υπερτερούν των αειθαλών γιατί δεν περιορίζουν τα χειμερινά ηλιακά κέρδη. Όμως, το στατικό στρώμα αέρα, που δημιουργείται μεταξύ του αειθαλούς αναρριχώμενου φυτού και του τοίχου, λειτουργεί ως μόνωση και περιορίζει τις θερμικές απώλειες του κτηρίου το χειμώνα.

#### Μείωση της θερμοκρασίας του τοπικού περιβάλλοντος (μέσω εξατμισοδιαπνοής)

Η μείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος και της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στον θαυμαστό τρόπο λειτουργίας των φυτών. Κάθε φυτό είναι ένα μικρό εργοστάσιο. Στα φύλλα υπάρχουν πόροι (στόματα), που ανοίγουν την ημέρα και κλείνουν τη νύχτα. Το διοξείδιο του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα, διαχέεται στους πόρους των φύλλων και μαζί με το νερό μετασχηματίζονται σε υδατάνθρακες και οξυγόνο, χρησιμοποιώντας το ηλιακό φως ως πηγή ενέργειας. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται φωτοσύνθεση. Στη συνέχεια το οξυγόνο απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα, ενώ οι υδατάνθρακες μετακινούνται στα διάφορα μέρη του φυτού και παράγουν τις οργανικές ουσίες.

Το νερό ανεβαίνει, μέσω των ξυλωδών σωλήνων, από την ρίζα στα φύλλα και στην συνέχεια αποβάλλεται από αυτά υπό μορφή υδρατμών. Ο μηχανισμός αυτός ονομάζεται εξατμισοδιαπνοή. Γνωρίζουμε ότι η απαιτούμενη θερμότητα για τη μετατροπή του νερού σε υδρατμούς είναι περίπου 2324 kJ/kg νερού. Τη θερμότητα αυτή αντλούν τα φυτά από τον αέρα του περιβάλλοντος και έτσι επιτυγχάνουν την τοπική μείωση της θερμοκρασίας! Σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα ένα μεγάλο δέντρο εξατμίζει 450kg νερού κατά τη διάρκεια μιας καλοκαιρινής ημέρας. Αυτό σημαίνει ότι αντλεί από τον αέρα θερμότητα 1045800kJ(2324x450), δηλαδή, επιτυγχάνει δροσισμό ισοδύναμο με την λειτουργία πέντε μικρών κλιματιστικών που λειτουργούν 20 ώρες ημερησίως! Τέλος, όταν η σχετική υγρασία είναι χαμηλή έχουν μεγάλη αύξηση της εξατμισοδιαπνοής, με αποτέλεσμα η ρίζα να αδυνατεί να τροφοδοτήσει με την απαιτούμενη ποσότητα νερού το φυτό. Έχουμε, λοιπόν, αύξηση της θερμοκρασίας του, αντίσταση στην είσοδο του διοξειδίου του άνθρακα (κλείσιμο πόρων), σταμάτημα της φωτοσύνθεσης και μάρανση του φυτού. Από το σύνολο της ηλιακής ακτινοβολίας, που δέχονται τα φυτά, ένα ποσοστό 10% ανακλάται, ένα 20% χρησιμοποιείται για τη φωτοσύνθεση και το υπόλοιπο αυξάνει τη θερμοκρασία τους. Στην αύξηση αυτή τα φυτά αντιδρούν με το μηχανισμό της εξατμισοδιαπνοής.

### Φιλτράρισμα του αέρα από ρύπους

Η συνεισφορά των δέντρων και των φυτών στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι σημαντική. Σε ένα δρόμο με υγιή μεγάλα δέντρα η συγκέντρωση σκόνης μπορεί να μειωθεί έως και 7000 σωματίδια ανά λίτρα αέρα.

Εξ ίσου ευεργετική όμως είναι και η παρουσία των φυτών στους εσωτερικούς χώρους. Αρκετές φορές, ύστερα από πολύωρη διαμονή σε ένα διαμέρισμα, αισθανόμαστε πονοκέφαλο, τσούξιμο στα μάτια ή ναυτία, συμπτώματα που οφείλονται στους διάφορους αιωρούμενους ρύπους. Μέχρι πριν από λίγα χρόνια η λύση του προβλήματος ήταν ο αερισμός του χώρου από τα ανοίγματα, ή η εγκατάσταση ενός συστήματος εξαερισμού με δυνατότητα φιλτραρίσματος του αέρα.

Ύστερα από έρευνες ετών αποδειχτικό ότι υπάρχει και τρίτη λύση, απλούστερη και οικονομική, που είναι η χρήση φυτών εσωτερικού χώρου. Σύμφωνα, με τα ποσοστά απορρόφησης των ρύπων, που δίνονται στο (πίνακα 5.12), τα περισσότερα φυτά εσωτερικών χώρων μειώνουν σημαντικά τις συγκεντρώσεις βενζολίου και φορμαλδεΐδης, δύο πολύ σημαντικών καρκινογόνων ρύπων.!

**Πίνακας 5.12:** Ποσοστά απορρόφησης ρύπων από φυτά εσωτερικού χώρου σε ένα εικοσιτετράωρο από 1m<sup>3</sup> αέρα.

Είδος φυτού	Βενζόλιο	Τολουένιο	Φορμαλδεΐδη	Μονοξειδίο του άνθρακα	Τριχλωροαιθυλένιο
Αγλαόνημα	48	92			
Αλόη			90		
Χλωρόφυτο			86	96	
Δράκαινα	79		60		13
Φίκος ο Βενιαμίν			47		
Λίλιουμ	90				11
Σεφλέρα			41		
Φτέρη Βοστώνης		67			
Φιλόδεντρο			86		
Σανσεβιερία	53				13
Πόθος	73				
Σπαθίφυλλο	80		50	75	50

### Μείωση της ταχύτητας του αέρα (ανεμοπροστασία)

Η ανεμοπροστασία των κτηρίων γίνεται με δέντρα, θάμνους ή περιφράξεις, που ονομάζονται γενικά ανεμοφράκτες. Βασικά στοιχεία των ανεμοφρακτών είναι οι διαστάσεις και η πυκνότητα. Όσο μικρότερο είναι το πλάτος τους (δεν υπερβαίνει το 10% του ύψους), τόσο μεγαλύτερη είναι η ζώνη προστασίας στα κατάντη. Αν το πλάτος είναι υπερβολικό, θα πρέπει να τροποποιηθεί το σχήμα τους στο πάνω μέρος. Οι πλήρεις περιφράξεις εξασφαλίζουν ζώνη μεγάλης ηρεμίας σε πολύ μικρή απόσταση, γιατί μετά το εμπόδιο ο άνεμος επανακτά γρήγορα τα χαρακτηριστικά του.

Τα δέντρα και οι θάμνοι θεωρούνται πορώδη εμπόδια για τα επιτρέπουν τη διέλευση ενός μέρους του ανέμου, περιορίζοντας τους στροβιλισμούς και δημιουργώντας μία ευρύτερη ζώνη προστασίας στα κατάντη. Έτσι μειώνουν την ταχύτητα του ανέμου κατά 50% σε απόσταση ίση με το πενταπλάσιο του ύψους τους. Από την άποψη του περιορισμού της ταχύτητας του ανέμου, υπερτερούν οι ανεμοφράκτες με πορώδες 50-60%. Το μέγιστο μήκος προστασίας στα κατάντη ενός ανεμοφράκτη εξασφαλίζεται όταν το μήκος του ανεμοφράκτη είναι τουλάχιστον ίσο με το ενδεκαπλάσιο του ύψους του. Τέλος με την κατάλληλη διάταξη των δέντρων γύρω από ένα κτήριο, μπορούμε να αξιοποιήσουμε καλύτερα τους χειμερινούς και θερινούς ανέμους αλλάζοντας τη διεύθυνσή τους. Η βλάστηση συμμετέχει με πέντε τρόπους στην αποφυγή της υπερθέρμανσης κατά τη θερινή περίοδο:

- ✚ Με τη σκίαση, που διασφαλίζει το φύλλωμα και παρέχει στις υποκείμενες επιφάνειες, τις όψεις και στα ανοίγματα των κτηρίων.
- ✚ Με τη μείωση της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, διευκολύνεται η αποβολή θερμότητας από τις θερμές όψεις του κτηρίου.
- ✚ Με την εξάτμιση νερού και την παραγωγή δρόσου κατά τις βιολογικές διεργασίες.
- ✚ Με την αποφυγή ανάκλασης της ακτινοβολίας σε παρακείμενες επιφάνειες, η οποία θα είχε ως αποτέλεσμα τη θερμική επιβάρυνση τους.
- ✚ Με τη δυνατότητα εκτροπής του ανέμου για μεγαλύτερη απαγωγή θερμικού φορτίου.

### 5.3.2. Υδατικές επιφάνειες

Οι υδάτινες επιφάνειες τροποποιούν το μικροκλίμα της περιοχής τους με δύο τρόπους:

- ✚ Η εξάτμιση απορροφά θερμότητα από τον αέρα.
- ✚ Και ο θερμός αέρας ψύχεται κατά την επαφή με την ψυχρότερη επιφάνεια του νερού.

Δεξαμενές νερού και σιντριβάνια μπορούν να χρησιμεύσουν ως πηγές δροσισμού που μειώνουν τη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα καθώς και του εισερχόμενου στο κτήριο αέρα.

Καθώς οι υδάτινες επιφάνειες αυξάνουν την υγρασία του αέρα, είναι πολύ ευεργετικές σε ξηρά κλίματα, ωστόσο μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα στη θερμική άνεση σε υγρά κλίματα.

### 5.3.3. Ψυχρά υλικά

Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας (ψυχρά υλικά) στις επιφάνειες (πεζοδρόμια, δρόμους) των πόλεων μειώνει την απορροφούμενη ηλιακή ακτινοβολία και διατηρεί τις επιφάνειες πιο δροσερές.

Η χρήση υλικών μεγάλης ανακλαστικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση της θερμοκρασίας των επιφανειών και επακόλουθος στην μείωση της θερμοκρασίας του αέρα του περιβάλλοντος.

Υλικά υψηλής ανακλαστικότητας θεωρούνται αυτά που έχουν συντελεστή ανακλαστικότητας πάνω από 0.6. [1,7,8,60]



## 6. ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε.

Οι παρεμβάσεις στην χρήση Α.Π.Ε. αφορούν:

- ✚ Θερμικά ηλιακά συστήματα.
- ✚ Βιομάζα.
- ✚ Φωτοβολταικά

### 6.1. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τα Θερμικά ηλιακά συστήματα

- ✚ Θέρμανση χώρων.
- ✚ Ψύξη χώρων.
- ✚ Θέρμανση ζεστού νερού χρήσης.

#### 6.1.1. Θέρμανση χώρων

Οι ηλιακοί συλλέκτες αέρα είναι απλοί επίπεδοι συλλέκτες που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για θέρμανση χώρων, αφού ο θερμαινόμενος αέρας διοχετεύεται κατευθείαν στην κατανάλωση χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών θερμότητας. Συγκεκριμένα, ο αέρας ρέει από την απορροφητική επιφάνεια λόγω ελεύθερης συναγωγής ή με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα.

#### 6.1.2. Ψύξη χώρων

Τρεις είναι οι διαδικασίες με τις οποίες μπορεί να λειτουργήσει μια θερμική αντλία θερμότητας. Και παρουσιάζουν το μεγαλύτερο ενδιαφέρον στις κτηριακές εφαρμογές είναι:

- ✚ Απορρόφηση αερίου από υγρό.
- ✚ Προσρόφηση αερίου σε στερεό.
- ✚ Χημική αντίδραση στερεού και αερίου.

Για την εκμετάλλευση (θέρμανση, δροσισμός, αποθήκευση θερμότητας) του φαινομένου της ρόφησης είναι διαθέσιμη μια πλειάδα ζευγών εργαζόμενων μέσων (ψυκτικό και απορροφητικό μέσο) που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών από την κρυογενική ως τη αποθήκευση θερμότητας υψηλής θερμοκρασίας.

Χαρακτηριστικά συστημάτων ηλιακής ψύξης:

- ✚ Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας για σωστά σχεδιασμένα συστήματα κλειστού κύκλου αν έρχεται σε 40-60%.
- ✚ Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας για σωστά σχεδιασμένα συστήματα ανοικτού κύκλου αν έρχεται σε 20-50%.
- ✚ Το κόστος είναι 2-2.5 υψηλότερο ως προς τα συμβατικά συστήματα.
- ✚ Το ετήσιο κόστος λειτουργίας είναι 1.2-1.5 υψηλότερο ως προς τα συμβατικά συστήματα.
- ✚ Για να είναι οικονομικά ανταγωνιστικά μετά συμβατικά συστήματα απαιτείται επιδότηση στο ύψος περίπου των 100€/m<sup>2</sup> ηλιακών συλλεκτών.

## 6.2. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τη βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα χαρακτηρίζονται όλα τα εν δυνάμει καύσιμα που μπορούν να προέλθουν από αστικά λύματα και απόβλητα, υπολείμματα γεωργικής και δασικής προέλευσης και ενεργειακές καλλιέργειες. Ειδικότερα, διάφορα προϊόντα μπορούν να αποδώσουν ενέργεια και τα κυριότερα των οποίων συνοψίζονται παρακάτω:

- ✚ Υπολείμματα γεωργικών και δασικών βιομηχανιών (πυρηνόξυλο, πριονίδια κλπ).
- ✚ Υπό προϊόντα ή κατάλοιπα της γεωργικοκτηνοτροφικής δραστηριότητας (άχυρο σιτηρών, βαβακοστελέχη, κλαδοδέματα, κοπριά ζώων κλπ).
- ✚ Οργανικά απόβλητα βιομηχανιών, αστικά λύματα και απορρίμματα.
- ✚ Προϊόντα ενεργειακών καλλιεργειών, γεωργικών και δασικών ειδών (σόργο το ζαχαρούχο, ευκάλυπτος, ελαιοκράμβη, καλάμι, αγριοαγκινάρα, μίσχανθος κλπ).

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών (καυσόξυλα, ψιλοτεμαχισμένα υπολείμματα φυτών και δένδρων), υγρών (βιοντήζελ, αιθανόλη) και αερίων καυσίμων (βιοαέριο)

Το βασικό μειονέκτημα της βιομάζας σαν καύσιμο είναι ότι έχει χαμηλή θερμαντική αξία κατά μονάδα βάρους και ακόμη μικρότερη κατά μονάδα όγκου σε σύγκριση μετά ορυκτά καύσιμα, η δε περιεχόμενη υγρασία μειώνει ακόμη περισσότερο την διαθέσιμη θερμαντική αξία, όταν αυτή υπολογίζεται με βάση το υγρό βάρος της. Το μειονέκτημα αυτό περιορίζει τη χρήση της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς στον τόπο παραγωγής της.

Βέβαια, παρά τον μικρό χρόνο απόσβεσης που έχει μία μονάδα καύσεως βιομάζας, έχει μεγαλύτερο αρχικό κόστος εγκατάστασης, σε αντίθεση με μία μονάδα καύσεως συμβατικών καυσίμων.

Οι παρεμβάσεις της βιομάζας αφορούν:

- ✚ Θέρμανση κτηρίων.
- ✚ Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.

### 6.2.1. Θέρμανση κτηρίων

Για την παραγωγή θερμικής ενέργειας στα κτήρια πέρα από τις ανοικτού τύπου εστίες καύσης, κοινώς τζάκια, η πιο κατάλληλη εφαρμογή καύσης βιομάζας είναι οι λέβητες στερεών βιοκαυσίμων. Οι λέβητες αυτοί καταναλώνουν κυρίως υποπροϊόντα ξύλου οι βιοκαυσίμων όπως είναι τα συσσωματώματα ξύλου και τα θρύμματα ξύλου.

Τα συσσωματώματα ξύλου είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται με την συμπίεση ξηρών πριονιδιών, ή και σκόνη ξύλου, ή μικρών τεμαχιδίων, τα οποία προέρχονται από καθαρά υπολείμματα ξύλου, κυρίως βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου.

Για την παραγωγική διαδικασία των συσσωματωμάτων δεν χρησιμοποιούνται κόλλες, ή άλλα χημικά πρόσθετα, παρά μονό υψηλή συμπίεση και ατμός. Σε ορισμένες διαδικασίες παραγωγής, χρησιμοποιούνται βιολογικά πρόσθετα σε μικρή περιεκτικότητα.

Τα θρύμματα βιοκαυσίμων είναι μικρά τεμάχια ξύλου μήκους 5\*50mm. Η ποιότητα των θρυμμάτων εξαρτάται από την πρώτη ύλη και την διαδικασία παραγωγής. Οι τρεις βασικοί τύπου θρυμμάτων είναι:

- ✚ Θρύμματα από δασικά υπολείμματα. Όπως κλαδιά, κορυφές δέντρων και κορμοί δέντρων. Αυτά τα θρύμματα είναι κατάλληλα για μεγάλους λέβητες κυρίως τη τηλεθέρμανσης.
- ✚ Θρύμματα από βιομάζα που παράγονται σε πριονιστήρια. Έχουν καλύτερες ιδιότητες καύσης αλλά είναι πολύ υγρά και δεν ενδείκνυται για μικρούς λέβητες.
- ✚ Θρύμματα βιομάζας από αραίωμα χωρίς κλαδιά και φύλλα που περνάνε από διαδικασία ξήρανσης πριν το θρυμματίσμα. Η υγρασία τους είναι περίπου 30% και το μέγεθός του ποικίλει ανάλογα την διαδικασία θρυμματίσματος. Είναι

κατάλληλοι για όλους του λέβητες. Μικρούς μεγέθους θρύμματα εφαρμόζονται σε μικρής ισχύος λέβητες.

Οι λέβητες καύσης στερεάς βιομάζας που υπάρχουν διαθέσιμοι στην αγορά είναι υψηλής τεχνολογίας και μπορούν να καλύψουν τόσο το φορτία αιχμής όσο και τα μερικά φορτία. Οι σύγχρονοι λέβητες στερεάς βιομάζας ισχύος από 50 έως 500 α (40.000÷500.000 kcal/h), παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- ✚ Απόδοση καύσης >85%.
- ✚ Χαμηλές εκπομπές αερίων ρύπων CO και τέφρας σε πλήρες φορτίο.
- ✚ Δυνατότητα διακύμανσης της αποδιδόμενης ισχύος ανάλογα το απαιτούμενο φορτίο.
- ✚ Δυνατότητα ελέγχου της καύσης μέσω τηλεχειρισμού.
- ✚ Αυτοματοποιημένη λειτουργία για ελαχιστοποίηση των απαιτήσεων συντήρησης.
- ✚ Κατάλληλοι για λειτουργία και σε κτίρια κατοικιών.

### **6.2.2. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας**

Για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στα κτήρια, χρησιμοποιούνται κυρίως συστήματα συμπαγωγής συστήματα ηλεκτρισμού και θερμότητας με τυπική τεχνολογία ατμοστρόβιλων. Όμως, οι μικρού μεγέθους ατμοστρόβιλοι (<25 MW) είναι συνήθως ακριβοί και με μικρές αποδόσεις. Πολύ μεγάλες μονάδες μπορεί να έχουν 30÷40% ηλεκτρική απόδοση. Σήμερα αναπτύσσονται συνεχώς νέας τεχνολογίας συστήματα προκειμένου να αυξηθεί η απόδοσή τους.

Τα συστήματα συμπαγωγής συστήματα ηλεκτρισμού και θερμότητας με κινητήρες εσωτερικής καύσεως που υπάρχουν διαθέσιμα στο εμπόριο, παρουσιάζουν αρκετά υψηλό βαθμό απόδοσης. Η θερμική ενέργεια ανακτάται από το νερό του κυκλώματος ψύξης της μηχανής, αλλά και από τα καυσαέρια της μηχανής

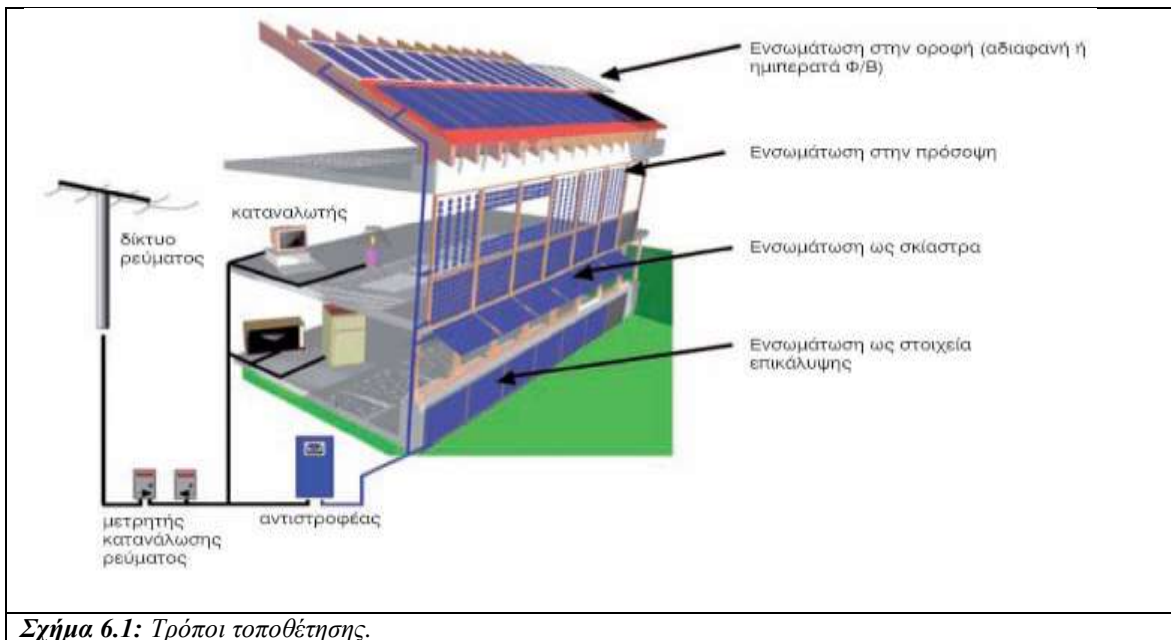
### **6.3. Η Χρήση Α.Π.Ε, εξαρτάται από τα φωτοβολταικά**

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των φωτοβολταικων πλαισίων στην οροφή ή στην πρόσοψη ενός κτηρίου:

- ✚ Η τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, που προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των φωτοβολταικών πλαισίων και βοηθά στον καλό αερισμό τους αυξάνοντας την απόδοσή τους.

- ✚ Η τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους που επίσης επιτρέπει τον καλό αερισμό και την ψύξη των φωτοβολταϊκών στοιχείων.
- ✚ Η απ' ευθείας τοποθέτηση, όπου η εξωτερική επίστρωση του κελύφους του κτιρίου αντικαθίσταται από φωτοβολταϊκά πλαίσια.
- ✚ Η ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στο κέλυφος του κτηρίου που συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτηριακού κελύφους από φωτοβολταϊκά πλαίσια. Πχ. στοιχεία χωρίς μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για την στήριξη συμβατικών διαφανών οροφών ή προσόψεων.

Παρακάτω δίνετε το σχέδιο με τους τέσσερις βασικούς τρόπους τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών πάνελ (σχήμα 6.1).



Σχήμα 6.1: Τρόποι τοποθέτησης.

Οι βασικοί τύποι Φ/Β συστημάτων περιγράφονται παρακάτω:

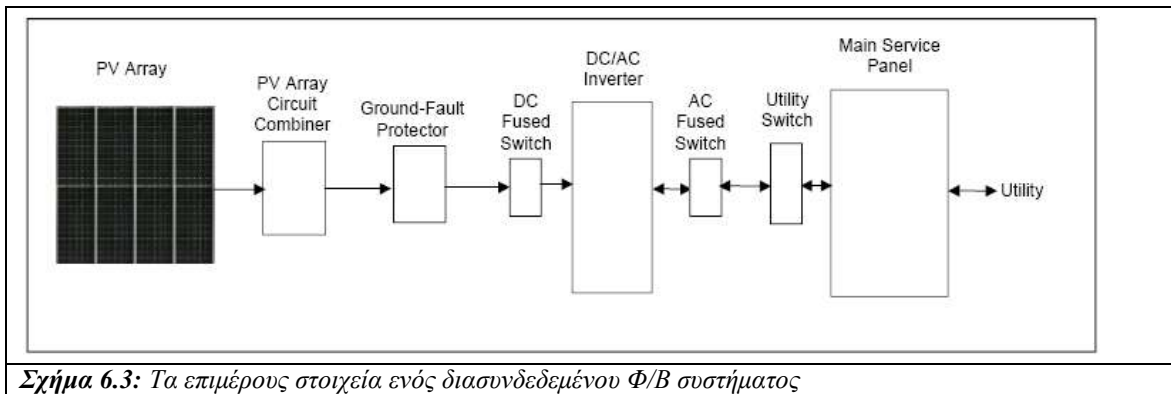
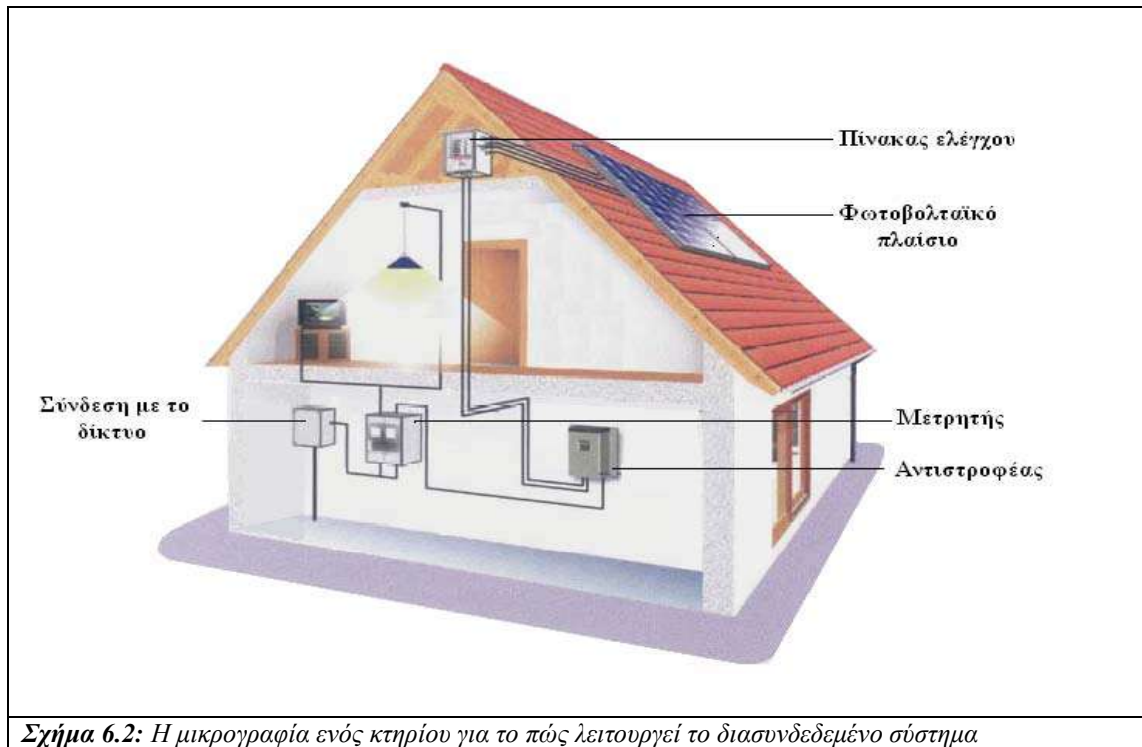
- ✚ Το αυτόνομο σύστημα που έχει την δυνατότητα παροχής συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος με την χρήση μετατροπέα ισχύος (αντιστροφέα).
- ✚ Το διασυνδεδεμένο με το δίκτυο σύστημα που αποτελείται από μία συστοιχία φωτοβολταϊκών στοιχείων, η οποία μέσω ενός αντιστροφέα είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο. Συνήθως σε μικρές εφαρμογές το δίκτυο χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας.

### Διασυνδεδεμένα συστήματα

Ειδικότερα, ένα διασυνδεδεμένο σύστημα αποτελείται από:

- ✚ Τη Φ/Β συστοιχία.
- ✚ Τον εξοπλισμό του συστήματος περιλαμβάνει όλα τον απαραίτητο εξοπλισμό στήριξης των Φ/Β, καθώς και τις καλωδιώσεις για την σύνδεση με το ηλεκτρολογικό σύστημα του σπιτιού. Το σύστημα καλωδιώσεων περιλαμβάνει τους διακόπτες ασφαλείας τη γείωση και την προστασία των πλαισίων σε περίπτωση αυξημένης τάσης. Μερικά συστήματα περιλαμβάνουν, επίσης, έναν πίνακα ελέγχου.
- ✚ Τον αντιστροφέα ισχύος. Αυτή η συσκευή μετατρέπει το συνεχές ρεύμα, που παράγεται από τα φωτοβολταικά, σε εναλλασσόμενο ρεύμα με σκοπό τη διοχέτευση του στο δίκτυο ηλεκτροδότησης.

Περιλαμβάνονται μετρητές για τη μέτρηση της απόδοσης του συστήματος καθώς και σε κάποιες περιπτώσεις, μετρητές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Όπως και άλλα εξαρτήματα, δηλαδή ο γενικός διακόπτης συστήματος. Παρακάτω θα δούμε, στο (σχήμα 6.2), μία μικρογραφία ενός κτηρίου για το πώς λειτουργεί το διασυνδεδεμένο σύστημα. Ενώ στο (σχήμα 6.3), παρουσιάζονται τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος.

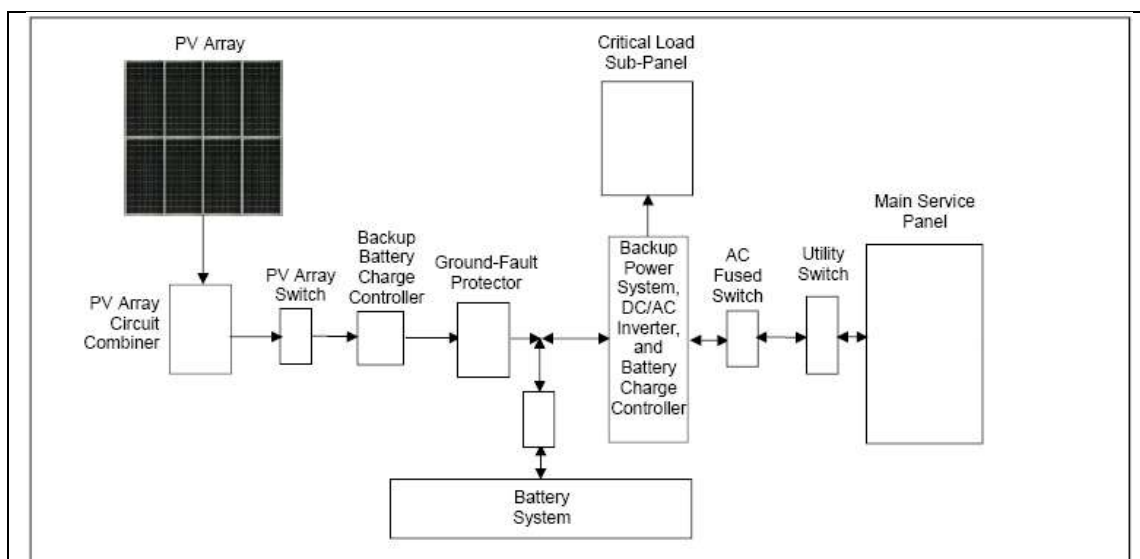
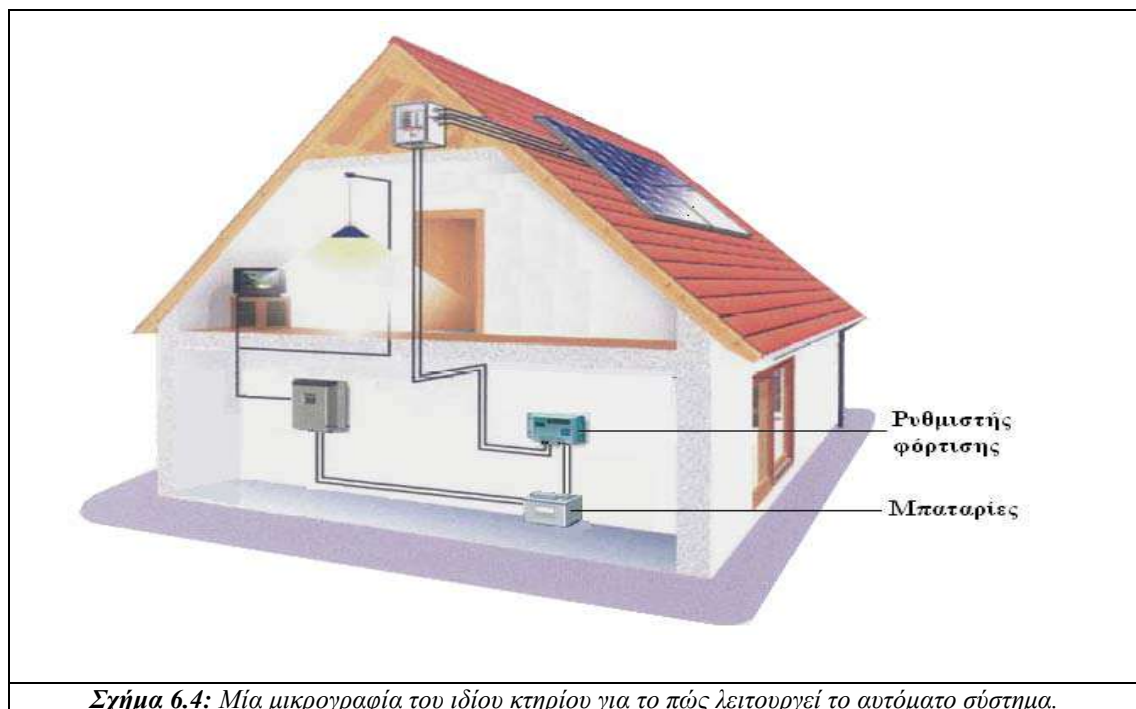


## Αυτόνομα συστήματα

Ένα αυτόνομο σύστημα περιλαμβάνει τα ίδια στοιχεία με το διασυνδεδεμένο και επιπρόσθετα δηλαδή:

- ✚ Συσσωρευτές συνεχούς ρεύματος (μπαταρίες).
- ✚ Ρυθμιστή φόρτισης μπαταριών.

Και εδώ παρουσιάζονται, στο (σχήμα 6.4), μία μικρογραφία του ίδιου κτηρίου για το πώς λειτουργεί το αυτόματο σύστημα. Ενώ στο (σχήμα 6.5) παρουσιάζονται τα επιμέρους στοιχεία του συστήματος.





## 7. Η ΑΥΞΗΣΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ Η/Μ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Οι παρεμβάσεις στα Η/Μ συστήματα αφορούν:

- ✚ Δροσισμό-αερισμό χώρου.
- ✚ Θέρμανση χώρων-Ζεστό νερό.
- ✚ Φωτισμός.
- ✚ Αυτοματισμοί και συστήματα ελέγχου. [7,8]

### 7.1. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από το δροσισμός και αερισμός

Τα συστήματα δροσισμού, που αξιοποιούν τον αέρα για την ψύξη των εσωτερικών χώρων ενός κτηρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων, ονομάζεται παθητικά συστήματα δροσισμού. Τα συστήματα αυτά εξοικονομούν ενέργεια γιατί υποκαθιστούν την ηλεκτρική ενέργεια, που καταναλίσκεται στα κλιματιστικά μηχανήματα, βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα, περιορίζουν τα προβλήματα φορτίου αιχμής και προστατεύουν το περιβάλλον, γιατί συμβάλλουν στην μείωση της εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα και χλωροφθορανθράκων στην ατμόσφαιρα, που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και της τρύπα του όζοντος.

Τα συστήματα παθητικού δροσισμού αποτελούν μέρος του παραδοσιακού αρχιτεκτονικού σχεδιασμού σε ζεστά κλίματα πριν τη διάδοση του ηλεκτροκινήτου κλιματισμού. Ο φυσικός δροσισμός διακρίνεται σε:

- ✚ Παθητικό όταν δεν απαιτείται ολωσδιόλου η χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- ✚ Υβριδικό όταν ηλεκτροκίνητες αντλίες ή ανεμιστήρες ή όποια άλλα συστήματα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά της θερμότητας.

Μια ακόμη σημαντική διάκριση αφορά σε:

- ✚ Άμεσα συστήματα όταν η δεξαμενή θερμότητας προάγει μια άμεση ψυκτική δράση στο κέλυφος του κτηρίου ή τον εσωτερικό του αέρα.
- ✚ Έμμεσα συστήματα όπου πρώτα ψύχεται ένα εργαζόμενο ρευστό που στην συνέχεια αποφορτίζεται.

### 7.1.1. Φυσικός αερισμός

Ο αερισμός ενός κτηρίου είναι μείζονος σημασίας, αφενός γιατί μπορεί να εξασφαλίσει χαμηλότερες θερμοκρασίες μέσα στα κτήρια κατά τη θερινή περίοδο και αφετέρου διότι είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο εξωτερικό, που είναι πλούσιος σε οξυγόνο, για την καλή υγεία των ενοίκων.

Οι φυσικές δυνάμεις που προκαλούν το φυσικό αερισμό είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας. Οι παράμετροι που επηρεάζουν τον φυσικό αερισμό είναι:

- ✚ Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες.
- ✚ Ο προσανατολισμός.
- ✚ Η θέση και το μέγεθος των ανοιγμάτων.
- ✚ Η χρήση του κτηρίου.
- ✚ Και η δραστηριότητα των ενοίκων.

Η ροή του αέρα μέσα σε ένα κτήριο επιτυγχάνεται, βάση των θερμοκρασιακών διαβαθμίσεων, αλλά και λόγω της διαφοράς πιέσεων που προκαλούνται γύρω από ένα κτήριο.

Όσον αφορά στην επιρροή των θερμοκρασιακών διαφορών, ισχύει ότι όταν δύο αέριες μάζες έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες, οι πυκνότητες και οι πιέσεις τους είναι επίσης διαφορετικές, γεγονός που αυξάνει την κίνηση του αέρα από την πυκνότερη (ψυχρότερη) στην λιγότερο πυκνή (θερμότερη ζώνη).

Επίσης, η διαφορά πίεσης λειτουργεί ως εξής:

Όταν ο άνεμος ενεργεί σε ένα κτήριο εμφανίζεται υψηλή πίεση στην εκτεθειμένη πλευρά και χαμηλή στην προστατευόμενη όψη. Η κίνηση του ανέμου γίνεται από τις ζώνες υψηλής πίεσης στις ζώνες χαμηλής πίεσης. Έτσι μπορεί να διεισδύσει σε ένα κτήριο μέσω των ανοιγμάτων του, των οποίων η θέση και το μέγεθος καθορίζουν την ταχύτητα και την κατεύθυνση κίνησης του αέρα. [2,3,6,12,26] Εν γένει ο φυσικός αερισμός, ανάλογα με τον τρόπο που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι:

- ✚ Κατακόρυφος (φαινόμενο φυσικού ελκυσμού, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων, καμινάδων ή πύργων αερισμού).
- ✚ Κατακόρυφος ενισχυμένος από ηλιακή καμινάδα.
- ✚ Διαμπερής, διαμέσου παραθύρων και άλλων ανοιγμάτων.
- ✚ Αεριζόμενο κέλυφος.

#### Διαμπερής αερισμός

Ο αέρας διεισδύει, λόγω διαφοράς πίεσης, μέσω των ανοιγμάτων σε ένα κτήριο και η κατεύθυνση του μπορεί να ρυθμιστεί εξωτερικά με χρήση βλάστησης. Ως βέλτιστη θεωρείται η διεύθυνση ανέμου που σχηματίζει γωνία 45<sup>ο</sup> ως προς τα ανοίγματα εισόδου. Η ταχύτητα του αέρα είναι μέγιστη, όταν τα ανοίγματα εισόδου του αέρα είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου του και μάλιστα για καλύτερη διανομή του, όταν τα ανοίγματα αυτά είναι διαγώνια αντίθετα το ένα από το άλλο, το άνοιγμα εισόδου χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου υψηλότερα. Η χρήση μονόπλευρου αερισμού, δηλαδή ανοιγμάτων μόνο από τη μία πλευρά δε συνίσταται λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα.

Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποδοτικός, τις καλοκαιρινές μέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο κρύος αέρας, κυκλοφορώντας μέσα στο χώρο, απάγει τη θερμότητα που είναι αποθηκευμένη στη θερμική μάζα του κτηρίου και έτσι την επόμενη μέρα, το κτήριο βρίσκεται σε χαμηλότερη θερμοκρασία.

Για την αύξηση της απόδοσης του νυχτερινού αερισμού, συνίσταται η τοποθέτηση ανεμιστήρων οροφής που αυξάνουν την ταχύτητα του. Μελέτη σε κτήρια έχουν δείξει ότι με την εφαρμογή του αερισμού κατά τη διάρκεια της νύχτας, μπορεί να επιτευχθεί μείωση κατά 30% στις ανάγκες για ψυκτικά φορτία για τον κλιματισμό των χώρων.

Για βελτίωση του διαμπερή αερισμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν ανεμοθραύστες, για να εντείνουν τις διαφορές πίεσης. Οι θαμνοφράκτες για παράδειγμα μπορούν να επιτρέψουν μια απαλή αύρα να φιλτράρεται μέσα από το φύλλωμα, ενώ ένας κτιστός ανεμοφράκτης δημιουργεί μια ήσυχη, προστατευμένη ζώνη πίσω του. Διάκενα στους ανεμοθραύστες, ανοίγματα μεταξύ των κτηρίων ή μεταξύ του εδάφους και ενός στεγάστρου από δέντρα μπορούν να δημιουργήσουν διαύλους ανέμου, αυξάνοντας κατά 20% περίπου τις ταχύτητες του ανέμου. [3,81]

#### Αεριζόμενο κέλυφος

Πρόκειται για κατασκευή διπλού στρώματος δομικών υλικών, είτε στην οροφή είτε στις προσόψεις του κτηρίου, μέσα στο οποίο κυκλοφορεί αέρας που έρχεται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Λόγω διαφοράς πυκνότητας, δημιουργείται ροή στο διάκενο, και απάγεται ο θερμός αέρας. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος και, συνεπώς, στη θερμική προστασία του κτηρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, οπότε μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Πρέπει ωστόσο, να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους.

Με την χρήση αεριζόμενων δομικών στοιχείων αποτρέπονται φαινόμενα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στην τοιχοποιία (ή την οροφή) και τις επικαλύψεις, ενώ προστατεύονται τα δομικά υλικά του κτηρίου. Εφαρμόζεται κυρίως σε κτήρια μεσαίου ύψους και μεγάλου πλάτους.

Παραλλαγή του συστήματος αποτελεί η αεριζόμενη γυάλινη πρόσοψη, η οποία χρησιμοποιεί δύο στρώματα διαφορετικών δομικών υλικών και ένα διάκενο αέρα ανάμεσά τους. Το εξωτερικό στρώμα της πρόσοψης είναι γυάλινο, ενώ το εσωτερικό από συμπαγές υλικό. Πλεονεκτήματα τέτοιων συστημάτων είναι η επίτευξη πολύ καλών συνθηκών φυσικού φωτισμού στο κτήριο, σε συνδυασμό με αισθητικό αποτέλεσμα. Ωστόσο, σημειώνεται αύξηση των θερμικών κερδών, αλλά και των θερμικών απωλειών. [88]

Μελέτη του ΚΑΠΕ, διερεύνησε τη θερμική συμπεριφορά ενός αεριζόμενου στοιχείου οροφής σε κλιματικές συνθήκες θερμών και ψυχρών μηνών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων, σε σχέση με συμβατική οροφή φαίνονται στον (πίνακα 7.1). [10]

<b>Πίνακας 7.1:</b> Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης με συμβατική οροφή (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο : χειρότερη συμπεριφορά).			
Μείωση θερμικών απωλειών αεριζόμενης/συμβατικής οροφής.			
Περίοδος	Διάκενο (cm)	Ημέρα	Νύχτα
Καλοκαίρι	8	45%	-18%
	6	56%	-13%
Χειμώνας	6	70%	-11%
	8	28%	-10%

### 7.1.2. Φυσική ψύξη

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι δροσισμού που μπορούν να μας εξασφαλίσουν ψύξη με φυσικό τρόπο. Ο αέρας που διαρρέει το κτήριο είναι δυνατόν να ψυχθεί με εξάτμιση, ενώ ο αέρας αερισμού μπορεί να μειωθεί με ψύξη του από το έδαφος. Είναι δυνατή και αποτελεσματική επίσης, η ψύξη ενός χώρου μέσω της νυχτερινής ακτινοβολίας θερμότητας προς τον ουρανό.

Μια λογική αύξηση της ταχύτητας του αέρα στο χώρο, μπορεί να προκαλέσει αυξημένη άνεση των ενοίκων, δεδομένου ότι η θερμοκρασία του αέρα είναι χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του δέρματος. Η ψύξη που αντιλαμβάνεται ένα άτομο μπορεί επίσης να εμφανιστεί με την αύξηση του ρυθμού εξάτμισης της επιφάνειας του δέρματος με τη δημιουργία κίνησης του αέρα, ώστε να διακόπτεται το στρώμα του κεκορεσμένου αέρα που περιβάλλει το σώμα. Υπάρχουν λοιπόν, οι εξής τρόποι ψύξης:

- ✚ Από εξάτμιση (πύργος δροσισμού, άμεση- έμμεση συνδυασμένη εξάτμιση).
- ✚ Από το έδαφος.
- ✚ Από ακτινοβολία. [7,8]

#### Δροσισμός από εξάτμιση

Για να αλλάξει κατάσταση το νερό και από υγρό να μετατραπεί σε ατμό, απαιτείται ένα ορισμένο ποσό θερμότητας, που ονομάζεται λανθάνουσα θερμότητα εξάτμισης. Για να συμβεί αυτό είναι απαραίτητο η πίεση ατμών του νερού (που είναι σε μορφή σταγονιδίων ή βρεγμένης επιφάνειας), να είναι υψηλότερη από τη μερική πίεση των υδρατμών στην παρακείμενη ατμόσφαιρα. Όταν η απορρόφηση θερμότητας, για να επιτελεσθεί αυτή η αλλαγή φάσης, γίνεται από θερμό αέρα, εμφανίζεται πτώση της θερμοκρασίας του αέρα, με παράλληλη αύξηση των επιπέδων υγρασίας του.

Στην περίπτωση αυτή, έχουμε άμεσο εξατμιστικό δροσισμό σε αντίθεση με το έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό που συμβαίνει όταν η εξάτμιση συνοδεύεται από μείωση της θερμοκρασίας του γειτονικού αέρα, χωρίς όμως να αυξηθεί η περιεχόμενη υγρασία σε αυτόν.

Η ψύξη από εξάτμιση είναι δυνατόν να μεγιστοποιηθεί με την αύξηση της επιφάνειας επαφής του αέρα με το νερό, αλλά και με τη σχετική κίνηση του αέρα και του νερού. Η άμεση ψύξη από εξάτμιση, επειδή αυξάνει την υγρασία των εσωτερικών χώρων, πρέπει να συνδυάζεται από ικανοποιητικό ρυθμό ανανέωσης του αέρα, για αποφυγή

συμπύκνωσης και ανάπτυξης μούχλας. Τα συστήματα άμεσης εξατμιστικής ψύξης περιλαμβάνουν τη χρήση βλάστησης για εξατμισοδιαπνοή, καθώς και σιντριβάνια, κρήνες, πισίνες, υδάτινους πίδακες, σε εξωτερικούς χώρους κοντά στα κτήρια, αλλά και σε εσωτερικές αυλές και αίθρια, ώστε να ψύχουν τον αέρα που εισέρχεται στο κτήριο. Μερικά συστήματα βασίζονται στη χρήση πύργων στους οποίους ψεκάζεται νερό. Ο εξωτερικός αέρας εισέρχεται στον πύργο, ψύχεται λόγω εξάτμισης (του ψεκαζόμενου νερού) και κατόπιν μεταφέρεται στο κτήριο.

Τεχνικές έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωματίων με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης). [3,6,22,89]. Ο δροσισμός από εξάτμιση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε υγρά κλίματα όπου ο αέρας είναι κοντά στην κατάσταση κορεσμού.

#### Δροσισμός από το έδαφος

Πρόκειται για αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με τον αέρα περιβάλλοντος κατά τους θερμούς μήνες. Ενώ σε πολλά σημεία μιας χώρας μπορεί να υπάρχουν ισχυρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία αναλόγως της εποχής, από καύσωνα το καλοκαίρι σε θερμοκρασίες υπό του μηδενός τον χειμώνα, μερικά μόλις μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης το έδαφος παραμένει σε μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία.

Σε εξάρτηση από το γεωγραφικό πλάτος, οι θερμοκρασίες εδάφους κυμαίνονται από 10°C έως 21°C, για τον ελλαδικό χώρο. Αυτή η θερμοκρασία εδάφους είναι θερμότερη από τον αέρα πάνω από το έδαφος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και ψυχρότερη από τον αέρα το καλοκαίρι. Η εκμετάλλευση αυτής της ιδιότητας του εδάφους μπορεί αν γίνει με δύο τρόπους:

- ✚ Είτε με διάχυση θερμότητας προς το έδαφος με αγωγή.
- ✚ Είτε με μεταφορά.

Στην πρώτη περίπτωση, μέρος του περιβλήματος του κτηρίου πρέπει να βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εδαφικό υλικό. Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτηρίων, εφόσον το επιτρέπουν οι τοπογραφικές συνθήκες, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτηρίων. Με αυτόν τον τρόπο, σε θερμά και ξηρά κλίματα, αποβάλλεται θερμότητα από το εσωτερικό προς το έδαφος. Για να εφαρμοσθεί αυτή η μέθοδος, τα τμήματα του περιβλήματος κάτω από το έδαφος δε θα πρέπει να

μονώνονται, αλλά συνίσταται να υγραμονώνονται για να αποφεύγονται προβλήματα από την υγρασία στις επιφάνειες τους. Ωστόσο, σε κλίματα με ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτηριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος.

Στη δεύτερη περίπτωση γίνεται χρήση υπεδάφιου συστήματος εναλλακτών, που σκοπό έχει να ψυχθεί ο αέρας για τον αερισμό του κτηρίου πριν εισέλθει στο κτήριο με τη διέλευση του μέσα από ένα υπόγειο αγωγό, αφού πρώτα αναρροφηθεί από ανεμιστήρες. Εκτός από το καλοκαίρι, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα. [3,22,38,89]

#### Δροσισμός από ακτινοβολία

Για να γίνει μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία, πρέπει να υπάρχουν δύο παρακείμενες μάζες, οι οποίες να έχουν διαφορετική θερμοκρασία. Το θερμότερο στοιχείο ακτινοβολεί θερμότητα προς το ψυχρότερο. Αν το ψυχρότερο στοιχείο έχει σταθερή θερμοκρασία, το άλλο στοιχείο θα ψυχθεί τόσο ώστε να φτάσει σε κατάσταση ισορροπίας προς το ψυχρότερο. Ο νυκτερινός θόλος, ακόμα και κατά την καλοκαιρινή περίοδο είναι σταθερά ψυχρός, όταν είναι καθαρός, χωρίς σύννεφα. Επομένως, κάθε κτηριακό στοιχείο που αντικρίζει τον ουρανό ανταλλάσσει θερμότητα με αυτόν. Για να υπάρχει σημαντική ροή θερμότητας, θα πρέπει οι διαφορές θερμοκρασίας να είναι τουλάχιστον 7°C. Με βάση αυτή την αρχή, ένα σημαντικό ποσό της θερμότητας που έχει συλλεχθεί σε μία μάζα νερού ή σε ένα κτήριο κατά τη διάρκεια της μέρας θα ακτινοβοληθεί προς τον ουρανό, τις νυκτερινές ώρες, σε καλό καιρό.

Κατά αυτόν τον τρόπο, στο τέλος της νύχτας έχει επιτευχθεί ψύξη του νερού ή του κτηρίου. Οι αδιαφανείς κτηριακές επιφάνειες θα πρέπει να έχουν μεγάλη ανακλαστικότητα στην περιοχή της ακτινοβολίας μικρού κύματος, ώστε να ανακλούν την ανεπιθύμητη ηλιακή ακτινοβολία, αλλά ταυτόχρονα να έχουν μέγιστη ικανότητα εκπομπής της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος, ώστε να υποβοηθούν τη διαδικασία ακτινοβολίας θερμότητας από το κτήριο προς τα επάνω.

Σε υγρά κλίματα, η επίδραση της ακτινοβολίας θερμότητας δεν είναι τόσο έντονη, διότι ο υγρός αέρας είναι λιγότερο διαπερατός από την υπέρυθη ακτινοβολία (μεγάλου μήκους κύματος), απ' ό,τι ο ξηρός αέρας. Η νυκτερινή ακτινοβολία από κατακόρυφες επιφάνειες είναι περιορισμένη, γι' αυτό το λόγο γίνεται καλύτερη χρήση του φαινομένου στις οροφές των κτηρίων. Τα συνηθέστερα συστήματα νυκτερινής ακτινοβολίας είναι ο

μεταλλικός ακτινοβολητής τοποθετημένος στην οροφή του κτηρίου και η λίμνη οροφής, η οποία έχει ήδη αναφερθεί.

Το σύστημα του μεταλλικού ακτινοβολητή, αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτηρίου, η οποία ακτινοβολεί προς τον ουρανό μεγάλα ποσά θερμότητας, κατά τις νυχτερινές ώρες. Μπορούν να προστεθούν περύγια για να μεγιστοποιηθεί η μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό αέρα προς το δροσιστικό στοιχείο. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Μέσα από το σύστημα του ακτινοβολητή διέρχεται θερμός αέρας από το κτήριο, ψύχεται κατά την επαφή του με την ψυχρή εξωτερική πλευρά του ακτινοβολητή και επαναδιοχετεύεται στο εσωτερικό του κτηρίου.

Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου, που είναι διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή. [3,22,38,89]

### **7.1.3. Ανεμιστήρες οροφής**

Η χρήση ανεμιστήρων οροφής κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού επεκτείνει την περιοχή ευεξίας των ενοίκων σε υψηλότερες θερμοκρασίες μειώνοντας κατά αυτόν τον τρόπο τις ώρες λειτουργίας του κλιματισμού συστήματος.

Συγκεκριμένα, η περιοχή ευεξίας μπορεί να επεκταθεί πάνω από 26°C αν η μέση ταχύτητα του αέρα αυξάνεται κατά 0,275 m/s για κάθε βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας. Ωστόσο, δεν πρέπει να ξεπεραστούν οι οριακές τιμές θερμοκρασίας που είναι αντίστοιχα 28°C και 0,8m/s. [18]

### **7.1.4. Ξήρανση του εισερχόμενου αέρα**

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται για την αφύγρανση του εισερχόμενου αέρα, οπότε αντιμετωπίζουν μόνο το λανθάνον ψυκτικό φορτίο ενός κτηρίου, για αυτό συνήθως χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με συμβατικά συστήματα κλιματισμού, με συνέπεια την επίτευξη σημαντικής εξοικονόμησης ενέργειας. Στα συμβατικά κεντρικά κλιματιστικά συστήματα η αφύγρανση του εισερχόμενου αέρα επιτυγχάνεται με την ψύξη κάτω από το σημείο δροσού (ψύξη αρκετά κάτω από τη θερμοκρασία κλιματισμού και στη συνέχεια με θέρμανση ο αέρας αποκτά την επιθυμητή θερμοκρασία κλιματισμού).



Αυτή η διαδικασία πέρα από το γεγονός ότι από μόνη της είναι αρκετά ενεργοβόρα λόγω της ταπείνωσης της θερμοκρασίας ψύξης προκαλεί και μείωση του συντελεστή λειτουργίας της κλιματιστικής μονάδας. Αν τα ψυκτικά φορτία είναι σημαντικά οι ψύκτες απορρόφησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε συνδυασμό με συμβατικά κλιματιστικά συστήματα (υβριδικά συστήματα), ενώ αν είναι μικρά υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης τους με εξατμιστικούς ψύκτες, ειδικά σε περιοχές με ξηρό κλίμα οπότε η κατανάλωση ενέργειας είναι εξαιρετικά χαμηλή.

Τα πλέον συνήθως συστήματα ξήρανσης του εισερχόμενου αέρα αποτελούνται από ένα τροχό με απορροφητικό υλικό που κατακρατά την υγρασία του εισερχόμενου αέρα. Η αποβολή της υγρασίας στο περιβάλλον πραγματοποιείται με την παροχή θερμότητας στον απορροφητικό τροχό που προκαλεί την αποφόρτιση του. [18]

## **7.2. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από την θέρμανση χώρων-ζεστού νερού**

Οι παρεμβάσεις στα Η/Μ συστήματα αφορούν:

- ✚ Αντλίες θερμότητας αέρα-νερού
- ✚ Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας
- ✚ Αντλίες θερμότητας απορρόφησης
- ✚ Λέβητας υψηλής απόδοσης
- ✚ Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

### **7.2.1. Αντλίες θερμότητας αέρα-νερού**

Η χρήση αντλιών θερμότητας για θέρμανση χώρων ή ζεστού νερού αποτελεί μία σημαντική δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας. Μάλιστα, οι αντλίες θερμότητας μπορούν να ενσωματωθούν σε κάθε εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης, ενώ μπορούν να λειτουργήσουν είτε αυτόνομα είτε σε συνδυασμό με ένα λέβητα. Ωστόσο, οι αντλίες θερμότητας για να λειτουργούν σε υψηλή απόδοση πρέπει να συνδυάζονται με συστήματα διανομής της θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας χαμηλής θερμοκρασίας θέρμανσης και υψηλής θερμοκρασίας ψύξης. Οι αντλίες θερμότητας αέρα νερού/αέρα μπορούν να μας εξασφαλίζουν:

- ✚ Υψηλή απόδοση.
- ✚ Ευκολία στην εγκατάσταση.

- ✚ Ευκολία στη χρήση για ψύξη/θέρμανση.
- ✚ Χαμηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.
- ✚ Χαμηλό κόστος λειτουργίας, σε σχέση με την αποδιδόμενη θερμική και ψυκτική ισχύ. [18]

### 7.2.2. Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Γεωθερμία (γεωθερμικό δυναμικό) ονομάζεται η αποθηκευμένη ενέργεια υδρολογικών και γεωλογικών σχηματισμών του φλοιού της γης σε μορφή θερμότητας, όταν η θερμοκρασία του σχηματισμού υπερβαίνει τους 25°C. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού (θερμό νερό ή/και ατμός, θερμός αέρας) ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25-350°C. Σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία, τα γεωθερμικά πεδία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- ✚ Στα πεδία χαμηλής θερμοκρασίας, στα οποία η θερμοκρασία του προϊόντος (νερού, ατμού) κυμαίνεται από 25°C έως και 90°C.
- ✚ Στα πεδία υψηλής θερμοκρασίας, στα οποία η θερμοκρασία του προϊόντος (νερού, ατμού) υπερβαίνει τους 90°C.

Δυνατότητα όμως εκμετάλλευσης ενέργειας γεωλογικού ή υδρολογικού σχηματισμού υπάρχει και όταν η θερμοκρασία είτε του προϊόντος, είτε του σχηματισμού είναι μικρότερη από 25°C. Στις περιπτώσεις αυτές το βάθος εκμετάλλευσης συνήθως δεν υπερβαίνει τα 150m από την επιφάνεια του εδάφους και για το λόγο αυτό χαρακτηρίζεται από τους επιστήμονες ως αβαθής γεωθερμία.

Η διαφορά ανάμεσα στις δύο μορφές έγκειται στο γεγονός ότι η αβαθής γεωθερμική ενέργεια προέρχεται κυρίως από την αποθήκευση προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στη γήινη επιφάνεια, ενώ η κάθε αυτού γεωθερμική ενέργεια, προϊόν γεωθερμικού δυναμικού, οφείλεται στη μεταφορά θερμότητας από το μάγμα του πυρήνα της Γης στα ανώτερα στρώματα του εδάφους. Αν και η γεωθερμία παρουσιάζει μεγαλύτερη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας ανά μονάδα μάζας του γεωθερμικού προϊόντος, η αβαθής γεωθερμία πλεονεκτεί στο ότι βρίσκεται διαθέσιμη και εκμεταλλεύσιμη παντού, είναι αρκετά εύκολη στην αξιοποίησή της και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως πχ. με την ηλιακή.

Συνοπτικά, λοιπόν, αναφερόμαστε στη θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης στοχεύοντας στην εκμετάλλευση της ενέργειας από το εσωτερικό της γης, την εκμετάλλευση δηλαδή της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και νερών επιφανειακών ή υπογείων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, όπου επιτρέπεται η μεταφορά θερμότητας από και προς το έδαφος για παραγωγή δροσισμού, θέρμανσης και ζεστού νερού χρήσης για οικιακές αλλά και ευρύτερης κλίμακας εφαρμογές, που θα αναλύσουμε παρακάτω.

Η γεωθερμία αποτελεί μια καινοτομία εξέλιξης στον τομέα της θέρμανσης-δροσιάς. Η χρήση της ενδείκνυται για όλους τους χώρους (οικιακούς χώρους, ξενοδοχειακές επιχειρήσεις, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, κτηνοτροφικές μονάδες, θερμοκήπια, ιχθυοκαλλιέργειες) όπου απαιτείται η ύπαρξη θέρμανσης και δροσιάς. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150°C), η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν, όμως, η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών και άλλων κτιρίων ή κτιριακών εγκαταστάσεων, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λ.π. [18,9]

### 7.2.3. Αντλίες θερμότητας απορρόφησης

Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν θερμότητα (λέβητες αερίου ή πετρελαίου, ηλιακή ενέργεια, απορριπτόμενη θερμότητα) για την παραγωγή ψύξης. Η βασική διαφορά στον κύκλο λειτουργίας από τα συμβατικά κλιματιστικά συστήματα αποτελεί η υποκατάσταση του ηλεκτροκίνητου συμπιεστή από έναν θερμικό συμπιεστή.

Συγκεκριμένα, η συμπίεση επιτυγχάνεται με την απορρόφηση του ψυκτικού από ένα διάλυμά του στον απορροφητή και την εκρόφησή του με την παροχή θερμότητας σε μεγαλύτερη πίεση στον εκροφητή. [18] Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των ψυκτών απορρόφησης συνοψίζονται στα εξής:

- ✚ Έχουν πολύ μικρότερες απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια σε σύγκριση με τα συμβατικά κλιματιστικά συστήματα.
- ✚ Είναι αθόρυβα και δεν έχουν κινούμενα μηχανικά μέρη.
- ✚ Μπορούν να χρησιμοποιήσουν απορριπτόμενη θερμότητα ή ηλιακή ενέργεια. Τα ψυκτικά μέσα που χρησιμοποιούν δεν καταστρέφουν το όζον. [18]

## 7.2.4. Λέβητας υψηλής απόδοσης

Οι λέβητες υψηλής απόδοσης διακρίνονται σε:

### ✚ Συμβατικούς:

Είναι οι λέβητες που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα είναι συμβατικοί (υψηλών θερμοκρασιών εξόδου του νερού από 80-90°C).

### ✚ Χαμηλών θερμοκρασιών:

Είναι οι λέβητες που λειτουργούν συνεχώς με θερμοκρασία εξόδου του νερού από 35-40°C, και χρησιμοποιούνται υποχρεωτικά σε εγκαταστάσεις με υποδαπέδια θέρμανση και μερικές φορές σε συνδυασμό με αντλίες θερμότητας.

### ✚ Συμπύκνωσης:

Κύριο εναλλάκτη θερμότητας και ένας δευτερεύοντα πάνω από τον οποίο περνούν τα καυσαέρια. Μερική συμπύκνωση των καυσαερίων που περνούν από τον δευτερεύοντα εναλλάκτη, απελευθερώνοντας και αξιοποιώντας έτσι το 50-80% της λανθάνουσας θερμότητας των υδρατμών. Η απόδοση ενός λέβητα συμπύκνωσης σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα, βελτιώνεται κατά 5-15%. [18]

**Πίνακα 7.2:** Αποδόσεις λέβητα (Ευρωπαϊκή Οδηγία 92/42/EE)[18]  
 (\*)συμπεριλαμβάνονται οι λέβητες συμπύκνωσης υγρών καυσίμων(\*\*)θερμοκρασία νερού εισόδου στον λέβητα

Λέβητας	Απόδοση σε ονομαστική ισχύς Pn		Απόδοση σε μερικός φορτίο	
(4-400 KW)	Μέση θερμοκρασία νερού στον λέβητα (°C)	Απόδοση (%)	Μέση θερμοκρασία νερού στον λέβητα (°C)	Απόδοση (%)
Συμβατικός	70	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$	$\geq 50$	$\geq 80 + 3 \cdot \log P_n$
Χαμηλών θερμοκρασιών (*)	70	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$	40	$\geq 87,5 + 1,5 \cdot \log P_n$
Συμπύκνωσης	70	$\geq 91 + 1 \cdot \log P_n$	30(**)	$\geq 97 + 1 \cdot \log P_n$

Για θερμοκρασίες νερού εξόδου και επιστροφής στο λέβητα της τάξης των 55 και 40°C αντίστοιχα, η απόδοση του λέβητα μπορεί να ανέλθει και στο 90%. Αλλά και για θερμοκρασίες επιστροφής της τάξης των 70°C, η χρήση λέβητα συμπύκνωσης μπορεί να οδηγήσει σε αποδόσεις ως και 85% τη στιγμή που η απόδοση των συμβατικών λεβήτων κυμαίνεται από 65 ως 75%. Οι λέβητες συμπύκνωσης μπορεί να μειώσουν το κόστος λειτουργίας ενός συστήματος κεντρικής θέρμανσης κατά 15-20%, με αντίστοιχο χρόνο απόσβεσης τα 3 χρόνια, ενώ ταυτόχρονα η εγκατάσταση και συντήρηση τους είναι πολύ εύκολη. [18]

### 7.2.5. Συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας

Η συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας από την ίδια πρωτογενή πηγή ενέργειας (π.χ φυσικό αέριο) είναι μία τεχνική η οποία κερδίζει συνεχώς έδαφος και παρέχει μία εναλλακτική λύση στην κάλυψη των αναγκών σε ηλεκτρισμό, θέρμανση και ζεστό νερό. Ειδικά σε μεγάλα κτήρια (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, βιομηχανίες) είναι εύκολη και εφικτή η χρήση μικρών μονάδων για την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Το μηχάνημα της συμπαραγωγής είναι ένας κινητήρας συνδεδεμένος με μια γεννήτρια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Από την διαδικασία ψύξης του κινητήρα αλλά και από την ανάκτηση θερμότητας από τα καυσαέρια, γίνεται παράλληλα και παραγωγή θερμικής ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό, επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης.

Η αυξημένη απόδοση της μετατροπής και χρήσης της Ενέργειας. Η αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής και παραγωγής θερμότητας. Η μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>. Η συμπαραγωγή είναι μία από τις καλύτερες λύσεις για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, τους οποίους έχει αποδεχθεί η Ελλάδα. Η εξοικονόμηση οικονομικών πόρων. Η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχουν σε προσιτές τιμές. Η αποκέντρωση ηλεκτροπαραγωγής. Οι σταθμοί συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας σχεδιάζονται να ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Βελτιωμένων ασφάλεια παροχής και εισαγωγής καυσίμων και ηλεκτρικής ενέργειας. [18,1]

Παρακάτω σε ένα συγκεντρωτικό (πίνακα 7.3), θα δούμε, τη τεχνολογική συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και το καύσιμο του.

<i>Πίνακας 7.3: Τεχνολογική συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας και το καύσιμο του.</i>	
Τεχνολογίες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας	Καύσιμα
Αεριοστροβίλου(συνδυασμένου κύκλου, διαφορετικής πίεσης, συμπίκνωσης και ανάκτησης θερμότητας)	Φυσικό αέριο
	Βιοαέριο
	Βιομάζα
Μηχανών εσωτερικής καύσης	LPG
Μικροστροβίλων	Πετρέλαιο
Κινητήρων sterling	Μαζούτ
Ηλεκτρικών στοιχείων καυσίμου	Κηροζίνη
Ατμομηχανών	Άνθρακα
Οργανικού κύκλου Rankine	Απόβλητα βιομηχανιών ή πόλεων

Η χρήση μιας εγκατάστασης συμπαραγωγής μπορεί να επεκταθεί και το καλοκαίρι, εάν προστεθεί και ένας ψύκτης απορρόφησης, ο οποίος θα χρησιμοποιεί την παραγόμενη θερμότητα για την παραγωγή ψύχους (τριπαραγωγή).

#### Τα πλεονεκτήματα:

- ✚ Βελτιωμένη απόδοση της εγκατάστασης
- ✚ Μείωση της περιόδου αποπληρωμής

### **7.3. Η αύξηση απόδοσης Η/Μ συστημάτων, εξαρτάται από το φωτισμό**

Η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τον τεχνητό φωτισμό και να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην εξοικονόμηση ενέργειας, γενικότερα, ενός κτηρίου, στην οπτική άνεση και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ενοίκων. Ένα καλό σύστημα φυσικού φωτισμού λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό, την οργάνωση και τη γεωμετρία των χώρων που πρόκειται να φωτιστούν, την εγκατάσταση, το σχήμα και τις διαστάσεις των ανοιγμάτων, τη θέση και τις ιδιότητες των επιφανειών των εσωτερικών χωρισμάτων, που ανακλούν το φυσικό φως και επηρεάζουν τη διανομή του, καθώς και τη θέση και το σχήμα των διατάξεων που παρέχουν προστασία από το υπερβολικό φως και τη θάμβωση. Πρόκειται δηλαδή για μια ενιαία μελέτη του χώρου, των υαλοστασίων, των πλαισίων και των διατάξεων σκιασμού. [3,6]

### 7.3.1. Διατάξεις φυσικού φωτισμού

Φυσικός φωτισμός και ευεξία ενοίκων:

Ο φυσικός φωτισμός στα κτήρια συνίσταται ιδιαίτερα, δεδομένης της μεταβλητότητας και της ευαισθησίας του, που δημιουργούν περιβάλλον πιο ευχάριστο από το αντίστοιχο μονότονο που δημιουργεί ο τεχνητός φωτισμός. Υποστηρίζεται ότι συνδέεται με την καλή ψυχική υγεία του ατόμου και το σύνδρομο εποχικής συναισθηματικής διαταραχής. Πειραματικές ομάδες με σημάδια μελαγχολίας είχαν μετρήσιμες αλλαγές στη διάθεση τους, όταν υπέστησαν σε θεραπεία με χρήση φωτός παρόμοιο με το ηλιακό κατά την θερινή περίοδο.

Φυσικός φωτισμός και εξοικονόμηση ενέργειας:

Ο φωτισμός συνδέεται επίσης με την κατανάλωση ενέργειας. Από το σύνολο της παραγομένης πρωτογενούς ενέργειας, περίπου το 1/3 χρησιμοποιείται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, το δε ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται για φωτισμό υπολογίζεται σε περίπου 4%. Συνεπώς, η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για φωτισμό φαίνεται να συνεισφέρει πολύ λίγο στην συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο, αν εξετάσουμε τον κτηριακό τομέα οδηγούμαστε στα εξής αποτελέσματα:

Είδος κτηρίου	Γενική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (%)	Ηλεκτρική κατανάλωση σε φωτισμό (%)
Βιομηχανικά κτήρια	35,5%	2,5%
Κατοικίες	39,5%	2,5%
Εμπορικά κτήρια-κτήρια γραφείων	12,0%	8,0%

Συμπεραίνουμε, λοιπόν, ότι στα εμπορικά κτήρια και στα κτήρια γραφείων, ο φωτισμός καταναλώνει μεγάλο ποσό από τις συνολικές ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται σήμερα στοχεύουν στην μείωση της ηλεκτρικής ενέργειας, που απαιτείται για φωτισμό και στην μείωση των ωρών χρήσης του τεχνητού φωτισμού. [3,5]

### 7.3.2. Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης

Σε ότι αφορά τον τεχνητό φωτισμό, αξίζει να σημειωθεί ότι μόνο το 10% της ενέργειας που καταναλώνουν οι κοινές λάμπες πυρακτώσεως χρησιμοποιείται για φωτισμό, διότι το υπόλοιπο 90% της ενέργειας γίνεται θερμότητα και χάνεται. Για αυτό το λόγο, είναι καλύτερο να προτιμούνται λαμπτήρες νέας τεχνολογίας, οι συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού χαμηλής κατανάλωσης, που καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και διαρκούν περισσότερο. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι τόσο μεγάλη ώστε μέσα σε λίγους μόνο μήνες γίνεται απόσβεση της αγοράς του λαμπτήρα. Έτσι στη συνέχεια, οι μειωμένοι λογαριασμοί ρεύματος μεταφράζονται σε καθαρό κέρδος, τόσο χρηματικό όσο και περιβαλλοντικό, καθώς κάθε κιλοβατώρα που εξοικονομείται στη χώρα μας ισοδυναμεί με ένα κιλό λιγότερο διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Μια ταξινόμηση των λαμπτήρων είναι η εξής:

#### ✚ Λαμπτήρες Πυρακτώσεως:

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως έχουν χαμηλό κόστος αγοράς και συντήρησης, η φωτεινή ροή τους ρυθμίζεται εύκολα, προσφέρουν άριστη απόδοση χρωμάτων, επιδέχονται άμεση έναυση και επανέναυση εν θερμώ και λειτουργούν χωρίς πρόβλημα σε οποιαδήποτε θέση (οριζόντια, κατακόρυφη, διαγώνια).

#### ✚ Λαμπτήρες Φθορισμού:

Οι λαμπτήρες φθορισμού παρουσιάζουν μεγαλύτερη φωτεινή απόδοση (περίπου τριπλάσια) σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, ενώ η διάρκεια ζωής τους ξεπερνά τις 6.000 ώρες.

#### ✚ Λαμπτήρες Οικονομίας:

Οι σύγχρονοι οικονομικοί λαμπτήρες, για το ίδιο επίπεδο φωτεινότητας με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχουν 10 φορές μεγαλύτερο χρόνο ζωής (10.000 ώρες), και το ένα πέμπτο της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Το κόστος αγοράς τους είναι μεν μεγαλύτερο αλλά το συνολικό οικονομικό όφελος κατά τη χρήση τους είναι σημαντικό ως αποτέλεσμα της χαμηλής κατανάλωσης ρεύματος και της μεγαλύτερης διάρκειας ζωής τους (1 λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης αντιστοιχεί με 10 κοινούς λαμπτήρες). Σε χώρους όπου τα φώτα λειτουργούν αρκετή ώρα (κουζίνα, καθιστικό ή εξωτερικός νυχτερινός φωτισμός), η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να μειωθεί κατά 5 φορές περίπου εάν αντικαταστήσουμε τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Για το ίδιο επίπεδο φωτισμού, ένας λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης,



καταναλώνει 5W σε αντίθεση με ένα κοινό λαμπτήρα πυρακτώσεως που καταναλώνει 25W.

### 7.3.3. Συστήματα αυτόματου ελέγχου

Οι βασικές τεχνικές ελέγχου τεχνητού φωτισμού του είναι η χρήση διακοπών δυο θέσεων ή ροοστατικών διακοπών.

Οι διακόπτες δυο θέσεων είναι χειροκίνητοι ή αυτόματοι. Και η χρήση των ροοστατικών διακοπών επιτρέπει την συνεχή αυξομείωση των επιπέδων φωτισμού, κάτι που είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον για την χρήση του συστήματος τεχνικού φωτισμού σε συνδυασμό με τον φυσικό φωτισμό.

Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται στα συστήματα ελέγχου αφορούν χρονοδιακόπτες, αισθητήρες και ροοστατικούς διακόπτες. Οι χρονοδιακόπτες επιτρέπουν την έναρξη ή την διακοπή λειτουργίας των συστημάτων φωτισμού ανάλογα με προαποφασισμένα ωράρια λειτουργίας. Τα συστήματα αυτά έχουν δυνατότητες προηγμένου προγραμματισμού, όπως ημερήσια ή εβδομαδιαία προγράμματα, εποχιακή ρύθμιση, μεταβλητά χρονικά βήματα κ.τ.λ. Οι αισθητήρες τροφοδοτούν τα συστήματα ελέγχου με δεδομένα μεταβλητών και παραμέτρων των οποίων οι τιμές καθορίζουν την λειτουργία των συστημάτων φωτισμού. Οι κυριότεροι τύποι είναι αυτοί που ανιχνεύουν την παρουσία ατόμων σε ένα χώρο (αισθητήρες παρουσίας) ή τα επίπεδα φυσικού φωτισμού (φωτοαισθητήρες). [18]

Ένα τυπικό σύστημα ελέγχου αποτελείται. Από τους αισθητήρες που μετρούν την τιμή των παραμέτρων ελέγχου. Και τους ενεργοποιητές που εκτελούν την αλλαγή στον τρόπο λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων με τα οποία είναι συνδεδεμένο το σύστημα ελέγχου και τους ελεγκτές που είναι τα κύρια στοιχεία του συστήματος και οι οποίοι καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονισμού των διάφορων ενεργειακών συστημάτων, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου. [18] Οι δυνατότητες παρέμβασης και ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης είναι τρεις:

- ✚ Η διακοπή της λειτουργίας του συστήματος, με διακοπή λειτουργίας είτε του καυστήρα είτε του κυκλοφορητή, με χρονοδιακόπτη και έλεγχο αντιστάθμισης.
- ✚ Η μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού που κυκλοφορεί στο σύστημα θέρμανσης, με την ανάμιξη μέσω τρίοδης ή τετράοδης βάνας.

✚ Η μεταβολή της παροχής του νερού στα θερμαντικά σώματα, με χρήση θερμοστάτη χώρου ή θερμοστατικών βαλβίδων στα σώματα. [18]

Τα πλέον εξελιγμένα συστήματα αυτοματισμού είναι τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων (BEMS) που αποβλέπουν στην βελτιστοποίηση της λειτουργίας των συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού, φωτισμού και αερισμού.

Είναι ολοκληρωμένα συστήματα που αποτελούνται από αριθμό αισθητήρων, ενεργοποιητών, ελεγκτών και υπολογιστικών διατάξεων που ρυθμίζουν τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων με βάση τις επιθυμητές τιμές των παραμέτρων που διαμορφώνουν το εσωτερικό κλίμα των κτηρίων. Με τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτηρίων επιτυγχάνεται η παρακολούθηση της ενεργειακής κατανάλωσης, ο έλεγχος κόστους, η παρακολούθηση της λειτουργίας και της ασφάλειας των κτηρίων και η σύγκριση με αντίστοιχο κτήριο αναφοράς, αν είναι επιθυμητό. [18]

## **8. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΠΡΙΝ ΤΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ.**

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε αναλυτικά την κατάσταση στην οποία βρισκόταν το κτήριο πριν τις μετατροπές αλλά και τις συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλοντα χώρο. Στο κτήριο δεν υπήρχε θερμομόνωση ούτε στο δάπεδο, ούτε στο δώμα, ούτε στους τοίχους. Τα εξωτερικά κουφώματα ήταν ξύλινα με μονό υαλοπίνακα. Ο σκιασμός ήταν ανεπαρκής και η βλάστηση που επικρατούσε τον περιβάλλοντα χώρο ήταν ελλιπής.

### **8.1. Αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτηρίου**

#### **8.1.1. Γενικά στοιχεία για το υφιστάμενο κτήριο**

Το υπό μελέτη κτήριο αποτελείται από το υπόγειο, και το ισόγειο. Το υπόγειο έχει εμβαδόν 43,9 m<sup>2</sup> και το ισόγειο 204,82 m<sup>2</sup> εκ των οποίων τα 160,92 m<sup>2</sup> χρησιμεύουν ως κατοικία και τα 43,90 m<sup>2</sup> ως χώρος στάθμευσης και αποθήκης. Το ύψος του υπογείου είναι 2,5 m και το ύψος του ισογείου 3,0 m. Το συνολικό εμβαδόν ανέρχεται σε 248,72 m<sup>2</sup>, ενώ ο όγκος του σε 724,21 m<sup>3</sup>. Το κτήριο βρίσκεται στην περιοχή Αγίου Κωνσταντίνου, Θεσσαλονίκης και είναι μια ισόγεια μονοκατοικία με χώρο στάθμευσης, αποθήκη και υπόγειο.

Στον (πίνακα 8.1), παρουσιάζονται συνοπτικά τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή του υφιστάμενου κτηρίου. Τα στοιχεία αυτά έχουν να κάνουν με την κατάσταση του πριν τις μετατροπές που έγιναν.

**Πίνακας 8.1:** Υλικά κατασκευής του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας.

Δομικά στοιχεία	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος στρώσεων d(m)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U(W/m <sup>2</sup> K)
Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li></ul>	0,290	3,165
Τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li></ul>	0,270	3,953
Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li></ul>	0,290	2,463
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Πλακίδια</li><li>• Τσιμεντοκονίαμα</li><li>• Ελαφροσκυρόδεμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li></ul>	0,290	2,001
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Πλακίδια</li><li>• Τσιμεντοκονίαμα</li><li>• Ελαφροσκυρόδεμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li></ul>	0,290	1,763
Δώμα βατό σε επαφή με εξωτερικό αέρα, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ασβεστοτσιμεντονίασμα</li><li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li><li>• Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων</li><li>• Τσιμεντοκονίαμα</li><li>• Κεραμικά πλακίδια</li></ul>	0,295	1,920

Μέχρι τώρα είδαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτηρίου. Αλλά ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που θα εξετάσουμε είναι τα κουφώματα του υφιστάμενου κτηρίου. Στο (πίνακα 8.2), παρουσιάζεται ο υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας και συντελεστών ηλιακών κερδών διαφανών δομικών στοιχείων.

Τα γενικά στοιχεία των κουφωμάτων είναι ο τύπος του πλαισίου που είναι:

Τύπος πλαισίου: Σκληρής ξυλείας.

$U_f$  πλαισίου: 2,40 W/m<sup>2</sup>K.

Τύπος υαλοπίνακα: Μονός υαλοπίνακας.

$U_g$  υαλοπίνακα: 5,70 W/m<sup>2</sup>K.

g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.: 0,85

g υαλοπίνακα: 0,77

Γραμμική θερμοπερατότητας συναρμογής υαλοπινάκων και πλαισίου  $\Psi_g$ :

0,08W/m<sup>2</sup>K

Μέσο πλάτος πλαισίου: 5 cm

**Πίνακας 8.2:** Τύπος ανοιγμάτων του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας και ηλιακών κερδών (συνέχεια)

α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος (m)	Ύψος ανοίγματος (m)	Αριθμός φύλλων	Πλάτος υαλοπίνακα (m)	Ύψος υαλοπίνακα (m)	Εμβαδό κουφώματος (m <sup>2</sup> )
1	1.74	1.30	2	0.77	1.20	2.27
2	0.80	0.80	1	0.70	0.70	0.64
3	1.10	2.20	1	-	-	2.42
4	0.80	0.80	1	0.70	0.70	0.64
5	1.74	1.30	2	0.77	1.20	2.27
6	1.74	1.30	2	0.77	1.20	2.27
7	1.50	0.50	1	1.40	0.40	0.75
8	1.65	2.20	2	0.73	2.10	3.63
9	1.65	1.30	2	0.73	1.20	2.15
10	1.65	1.30	2	0.73	1.20	2.15
11	1.05	2.20	1	0.95	2.10	2.31
12	1.05	2.20	1	0.95	2.10	2.31
13	1.65	1.30	2	0.73	1.20	2.15
14	1.05	2.20	1	0.95	2.10	2.31
15	1.05	2.20	1	0.95	2.10	2.31
16	1.05	1.30	1	0.95	1.20	1.37
17	4.60	2.20	1	-	-	10.12

<i>Πίνακας 8.2: Τύπος ανοιγμάτων του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας και ηλιακών κερδών</i>						
α/α κουφώματος	Εμβαδό υαλοπίνακα (m <sup>2</sup> )	Εμβαδό πλαisiού (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό Πλαisiού F <sub>t</sub> (%)	Μήκος L <sub>g</sub> (m)	U κουφώματος W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> κουφώματος
1	0.924	1.35	59	5.01	10.8	0.31
2	0.49	0.15	23	3.00	4.5	0.59
3	-	2.42	100	3.30	5.9	0
4	0.49	0.15	23	3.00	4.5	0.59
5	0.924	1.35	59	5.01	10.8	0.31
6	0.924	1.35	59	5.01	10.8	0.31
7	0.56	0.19	25	3.80	5.2	0.57
8	1.533	2.10	57	6.68	17.5	0.33
9	0.876	1.28	59	4.88	10.2	0.31
10	0.876	1.28	59	4.88	10.2	0.31
11	1.995	0.32	13	6.30	17.0	0.66
12	1.995	0.32	13	6.30	17.0	0.66
13	0.876	1.28	59	4.88	10.2	0.31
14	1.995	0.32	13	6.30	17.0	0.66
15	1.995	0.32	13	6.30	17.0	0.66
16	1.14	0.23	16	4.50	9.9	0.64
17	-	10.12	100	6.80	24.3	0

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του ισογείου που αφορούν την θερμομονωτική επάρκεια (πίνακας 8.3) και την ενεργειακή απόδοση (πίνακας 8.4).

*Πίνακας 8.3: Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ισογείου, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.*

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	3.165	61.83	195.7
Δυτικά	Τοιχοποιία	3.165	46.296	146.5
Βόρεια	Τοιχοποιία	3.165	60.808	192.4
Ανατολικά	Τοιχοποιία	3.165	44.22	139.9
Νότια	Πόρτα	2.40	3,63	8.71
		2.50	0.75	1.88
		2.30	2,31	5.31
		2.40	1.37	3.29
		2.30	2,31	5.31
		2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.30	2.31	5.31
Δυτικά	Πόρτα	2.40	2.26	5.42
		2.40	2.26	5.42
Βόρεια	Πόρτα	2.80	10.12	28.34
		2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
		2.50	0.64	1.60
Ανατολικά	Πόρτα	2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.40	2.15	5.16
		Σύνολα	<b>257.506</b>	<b>784.27</b>

**Πίνακας 8.4:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ισογείου, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης.

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	3.165	61.83	195.7
Ανατολικά	Τοιχοποιία	3.165	46.296	146.5
Βόρεια	Τοιχοποιία	3.165	1.068	3.38
Δυτικά	Τοιχοποιία	3.165	44.22	139.9
Νότια	Πόρτα	2.40	3,63	8.71
		2.50	0.75	1.88
		2.30	2,31	5.31
		2.40	1.37	3.29
		2.30	2,31	5.31
		2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.30	2,31	5.31
Δυτικά	Πόρτα	2.40	2.26	5.42
		2.40	2.26	5.42
		2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
Βόρεια	Πόρτα	2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
Ανατολικά	Πόρτα	2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.40	2.15	5.16
		Σύνολα	<b>246.746</b>	<b>595.25</b>



Ενώ στο πίνακα 8.5 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων του υπογείου σχετικά με την θερμική επάρκεια.

**Πίνακας 8.5:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων του υπογείου

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	3.953	17.8	70.36
Δυτικά	Τοιχοποιία	3.953	18.2	71.9
Βόρεια	Τοιχοποιία	3.953	17.8	70.36
Ανατολικά	Τοιχοποιία	3.953	18.2	71.9
Σύνολα			<b>72</b>	<b>284.52</b>

**Πίνακας 8.6:** Συνολικά συγκεντρωτικά στοιχεία για αδιαφανή κατακόρυφα στοιχεία, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Σ(A*U) (W/K)	n	b	n * ΣΑ (m <sup>2</sup> )	b * n * Σ(A*U) (W/K)
Ισόγειο	257.506	784.27	1	1	257.506	784.27
Υπόγειο (μ.θ.χ)	72	284.52	1	0.5	72	142.26
Συνολικά					<b>329.5</b>	<b>926.53</b>

Ακολουθεί ο (πίνακας 8.7), με τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των αδιαφανών οριζοντίων στοιχείων του κτηρίου.

**Πίνακας 8.7:** Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Δομικά στοιχεία	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΣΑ*U (W/K)	b	b * ΣΑ * U (W/K)
Υπόγειο	Δάπεδο	51,84	2,001	103,7	1,0	103,7
Ισόγειο	Οροφή (δώμα)	231,252	1,920	444	1,0	444
	Δάπεδο (μ.θ.χ)	50.14	1,763	88,4	0,5	44,2
	Δάπεδο	179,412	2,001	359	1,0	359
Συνολικά		<b>514,4</b>				<b>950,9</b>

Σε ότι αφορά τα διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου δίνονται ο (πίνακα 8.8), με τα αναλυτικά στοιχεία των κουφωμάτων και ο (πίνακας 8.9), με τα συγκεντρωτικά.

**Πίνακας 8.8:** Αναλυτικά στοιχεία κουφωμάτων, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Κουφώματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U*A (W/K)
Ισόγειο	N1	1.65	2.20	3.63	2.4	8.71
	N2	1.50	0.50	0.75	2.5	1,88
	N3	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16
	N4	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	N5	1.05	1.30	1.37	2.4	3,29
	N6	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	N7	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	Δ1	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	Δ2	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	B1	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	B2	0.80	0.80	0.64	2.5	1,60
	B3	0.80	0.80	0.64	2.5	1,60
	A1	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	A2	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16
	A3	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16

**Πίνακας 8.9:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Σ(U*A) (W/K)	n	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	n * Σ(U*A) (W/K)
Ισόγειο	29.53	70.15	1	29.53	70.15
			Συνολικά	<b>29.53</b>	<b>70.15</b>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία θερμαινόμενου χώρου, που αφορούν τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας. Στο (πίνακα 8.10), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τους θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου. Ενώ στο (πίνακα 8.11), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφα - οριζόντια αδιαφανή στοιχεία και διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου.

**Πίνακας 8.10:** Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου.

Όροφος	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
Ισόγειο	204,82	3,00	614,46
		Συνολικό	<b>614,46</b>

**Πίνακας 8.11:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων-οριζόντιων αδιαφανών στοιχείων και διαφανών στοιχείων.

α/α	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Σ(b * U * A) (W/K)
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	329,5	926,53
Οριζόντιες αδιαφανή δομικά στοιχεία	514,4	950,9
Διαφανή δομικά στοιχεία	29,53	70,15
Συνολικό	<b>873,43</b>	<b>1947,58</b>

$$\Sigma A/\Sigma V = 873,43 \text{ (m}^2\text{)} / 614,46 \text{ (m}^3\text{)} = 1,4 \text{ (m)}$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}$ : 0,66 (W/K)

Και ο πραγματοποιούμενος  $U_m = 1947,58 \text{ (W/K)} / 873,43 \text{ (m}^2\text{)} = 2,3 \text{ W/(m}^2\text{ K)}$ , οπού είναι μεγαλύτερο του μέγιστου επιτρεπτού ορίου: **2,3 W/(m<sup>2</sup> K) > 0,66 (W/K)**.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία μη θερμαινόμενου χώρου, που αφορούν τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης. Στο (πίνακα 8.12), παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με τον αέρα. Ενώ στο (πίνακα 8.13), τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 8.12:** Δομικά στοιχεία σε επαφή με τον αέρα.

α/α	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	ΣU*A (W/K)
1	Νότιος τοιχ.	3,165	20,61	65,13
2	Ανατολικός τοιχ.	3,165	21,84	69,01
3	Βόρειος τοιχ.	3,165	11,24	35,52
4	Παράθυρα	2,80	0,75	2,10
5	Γκαραζόπορτα	6,00	10,12	60,72
6	Οροφή	1,920	51,84	99,54
Συνολικά				<b>332,02</b>

**Πίνακας 8.13:** Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.

α/α	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	ΣU*A (W/K)
1	Νότιος τοιχ.	3,953	17,8	70,4
2	Ανατολικός τοιχ.	3,953	18,2	72,0
3	Βόρειος τοιχ.	3,953	17,8	70,4
4	Δυτικός τοιχ.	3,953	18,2	72,0
5	Δάπεδο	2,001	51,84	104,0
Συνολικά				<b>389</b>

Η διείσδυση του αέρα ανά τύπο κουφώματος λαμβάνεται για τις εξωτερικές πόρτες 10,8(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h), ενώ για τα εξωτερικά παράθυρα 15,6(m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h) συμφωνά με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.στον παρακάτω (πίνακα 8.14), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία του αθέλητου αερισμού.

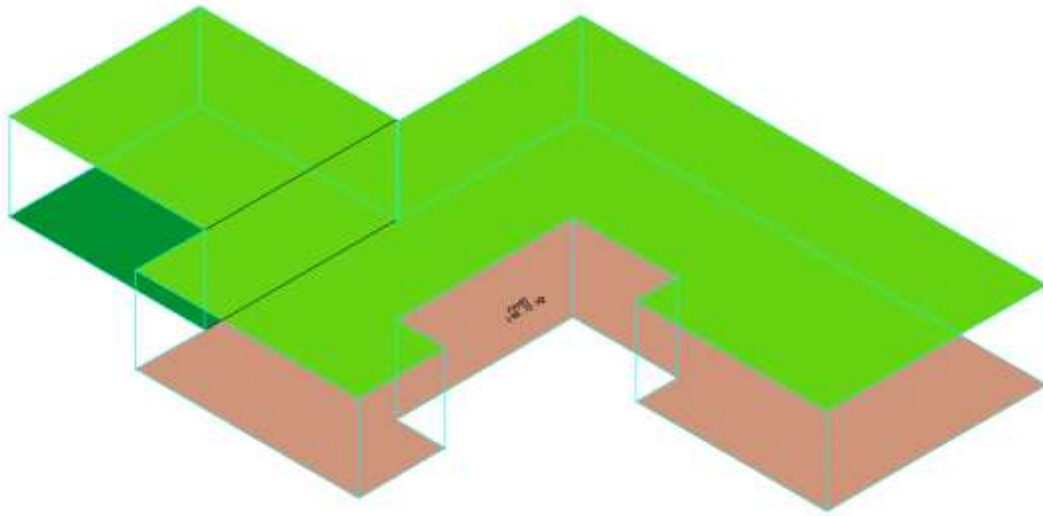
Θεωρείται ότι από τα σταθερά κουφώματα δεν συμβαίνει διείσδυση αθέλητος αερισμός.

**Πίνακας 8.14:** Συγκεντρωτικά στοιχεία αθέλητου αερισμού.

Όροφος	Τύπος	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	n	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h)	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολική διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
Ισογείου	Πόρτα	25,41	1	26	10,8	280,8	<b>546</b>
	Παράθυρο	16,63		17	15,6	265,2	

## 8.2. Αποτελέσματα θερμικών φορτίων του υφιστάμενου κτηρίου

Για τη μελέτη των θερμικών φορτίων χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα προσομοίωσης ωριαίας βάσης για ένα χρόνο. Για τις απαιτήσεις του προγράμματος το κτήριο ξανασχεδιάστηκε σε εξειδικευμένο πρόγραμμα. Στο (σχήμα 8.1), απεικονίζεται το προφίλ του κτηρίου όπως αυτό σχεδιάστηκε, και στον (πίνακα 8.15), οι πληροφορίες για τις θερμικές ζώνες στις οποίες αυτό διαιρέθηκε.



*Σχήμα 8.1: Το υπό μελέτη κτήριο σε ψηφιοποιημένη μορφή.*

<i>Πίνακας 8.15: Καθορισμός θερμικών ζωνών κτηρίου.</i>			
Θερμική ζώνη	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Χώροι που περιέχονται
Ζώνη 1	482,76	160,92	<ul style="list-style-type: none"> <li>• κουζίνα</li> <li>• σαλόνι</li> <li>• τραπεζαρία</li> <li>• βεστιαριο</li> <li>• δωμάτιο</li> <li>• κρεβατοκάμαρα</li> <li>• παιδικό δωμάτιο</li> <li>• χολ</li> <li>• μπάνιο</li> <li>• προθάλαμος</li> <li>• wc</li> <li>• γραφείο/βοηθητικό χώρος</li> </ul>
Ζώνη 2	131,7	43,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• κλιμακοστάσιο</li> <li>• γκαράζ</li> <li>• αποθήκη τροφίμων</li> </ul>
Ζώνη 3	109,75	43,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• υπόγειο</li> <li>• κλιμακοστάσιο</li> </ul>

Κλιματιζόμενη ζώνη είναι μόνο η ζώνη 1, ενώ οι ζώνες 2 και 3 είναι χώροι που δεν είναι απαραίτητη να κλιματίζονται. Αφού στους χώρους αυτούς τα άτομα δε παίρνουν πολλές και δημιουργικές ώρες της ημέρας τους. Το συνολικό εμβαδόν και όγκος των κλιματιζόμενων χώρων ανέρχεται σε 160,92m<sup>2</sup> και 482,76m<sup>3</sup> αντίστοιχα.

Για την σωστή λειτουργία του προγράμματος (προσομοίωσης), έχουν οριστεί κάποιοι βασική παράμετροι. Το πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου παρουσιάζεται στον (πίνακα 8.16) που ακολουθεί.

**Πίνακας 8.16:** Πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου.

Μέρες εβδομάδας	Δραστηριότητα	Κλιματισμός
Δευτέρα	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Τρίτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Τετάρτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Πέμπτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Παρασκευή	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Σάββατο	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Κυριακή	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00

Οι επιθυμητή τιμή θερμοκρασίας και υγρασίας κλιματιζόμενων χώρων για τη χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάζονται στους (πίνακες 8.17 και 8.18), αντίστοιχα, οι οποίοι έχουν μεταφερθεί στην παρούσα έκθεση από την Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε. 2425/86.

**Πίνακας 8.17:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86.

Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)
Κατοικίες	22	30 – 50
Κτήρια γραφείων	21 – 23	30 – 35
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	20 – 22	40 – 50
Νοσοκομεία	24	30
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	21 – 23	30 – 40

**Πίνακας 8.18:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86.

Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)
Κατοικίες	25 – 26	40 – 50
Κτήρια γραφείων	25 – 26	40 – 50
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	22	40 – 50
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	23 – 26	50 – 60
Εκπαιδευτικά κτήρια	26	45 – 50
Αίθουσες Νοσοκομείων	24	45 – 50
Χειρουργεία Νοσοκομείων	20 – 24	50 – 60
Αναρρωτήρια Νοσοκομείων	24	50 – 60

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται οι τελικές τιμές παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση του κτηρίου. Όσον αφορά τη διεύθυνση του αέρα από τα ανοίγματα υπολογίστηκε από το πρόγραμμα με βάση την ποιότητα αυτών,

την ένταση και τη διεύθυνση του αέρα και τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Επειδή αυτή η τιμή δεν είναι σταθερή στον παρακάτω πίνακα αναφέρεται ως «input».

**Πίνακας 8.19:** Τιμές παραμέτρων προσομοίωσης για το κτήριο.

Θερμική ζώνη	Θέρμανση		Ψύξη		Διείσδυση αέρα	Εξερισμός (m <sup>3</sup> /h & άτομο)	Θερμικά κέρδη		
	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)			Άτομα	Φωτισμός (W/m <sup>2</sup> )	Άλλα κέρδη
Ζώνη 1	22	40	25	50	input	26	5	25	-
Ζώνη 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ζώνη 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Οι τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων προέκυψαν από επεξεργασία δεδομένων που προμηθεύτηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ). Πιο συγκεκριμένα στο (πίνακα 8.20), όπου παρουσιάζονται μέσες ελάχιστες και μέσες τιμές της θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση, για την Θεσσαλονίκη.

**Πίνακας 8.20:** Μέση, μέση ελάχιστη και μέση μέγιστη θερμοκρασία για την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Μήνας	Μέση θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία	Μέση μέγιστη θερμοκρασία
Ιανουάριος	3,1	-0,6	6,6
Φεβρουάριος	5,2	0,7	9,4
Μάρτιος	8,9	3,7	13,5
Απρίλιος	14,0	8,1	18,9
Μάιος	19,4	13,5	24,8
Ιούνιος	24,2	17,7	29,3
Ιούλιος	26,1	19,9	31,6
Αύγουστος	25,1	19,1	30,4
Σεπτέμβριος	20,7	14,8	25,7
Οκτώβριος	14,8	9,9	19,6
Νοέμβριος	9,4	5,0	13,2
Δεκέμβριος	4,8	1,1	8,4

Στο (διάγραμμα 8.1) απεικονίζονται τα συνολικά απαιτούμενα θερμικά φορτία για όλο το κτήριο.



Στον (πίνακα 8.21), που ακολουθεί παρατίθενται οι μηνιαίες τιμές των αισθητών απαιτούμενων φορτίων.

**Πίνακας 8.21:** Μηνιαία αισθητά και λαθάνοντα φορτία για ψύξη και θέρμανση.

Μήνας	Τελική ενέργεια θέρμανσης από αισθητά φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια θέρμανσης από λαθάνοντα φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια ψύξης από αισθητά φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια ψύξης από λαθάνοντα φορτία (MWh)
Ιανουάριος	9,8	0,0	0,0	0,0
Φεβρουάριος	7,4	0,0	0,0	0,0
Μάρτιος	5,2	0,0	0,0	0,0
Απρίλιος	1,6	0,0	0,0	0,0
Μάιος	0,1	0,0	0,7	0,0
Ιούνιος	0,0	0,0	2,6	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	4,1	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	3,4	0,0
Σεπτέμβριος	0,0	0,0	0,6	0,0
Οκτώβριος	1,8	0,0	0,0	0,0
Νοέμβριος	5,6	0,0	0,0	0,0
Δεκέμβριος	9,0	0,0	0,0	0,0
<b>Ετήσιες τιμές</b>	<b>40,5</b>	<b>0,0</b>	<b>11,3</b>	<b>0,0</b>
<b>Συνολική ενέργεια</b>	<b>40,5</b>		<b>11,3</b>	

Με βάση τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα του (πίνακα 8.21), η ετήσια ενέργεια που απαιτείται για θέρμανση του κτηρίου υπολογίστηκε στις 40,5 και για ψύξη στις 11,3. Η συνολική ειδική τελική ενέργεια για θέρμανση και ψύξη ανά μονάδα επιφάνειας κλιματιζόμενων χώρων προκύπτει, με βάση τη συνολική επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων, ίση με 198,4 kWh/m<sup>2</sup> για θέρμανση και 55,4 kWh/m<sup>2</sup> για ψύξη.

### 8.3. Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυση του υφιστάμενου κτηρίου

Στους παρακάτω (πίνακα 8.22), περιγράφεται αναλυτικά για κάθε είδος χώρου του υφιστάμενου κτηρίου ο τύπος, η ισχύς και το πλήθος των λαμπτήρων που υπάρχει. Ενώ στην τελευταία στήλη παρουσιάσετε η ώρες ανά ημέρα λειτουργίας του κάθε ένα χώρου κατά προγκίστηκα.

**Πίνακας 8.22:** Εγκατάσταση φωτισμού σε κάθε χώρο

Είδος χώρου	Λαμπτήρες			Λειτουργία
	Τύπος (*)	Ισχύς (W)	Πλήθος	Ωρες/Ημέρα
Δωμάτιο	Π	150,00	1,00	2,00
Παιδικό δωμάτιο	Π	150,00	1,00	2,50
Κρεβατοκάμαρα	Π	150,00	1,00	1,25
Βοηθητικό Δωμ./Γραφείο	Π	120,00	2,00	1,25
Μπάνιο	Π	140,00	2,00	1,75
WC	Π	140,00	1,00	1,75
Κουζίνα	Π+ΧΚ	200,00	3,00	2,25
Σαλόνι	Π	400,00	5,00	1,50
Τραπεζαρία	Π	200,00	2,00	0,50
Βεστιάριο	Π	150,00	2,00	1,00
Χολ	Π	75,00	2,00	0,30
Προθάλαμος	Π	75,00	2,00	0,50
Αποθήκη τροφίμων	Π	75,00	1,00	1,00
Γκαράζ	ΧΚ	75,00	1,00	0,20
Κλιμακοστάσιο	Π	75,00	2,00	0,15
Υπόγειο	ΧΚ	75,00	2,00	0,15
Εξωτερ. Φωτ. & Διάδρ.	Π	1250,00	9,00	0,20

Στο (πίνακα 8.23), καταγράφονται ο εξοπλισμός υπηρεσιών και οι οικιακές συσκευές της υφιστάμενης κατοικίας. Οπού αναφέρονται το πλήθος, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των συσκευών και η ωραία λειτουργία τους.

**Πίνακας 8.23:** Εξοπλισμός υπηρεσιών και οικιακές συσκευές .

α/α	Πλήθος	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW)	Ωραία λειτουργία (Ωρες/Ημέρα)
Καταψύκτης	1,00	285,00	8,00
Ψυγείο	1,00	285,00	8,00
Ηλ. Κουζίνα	1,00	3600,00	0,40
Καφετιέρα	1,00	0,75	0,10
Τηλεόραση	2,00	157,00	3,00
Ηλ. Παιχνίδια	1,00	220,00	1,00
Πλυντήριο ρούχων	1,00	2300,00	1,00
Ηλ. Πιστολάκι	1,00	2,20	0,05
Ηλ. Σίδερο	1,00	1200,00	0,50
Ηλ. υπολογιστής	1,00	300,00	3,00
Ηλ . θερμοσίφωνα	1,00	3000,00	0,15
Ηλ. Σκούπα	1,00	1300,00	0,29

Ανάλογα με το χώρο που μελετάμε, και έχοντας υποθέσει ότι λειτουργεί 24 ώρες με των ανάλογο μέγιστο αριθμό ατόμων αλλά και το είδος του φωτισμού. Στο (πίνακα 8.24), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία, της μέσης ημερησίας κατανάλωσης αλλά και η συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο.

**Πίνακας 8.24:** Συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο.

Είδος χώρου	Ώρες χρήσης χώρου	Αρ. Ατόμων (μέγιστος)	Είδος φωτισμού	Φωτισμός (Wεγκ.ισχ.)	Συντελεστής χρήσης	Μέση ημερ.καταν.(Wh)	Συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο(Εημ) σε kWh
Δωμάτιο	24	3	Π	150,00	0,083	300,0	300,0
Παιδικό δωμάτιο	24	3	Π	150,00	0,104	375,0	375,0
Κρεβατοκάμαρα	24	3	Π	150,00	0,052	187,5	187,5
Δωμ./Γραφείο	24	4	Π	120,00	0,052	150,0	1050,0
Μπάνιο	24	2	Π	140,00	0,073	245,0	245,1
WC	24	2	Π+ΧΚ	140,00	0,073	245,0	245,0
Κουζίνα	24	4	Π	200,00	0,094	450,0	4170,1
Σαλόνι	24	5	Π	400,00	0,063	600,0	1071,0
Τραπεζαρία	24	5	Π	200,00	0,021	100,0	100,0
Βεστιάριο	24	5	Π	150,00	0,042	150,0	1818,0
Χολ	24	5	Π	75,00	0,031	22,5	22,5
Προθάλαμος	24	5	Π	75,00	0,021	37,5	37,5
Αποθήκη τροφίμων	24	3	Π	75,00	0,042	75,0	4655,0
Γκαράζ	24	3	ΧΚ	75,00	0,008	15,0	15,0
Κλιμακοστάσιο	24	5	Π	75,00	0,006	11,3	11,3
Υπόγειο	24	3	ΧΚ	75,00	0,006	11,3	11,3
Εξωτερ. Φωτισμός & διάδρ.	24	5	Π	1250,00	0,008	250,0	700,0

Ενώ η συνολική μέση ημερήσια κατανάλωση ηλ. Ενέργειας για κάθε ηλ. Συσκευή της κατοικίας είναι 15,00 KWh. Ενώ στο (πίνακα 8.25 και 8.26), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά τα στοιχεία κατανάλωσης ανά χώρο και τα στοιχεία μηνιαίας κατανάλωση αντίστοιχα.

**Πίνακας 8.25 :** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατανάλωσης ανά χώρο.

Χώρος	Ετήσια κατανάλωση χώρο (Wh)
Δωμάτιο	109,200
Παιδικό δωμάτιο	136,500
Κρεβατοκάμαρα	68,250
Δωμ./Γραφείο	382,200
Μπάνιο	89,220
WC	89,180
Κουζίνα	1517,907
Σαλόνι	389,844
Τραπεζαρία	36,400
Βεστιάριο	661,752
Χολ	8,190
Προθάλαμος	13,650
Αποθήκη τροφίμων	1694,420
Γκαράζ	5,460
Κλιμακοστάσιο	4,095
Υπόγειο	4,095
Εξωτερ. Φωτισμός & διάδρ.	245,800

**Πίνακας 8.26 :** Συγκεντρωτικά στοιχεία μηνιαίας κατανάλωσης.

Μήνες	Συνολική μηνιαία κατανάλωση (KWh)
Ιανουάριος	465,440
Φεβρουάριος	420,397
Μάρτιος	465,440
Απρίλιος	450,426
Μάιος	450,426
Ιούνιος	450,426
Ιούλιος	465,440
Αύγουστος	465,440
Σεπτέμβριος	450,426
Οκτώβριος	465,440
Νοέμβριος	450,426
Δεκέμβριος	465,440
Σύνολο	<b>5465,163</b>

## **9. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΤΗΡΙΟΥ ΜΕΤΑ ΤΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΣΕ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ.**

Εάν λάβουμε υπόψη μας τα αποτελέσματα των παραπάνω πινάκων του κεφαλαίου 8, καταλήγουμε στα ακόλουθα συμπεράσματα. Επιβάλλεται θερμομόνωση στο δάπεδο, στο δώμα και στους τοίχους. Αντικατάσταση των ξύλινων με μονό υαλοπίνακα κουφωμάτων με κουφώματα τύπου αλουμίνιο με θερμοδιακοπή και διπλό υαλοπίνακα.

Σε ότι έχει να κάνει με το εσωτερικό του κτηρίου, θα πρέπει να γίνει αντικατάσταση ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών και λαμπτήρων. Βελτίωση θέρμανσης και ψύξης του χώρου με αντικατάσταση του απλού τζακιού με ενεργειακό και των κλιματιστικών με ανεμιστήρες οροφής αντίστοιχα.

Ενώ σε ότι έχει να κάνει με την βελτίωση του εξωτερικού περιβάλλοντος θα τοποθετηθούν σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκίαστρα οριζόντια πάνω από τα παράθυρα στην Νότια πλευρά, ενώ Ανατολικά και Δυτικά θα τοποθετηθούν ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων. Επίσης θα γίνει βελτίωση και νέα φύτευση πρασίνου ανάλογα με το προσανατολισμό του κτηρίου. Συγκεκριμένα θα φυτευτούν φυλλοβόλα δέντρα στην Νότια –Ανατολική πλευρά, ενώ αειθαλή στην Βόρεια και Δυτική πλευρά.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε αναλυτικά την κατάσταση που επικρατεί στο κτήριο μετά τις μετατροπές.

### 9.1. Αποτελέσματα ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτηρίου

Στον (πίνακα 9.1), παρουσιάζονται συνοπτικά τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην ανακατασκευή του υφιστάμενου κτηρίου.

*Πίνακας 9.1: Υλικά κατασκευής του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας.*

Δομικά στοιχεία	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πάχος στρώσεων d(m)	Συντελεστής θερμοπερατότητας U(W/m <sup>2</sup> K)
Εξωτερική τοιχοποιία σε επαφή με εξωτερικό αέρα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> <li>• Οπτοπλινθοδομή</li> <li>• Θερμομονωτικό υλικό</li> <li>• Οπτοπλινθοδομή</li> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> </ul>	0,260	0,398
Τοιχοποιία σε επαφή με το έδαφος, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> <li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li> </ul>	0,270	3,953
Τοιχοποιία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> <li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> </ul>	0,290	3,165
Τοιχοποιία σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> <li>• Οπτοπλινθοδομή</li> <li>• Θερμομονωτικό υλικό</li> <li>• Οπτοπλινθοδομή</li> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> </ul>	0,190	0,715
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλακίδια</li> <li>• Τσιμεντοκονίαμα</li> <li>• Ελαφροσκυρόδεμα</li> <li>• Θερμομονωτικό υλικό</li> <li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li> </ul>	0,315	0,599
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος, χωρίς θερμομόνωση.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλακίδια</li> <li>• Τσιμεντοκονίαμα</li> <li>• Ελαφροσκυρόδεμα</li> <li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li> </ul>	0,295	2,001
Δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Πλακίδια</li> <li>• Τσιμεντοκονίαμα</li> <li>• Ελαφροσκυρόδεμα</li> <li>• Οπλισμένο σκυρόδεμα</li> <li>• Θερμομονωτικό υλικό</li> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> </ul>	0,360	0,387
Δώμα βατό σε επαφή με εξωτερικό αέρα.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ασβεστοσιμεντονίασμα</li> <li>• Οπτοπλινθοδομή</li> <li>• Ελαφροσκυρόδεμα κλίσεων</li> <li>• Θερμομονωτικό υλικό</li> <li>• Τσιμεντοκονίαμα</li> </ul>	0,360	0,397

Μέχρι τώρα είδαμε τους συντελεστές θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτηρίου. Στο (πίνακα 9.2), παρουσιάζεται ο υπολογισμός συντελεστών θερμοπερατότητας και συντελεστών ηλιακών κερδών διαφανών δομικών στοιχείων.

Τα γενικά στοιχεία των κουφωμάτων είναι ο τύπος του πλαισίου που είναι:

Τύπος πλαισίου: Αλουμίνιο με θερμοδιακοπή.

$U_f$  πλαισίου: 2,50 W/m<sup>2</sup>K.

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλός υαλοπίνακας 4-12-4 με επίστρωση low-e στη θέση 2 και αέρα στο διάκενο.

$U_g$  υαλοπίνακα: 1,70 W/m<sup>2</sup>K.

g υαλοπίνακα σε κάθε προσπτ.: 0,67

g υαλοπίνακα: 0,60

Γραμμική θερμοπερατότητας συναρμογής υαλοπινάκων και πλαισίου  $\Psi_g$ :

0,11W/m<sup>2</sup>K

Μέσο πλάτος πλαισίου: 10 cm

**Πίνακας 9.2:** Τύπος ανοιγμάτων του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας και ηλιακών κερδών. (συνέχεια)

α/α κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος (m)	Ύψος ανοίγματος (m)	Αριθμός φύλλων	Πλάτος υαλοπίνακα (m)	Ύψος υαλοπίνακα (m)	Εμβαδό κουφώματος (m <sup>2</sup> )
1	1.74	1.30	2	0,67	1,10	2,27
2	0.80	0.80	1	0,60	0,60	0,64
3	1.10	2.20	1	-	-	2,42
4	0.80	0.80	1	0,60	0,60	0,64
5	1.74	1.30	2	0,67	1,10	2,27
6	1.74	1.30	2	0,67	1,10	2,27
7	1.50	0.50	1	1,30	0,30	0,75
8	1.65	2.20	2	0,63	2,00	3,63
9	1.65	1.30	2	0,63	1,10	2,15
10	1.65	1.30	2	0,63	1,10	2,15
11	1.05	2.20	1	0,85	2,00	2,31
12	1.05	2.20	1	0,85	2,00	2,31
13	1.65	1.30	2	0,63	1,10	2,15
14	1.05	2.20	1	0,85	2,00	2,31
15	1.05	2.20	1	0,85	2,00	2,31
16	1.05	1.30	1	0,85	1,10	1,37
17	4.60	2.20	1	-	-	10,12



**Πίνακας 9.2:** Τύπος ανοιγμάτων του κτηρίου και συντελεστές θερμοπερατότητας και ηλιακών κερδών.

α/α κουφώματος	Εμβαδό υαλοπίνακα (m <sup>2</sup> )	Εμβαδό πλαισίου (m <sup>2</sup> )	Ποσοστό Πλαισίου F <sub>t</sub> (%)	Μήκος L <sub>g</sub> (m)	U κουφώματος W/(m <sup>2</sup> K)	g <sub>w</sub> κουφώματος
1	1,48	0,79	35	7,08	2,4	0,39
2	0,36	0,28	44	2,40	2,5	0,34
3	-	2,42	100	-	2,5	-
4	0,36	0,28	44	2,40	2,5	0,34
5	1,48	0,79	35	7,08	2,4	0,39
6	1,48	0,79	35	7,08	2,4	0,39
7	0,39	0,39	48	3,20	2,5	0,31
8	2,52	1,11	31	10,52	2,4	0,41
9	1,39	0,76	35	6,92	2,4	0,39
10	1,39	0,79	35	6,92	2,4	0,39
11	1,70	0,61	26	5,70	2,3	0,44
12	1,70	0,61	26	5,70	2,3	0,44
13	1,39	0,79	35	6,92	2,4	0,39
14	1,70	0,61	26	5,70	2,3	0,44
15	1,70	0,61	26	5,70	2,3	0,44
16	0,94	0,43	31	3,90	2,4	0,41
17	-	10,12	100	-	2,8	-

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του ισογείου που αφορούν την θερμομονωτική επάρκεια (πίνακας 9.3) και την ενεργειακή απόδοση (πίνακας 9.4).

**Πίνακας 9.3:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ισογείου, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	0,40	61.83	24,732
Δυτικά	Τοιχοποιία	0,40	46.296	18,52
Βόρεια	Τοιχοποιία	0,40	60.808	24,33
Ανατολικά	Τοιχοποιία	0,40	44.22	17,69
Νότια	Πόρτα	2.40	3,63	8.71
		2.50	0.75	1.88
		2.30	2,31	5.31
		2.40	1.37	3.29
		2.30	2,31	5.31
		2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.30	2.31	5.31
Δυτικά	Πόρτα	2.40	2.26	5.42
		2.40	2.26	5.42
Βόρεια	Πόρτα	2.80	10.12	28.34
		2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
		2.50	0.64	1.60
Ανατολικά	Πόρτα	2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.40	2.15	5.16
		Σύνολα	<b>257,506</b>	<b>195,042</b>

**Πίνακας 9.4:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων ισογείου, για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης.

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	0,40	61.83	24,732
Δυτικά	Τοιχοποιία	0,40	46.296	18,52
Βόρεια	Τοιχοποιία	0,40	1.068	0,43
Ανατολικά	Τοιχοποιία	0,40	44.22	17,69
Νότια	Πόρτα	2.40	3,63	8.71
		2.50	0.75	1.88
		2.30	2,31	5.31
		2.40	1.37	3.29
		2.30	2,31	5.31
		2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.30	2,31	5.31
Δυτικά	Πόρτα	2.40	2.26	5.42
		2.40	2.26	5.42
		2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
Βόρεια	Πόρτα	2.40	2.262	5.43
		2.50	0.64	1.60
		2.50	2,42	6.05
Ανατολικά	Πόρτα	2.30	2,31	5.31
		2.40	2.15	5.16
		2.40	2.15	5.16
		Σύνολα	<b>246,746</b>	<b>165,102</b>

Ενώ στο (πίνακα 9.5), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων του υπογείου σχετικά με την θερμική επάρκεια.

**Πίνακας 9.5:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων δομικών στοιχείων του υπογείου.

Όψη	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	A (m <sup>2</sup> )	ΣΑ*U (W/K)
Νότια	Τοιχοποιία	0,72	17.8	12,816
Δυτικά	Τοιχοποιία	0,72	18.2	13,104
Βόρεια	Τοιχοποιία	0,72	17.8	12,816
Ανατολικά	Τοιχοποιία	0,72	18.2	13,104
Σύνολα			<b>72</b>	<b>51,84</b>

**Πίνακας 9.6:** Συνολικά συγκεντρωτικά στοιχεία για αδιαφανή κατακόρυφα στοιχεία, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Σ(A*U) (W/K)	n	b	n * ΣΑ (m <sup>2</sup> )	b * n * Σ(A*U) (W/K)
Ισόγειο	257.506	195,042	1	1	257,506	195,042
Υπόγειο (μ.θ.χ)	72	51,9	1	0.5	72	25,95
Συνολικά					<b>329,5</b>	<b>220,992</b>

Ακολουθεί ο (πίνακας 9.7), με τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας των αδιαφανών οριζοντίων στοιχείων του κτηρίου.

**Πίνακας 9.7:** Συγκεντρωτικά στοιχεία για τα αδιαφανή οριζόντια στοιχεία, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Δομικά στοιχεία	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	ΣΑ*U (W/K)	b	b * ΣΑ * U (W/K)
Υπόγειο	Δάπεδο	51,84	0,11	6	1,0	6
Ισόγειο	Οροφή (δώμα)	231,252	0,40	93	1,0	93
	Δάπεδο (μ.θ.χ)	50.14	0,39	20	0,5	10
	Δάπεδο	179,412	0,60	108	1,0	108
Συνολικά		<b>514,4</b>				<b>217</b>

Σε ότι αφορά τα διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου δίνονται ο (πίνακα 9.8), με τα αναλυτικά στοιχεία των κουφωμάτων και ο (πίνακας 9.9), με τα συγκεντρωτικά.

**Πίνακας 9.8:** Αναλυτικά στοιχεία κουφωμάτων, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Κουφώματα	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U*A (W/K)
Ισόγειο	N1	1.65	2.20	3.63	2.4	8.71
	N2	1.50	0.50	0.75	2.5	1,88
	N3	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16
	N4	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	N5	1.05	1.30	1.37	2.4	3,29
	N6	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	N7	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	Δ1	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	Δ2	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	B1	1.74	1.30	2.27	2.4	5,45
	B2	0.80	0.80	0.64	2.5	1,60
	B3	0.80	0.80	0.64	2.5	1,60
	A1	1.05	2.20	2.31	2.3	5.31
	A2	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16
	A3	1.65	1.30	2.15	2.4	5,16

**Πίνακας 9.9:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων, για τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Όροφος	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Σ(U*A) (W/K)	n	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	n * Σ(U*A) (W/K)
Ισόγειο	29.53	70.15	1	29.53	70.15
			Συνολικά	<b>29.53</b>	<b>70.15</b>

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία θερμαινόμενου χώρου, που αφορούν τους υπολογισμούς θερμομονωτικής επάρκειας. Στο (πίνακα 9.10), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία για τους θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου. Ενώ στο (πίνακα 9.11), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφα - οριζόντια αδιαφανή στοιχεία και διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου.

**Πίνακας 9.10:** Υπολογισμός θερμαινόμενου όγκου κτηρίου.

Όροφος	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
Ισόγειο	204,82	3,00	614,46
Συνολικό			<b>614,46</b>

**Πίνακας 9.11:** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατακόρυφων-οριζόντιων αδιαφανών στοιχείων και διαφανών στοιχείων.

α/α	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Σ(b * U * A) (W/K)
Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία	329,5	220,992
Οριζόντιες αδιαφανή δομικά στοιχεία	514,4	217
Διαφανή δομικά στοιχεία	29,53	70,15
Συνολικό	<b>873,43</b>	<b>508,142</b>

$\Sigma A / \Sigma V = 873,43 \text{ (m}^2\text{)} / 614,46 \text{ (m}^3\text{)} = 1,4 \text{ (m)}$   
 Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max}$ : 0,66 (W/m<sup>2</sup>K)

Στο (πίνακα 9.12), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία θερμογέφυρας ανά τύπο και όροφο.

**Πίνακας 9.12:** Συγκεντρωτικά στοιχεία θερμογέφυρας ανά τύπο και όροφο.

α/α	Ισόγειο Σ(l*Ψ) (W/K)	Υπόγειο Σ(l*Ψ) (W/K)	Σύνολα
Εξωτερικές γωνίες	-3,15	-0,5	-3,65
Εσωτερικές γωνίες	1,5	0,25	1,75
Ενώσεις δομικών στοιχείων	0	0	0
Δάπεδο επί εδάφους	21,3	7,2	28,5
Δώμα	34,2	0	34,2
Σύνολα	<b>53,85</b>	<b>6,95</b>	<b>60,8</b>

Άρα ο πραγματοποιούμενος  $U_m = 569 \text{ (W/K)} / 873,43 \text{ (m}^2\text{)} = 0,65 \text{ W/(m}^2 \text{ K)}$ , οπότε είναι μεγαλύτερο του μέγιστου επιτρεπτού ορίου: **0,65 W/(m<sup>2</sup> K) < 0,66 (W/K)**.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία μη θερμαινόμενου χώρου, που αφορούν τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης. Στο (πίνακα 9.13), παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με τον αέρα. Ενώ στο (πίνακα 9.14), τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με το έδαφος.

**Πίνακας 9.13:** Δομικά στοιχεία σε επαφή με τον αέρα.

α/α	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	ΣU*A (W/K)
1	Νότιος τοιχ.	3,16	20,61	65,13
2	Ανατολικός τοιχ.	3,16	21,84	69,01
3	Βόρειος τοιχ.	3,16	11,24	35,52
4	Παράθυρα	2,80	0,75	2,10
5	Γκαραζόπορτα	6,00	10,12	60,72
6	Οροφή	4,00	51,84	207,36
Συνολικά				<b>439,84</b>

**Πίνακας 9.14:** Δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος.

α/α	Δομικά στοιχεία	U (W/m <sup>2</sup> K)	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	ΣU*A (W/K)
1	Νότιος τοιχ.	3,95	17,8	70,3
2	Ανατολικός τοιχ.	3,95	18,2	71,9
3	Βόρειος τοιχ.	3,95	17,8	70,3
4	Δυτικός τοιχ.	3,95	18,2	71,9
5	Δάπεδο	2,00	51,84	103,7
Συνολικά				<b>388,1</b>

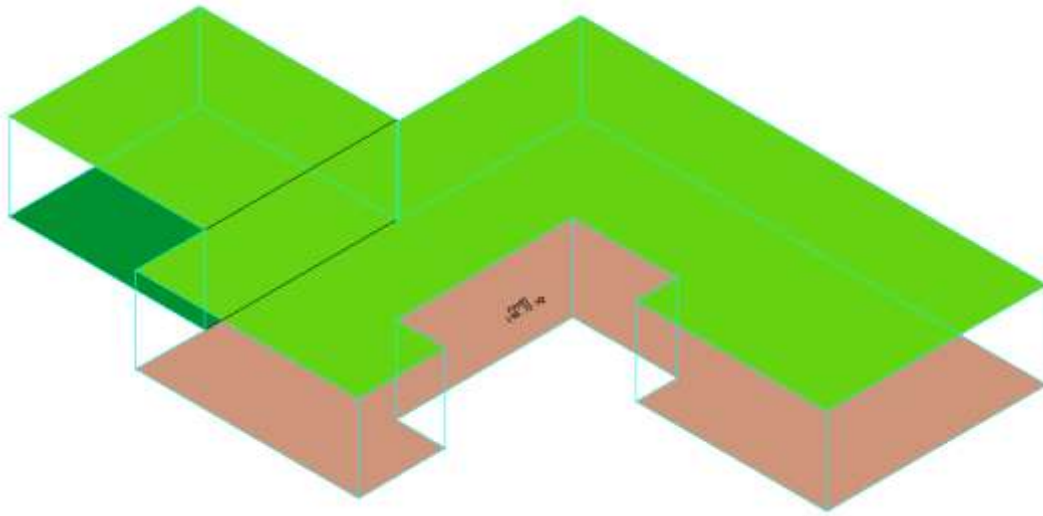
Στον παρακάτω (πίνακα 9.15), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία του αθέλητου αερισμού. Θεωρείται ότι από τα σταθερά κουφώματα δεν συμβαίνει διείσδυση αθέλητος αερισμός.

**Πίνακας 9.15:** Συγκεντρωτικά στοιχεία αθέλητου αερισμού.

Όροφος	Τύπος	Εμβαδό (m <sup>2</sup> )	n	ΣΑ (m <sup>2</sup> )	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h)	Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	Συνολική διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)
Ισογείου	Πόρτα	25,41	1	26	4,8	124,8	<b>230,2</b>
	Παράθυρο	16,63		17	6,2	105,4	

## 9.2. Αποτελέσματα θερμικών φορτίων του υφιστάμενου κτηρίου

Για τη μελέτη των θερμικών φορτίων χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα προσομοίωσης ωριαίας βάσης για ένα χρόνο. Για τις απαιτήσεις του προγράμματος το κτήριο ξανασχεδιάστηκε σε εξειδικευμένο πρόγραμμα. Στο (σχήμα 9.1), απεικονίζεται το προφίλ του κτηρίου όπως αυτό σχεδιάστηκε, και στον (πίνακα 9.16), οι πληροφορίες για τις θερμικές ζώνες στις οποίες αυτό διαιρέθηκε.



*Σχήμα 9.1: Το υπό μελέτη κτήριο σε ψηφιοποιημένη μορφή.*



Θερμική ζώνη	Όγκος (m <sup>3</sup> )	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Χώροι που περιέχονται
Ζώνη 1	482,76	160,92	<ul style="list-style-type: none"> <li>• κουζίνα</li> <li>• σαλόνι</li> <li>• τραπεζαρία</li> <li>• βεστιαριο</li> <li>• δωμάτιο</li> <li>• κρεβατοκάμαρα</li> <li>• παιδικό δωμάτιο</li> <li>• χολ</li> <li>• μπάνιο</li> <li>• προθάλαμος</li> <li>• wc</li> <li>• γραφείο/βοηθητικό χώρος</li> </ul>
Ζώνη 2	131,7	43,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• κλιμακοστάσιο</li> <li>• γκαράζ</li> <li>• αποθήκη τροφίμων</li> </ul>
Ζώνη 3	109,75	43,9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• υπόγειο</li> <li>• κλιμακοστάσιο</li> </ul>

Κλιματιζόμενη ζώνη είναι μόνο η ζώνη 1, ενώ οι ζώνες 2 και 3 είναι χώροι που δεν είναι απαραίτητη να κλιματίζονται. Αφού στους χώρους αυτούς τα άτομα δε παίρνουν πολλές και δημιουργικές ώρες της ημέρας τους. Το συνολικό εμβαδόν και όγκος των κλιματιζόμενων χώρων ανέρχεται σε 160,92m<sup>2</sup> και 482,76m<sup>3</sup> αντίστοιχα.

Για την σωστή λειτουργία του προγράμματος (προσομοίωσης), έχουν οριστεί κάποιοι βασική παράμετροι. Το πρόγραμμα λειτουργίας του κτηρίου παρουσιάζεται στον (πίνακα 9.17) που ακολουθεί.

Μέρες εβδομάδας	Δραστηριότητα	Κλιματισμός
Δευτέρα	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Τρίτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Τετάρτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Πέμπτη	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Παρασκευή	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Σάββατο	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00
Κυριακή	00:00 – 24:00	00:00 – 24:00

Οι επιθυμητή τιμή θερμοκρασίας και υγρασίας κλιματιζόμενων χώρων για τη χειμερινή και καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάζονται στους (πίνακες 9.18 και 9.19), αντίστοιχα, οι οποίοι έχουν μεταφερθεί στην παρούσα έκθεση από την Τεχνική Οδηγία του Τ.Ε.Ε. 2425/86.

**Πίνακας 9.18:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το χειμώνα, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86.

Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)
Κατοικίες	22	30 – 50
Κτήρια γραφείων	21 – 23	30 – 35
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	20 – 22	40 – 50
Νοσοκομεία	24	30
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	21 – 23	30 – 40

**Πίνακας 9.19:** Συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για κλιματιζόμενους χώρους το καλοκαίρι, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86.

Κατηγορία χώρου	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)
Κατοικίες	25 – 26	40 – 50
Κτήρια γραφείων	25 – 26	40 – 50
Βιβλιοθήκες – Μουσεία	22	40 – 50
Εστιατόρια και κέντρα διασκέδασης	23 – 26	50 – 60
Εκπαιδευτικά κτήρια	26	45 – 50
Αίθουσες Νοσοκομείων	24	45 – 50
Χειρουργεία Νοσοκομείων	20 – 24	50 – 60
Αναρρωτήρια Νοσοκομείων	24	50 – 60

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία παρουσιάζονται οι τελικές τιμές παραμέτρων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την προσομοίωση του κτηρίου. Όσον αφορά τη διείσδυση του αέρα από τα ανοίγματα υπολογίστηκε από το πρόγραμμα με βάση την ποιότητα αυτών, την ένταση και τη διεύθυνση του αέρα και τη διαφορά εσωτερικής και εξωτερικής θερμοκρασίας. Επειδή αυτή η τιμή δεν είναι σταθερή στον παρακάτω (πίνακα 9.20) αναφέρεται ως «input».

**Πίνακας 9.20:** Τιμές παραμέτρων προσομοίωσης για το κτήριο.

Θερμική ζώνη	Θέρμανση		Ψύξη		Διείσδυση αέρα	Εξερισμός (m <sup>3</sup> /h & άτομο)	Θερμικά κέρδη		
	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)	Θερμοκρασία (°C)	Σχετική υγρασία (%)			Άτομα	Φωτισμός (W/m <sup>2</sup> )	Άλλα κέρδη
Ζώνη 1	22	40	25	50	input	26	5	25	-
Ζώνη 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ζώνη 3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Οι τιμές των μετεωρολογικών παραμέτρων προέκυψαν από επεξεργασία δεδομένων που προμηθεύτηκαν από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ). Πιο συγκεκριμένα στο (πίνακα 9.21), όπου παρουσιάζονται μέσες ελάχιστες και μέσες τιμές της θερμοκρασίας σε μηνιαία βάση, για την Θεσσαλονίκη.

**Πίνακας 9.21:** Μέση, μέση ελάχιστη και μέση μέγιστη θερμοκρασία για την πόλη της Θεσσαλονίκης.

Μήνας	Μέση θερμοκρασία	Μέση ελάχιστη θερμοκρασία	Μέση μέγιστη θερμοκρασία
Ιανουάριος	3,1	-0,6	6,6
Φεβρουάριος	5,2	0,7	9,4
Μάρτιος	8,9	3,7	13,5
Απρίλιος	14,0	8,1	18,9
Μάιος	19,4	13,5	24,8
Ιούνιος	24,2	17,7	29,3
Ιούλιος	26,1	19,9	31,6
Αύγουστος	25,1	19,1	30,4
Σεπτέμβριος	20,7	14,8	25,7
Οκτώβριος	14,8	9,9	19,6
Νοέμβριος	9,4	5,0	13,2
Δεκέμβριος	4,8	1,1	8,4

Στο (διάγραμμα 9.1) απεικονίζονται τα συνολικά απαιτούμενα θερμικά φορτία για όλο το κτήριο.

Στον (πίνακα 9.22), που ακολουθεί παρατίθενται οι μηνιαίες τιμές των αισθητών απαιτούμενων φορτίων.

**Πίνακας 9.22:** Μηνιαία αισθητά και λαθάνοντα φορτία για ψύξη και θέρμανση.

Μήνας	Τελική ενέργεια θέρμανσης από αισθητά φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια θέρμανσης από λαθάνοντα φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια ψύξης από αισθητά φορτία (MWh)	Τελική ενέργεια ψύξης από λαθάνοντα φορτία (MWh)
Ιανουάριος	2,7	0,0	0,0	0,0
Φεβρουάριος	1,9	0,0	0,0	0,0
Μάρτιος	1,0	0,0	0,0	0,0
Απρίλιος	0,0	0,0	0,0	0,0
Μάιος	0,0	0,0	0,8	0,0
Ιούνιος	0,0	0,0	1,9	0,0
Ιούλιος	0,0	0,0	2,6	0,0
Αύγουστος	0,0	0,0	2,4	0,0
Σεπτέμβριος	0,0	0,0	1,1	0,0
Οκτώβριος	0,1	0,0	0,0	0,0
Νοέμβριος	1,2	0,0	0,0	0,0
Δεκέμβριος	2,5	0,0	0,0	0,0
<b>Ετήσιες τιμές</b>	<b>9,4</b>	<b>0,0</b>	<b>8,7</b>	<b>0,0</b>
<b>Συνολική ενέργεια</b>	<b>9,4</b>		<b>8,7</b>	

Με βάση τα παρουσιαζόμενα αποτελέσματα του (πίνακα 9.22), η ετήσια ενέργεια που απαιτείται για θέρμανση του κτηρίου υπολογίστηκε στις 9,4 και για ψύξη στις 8,7. Η συνολική ειδική τελική ενέργεια για θέρμανση και ψύξη ανά μονάδα επιφάνειας κλιματιζόμενων χώρων προκύπτει, με βάση τη συνολική επιφάνεια κλιματιζόμενων χώρων, ίση με 46,2 kWh/m<sup>2</sup> για θέρμανση και 42,8 kWh/m<sup>2</sup> για ψύξη.

### 9.3. Αποτελέσματα ενεργειακή ανάλυση του υφιστάμενου κτηρίου

Στους παρακάτω (πίνακα 9.23), περιγράφεται αναλυτικά για κάθε είδος χώρου του υφιστάμενου κτηρίου ο τύπος, η ισχύς και το πλήθος των λαμπτήρων που υπάρχει. Ενώ στην τελευταία στήλη παρουσιάσετε η ώρες ανά ημέρα λειτουργίας του κάθε ένα χώρου κατά προγκίστηκα.

**Πίνακας 9.23:** Εγκατάσταση φωτισμού σε κάθε χώρο.

Είδος χώρου	Λαμπτήρες			Λειτουργία
	Τύπος (*)	Ισχύς (W)	Πλήθος	Ωρες/Ημέρα
Δωμάτιο	Π	15,00	1,00	2,00
Παιδικό δωμάτιο	Π	15,00	1,00	2,50
Κρεβατοκάμαρα	Π	15,00	1,00	1,25
Βοηθητικό Δωμ./Γραφείο	Π	15,00	2,00	1,25
Μπάνιο	Π	15,00	2,00	1,75
WC	Π	15,00	1,00	1,75
Κουζίνα	Π+ΧΚ	200,00	3,00	2,25
Σαλόνι	Π	400,00	5,00	1,50
Τραπεζαρία	Π	200,00	2,00	0,50
Βεστιάριο	Π	15,00	2,00	1,00
Χολ	Π	15,00	2,00	0,30
Προθάλαμος	Π	15,00	2,00	0,50
Αποθήκη τροφίμων	Π	60,00	1,00	1,00
Γκαράζ	ΧΚ	60,00	1,00	0,20
Κλιμακοστάσιο	Π	60,00	2,00	0,15
Υπόγειο	ΧΚ	60,00	2,00	0,15
Εξωτερ. Φωτ. & Διάδρ.	Π	1250,00	9,00	0,20

Στο (πίνακα 9.24), καταγράφονται ο εξοπλισμός υπηρεσιών και οι οικιακές συσκευές της υφιστάμενης κατοικίας. Οπού αναφέρονται το πλήθος, η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των συσκευών και η ωραία λειτουργία τους.

**Πίνακας 9.24:** Εξοπλισμός υπηρεσιών και οικιακές συσκευές .

α/α	Πλήθος	Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (KW)	Ωραία λειτουργία (Ωρες/Ημέρα)
Καταψύκτης	1,00	285,00	8,00
Ψυγείο	1,00	285,00	8,00
Ηλ. Κουζίνα	1,00	-	-
Καφετιέρα	1,00	0,75	0,10
Τηλεόραση	2,00	157,00	3,00
Ηλ. Παιχνίδια	1,00	220,00	1,00
Πλυντήριο ρούχων	1,00	2300,00	1,00
Ηλ. Πιστολάκι	1,00	2,20	0,05
Ηλ. Σίδερο	1,00	1200,00	0,50
Ηλ. υπολογιστής	1,00	300,00	3,00
Ηλ . θερμοσίφωνας	1,00	3000,00	0,15
Ηλ. Σκούπα	1,00	1300,00	0,29

Ανάλογα με το χώρο που μελετάμε, και έχοντας υποθέσει ότι λειτουργεί 24 ώρες με των ανάλογο μέγιστο αριθμό ατόμων αλλά και το είδος του φωτισμού. Στο (πίνακα 9.25), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά στοιχεία, της μέσης ημερησίας κατανάλωσης αλλά και η συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο.

**Πίνακας 9.25:** Συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο.

Είδος χώρου	Ώρες χρήσης χώρου	Αρ. Ατόμων (μέγιστος)	Είδος φωτισμού	Φωτισμός (Wεγκ.ισχ.)	Συντελεστής χρήσης	Μέση ημερ.καταν. (Wh)	Συνολική μέση κατανάλωση ενέργειας ανά χώρο(Εημ) σε kWh
Δωμάτιο	24	3	Π	15,00	0,083	30,0	30,0
Παιδικό δωμάτιο	24	3	Π	15,00	0,104	37,5	37,5
Κρεβατοκάμαρα	24	3	Π	15,00	0,052	18,8	18,8
Δωμ./Γραφείο	24	4	Π	15,00	0,052	18,8	918,8
Μπάνιο	24	2	Π	15,00	0,073	26,3	26,4
WC	24	2	Π+ΧΚ	15,00	0,073	26,3	26,3
Κουζίνα	24	4	Π	200,00	0,094	450,0	2730,1
Σαλόνι	24	5	Π	400,00	0,063	600,0	930,0
Τραπεζαρία	24	5	Π	200,00	0,021	100,0	100,0
Βεστιάριο	24	5	Π	15,00	0,042	15,0	1542,0
Χολ	24	5	Π	15,00	0,031	4,5	4,5
Προθάλαμος	24	5	Π	15,00	0,021	7,5	7,5
Αποθήκη τροφίμων	24	3	Π	60,00	0,042	60,0	4640,0
Γκαράζ	24	3	ΧΚ	60,00	0,008	12,0	12,0
Κλιμακοστάσιο	24	5	Π	60,00	0,006	9,0	9,0
Υπόγειο	24	3	ΧΚ	60,00	0,006	9,0	9,0
Εξωτερ. Φωτισμός & διάδρ.	24	5	Π	1250,00	0,008	250,0	700,0

Ενώ η συνολική μέση ημερήσια κατανάλωση ηλ. Ενέργειας για κάθε ηλ. Συσκευή της κατοικίας είναι 11,7 KWh. Ενώ στο (πίνακα 9.26 και 9.27), παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά τα στοιχεία κατανάλωσης ανά χώρο και τα στοιχεία μηνιαίας κατανάλωσης αντίστοιχα.

**Πίνακας 9.26 :** Συγκεντρωτικά στοιχεία κατανάλωσης ανά χώρο.

Χώρος	Ετήσια κατανάλωση χώρο (Wh)
Δωμάτιο	10,92
Παιδικό δωμάτιο	13,65
Κρεβατοκάμαρα	6,825
Δωμ./Γραφείο	334,425
Μπάνιο	9,595
WC	9,555
Κουζίνα	993,747
Σαλόνι	338,520
Τραπεζαρία	36,40
Βεστιάριο	561,288
Χολ	1,638
Προθάλαμος	2,730
Αποθήκη τροφίμων	1688,960
Γκαράζ	4,368
Κλιμακοστάσιο	3,276
Υπόγειο	3,276
Εξωτερ. Φωτισμός & διάδρ.	254,8

**Πίνακας 9.27 :** Συγκεντρωτικά στοιχεία μηνιαίας κατανάλωσης.

Μήνες	Συνολική μηνιαία κατανάλωση (KWh)
Ιανουάριος	363,992
Φεβρουάριος	328,767
Μάρτιος	363,992
Απρίλιος	352,251
Μάιος	352,251
Ιούνιος	352,251
Ιούλιος	363,992
Αύγουστος	363,992
Σεπτέμβριος	352,251
Οκτώβριος	363,992
Νοέμβριος	352,251
Δεκέμβριος	363,992
Σύνολο	<b>4273,973</b>



## 10. ΑΠΟΣΒΕΣΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ.

Στο κτήριο έγινε θερμομόνωση στους τοίχους στο δάπεδο και στην οροφή, η οποία κόστισε 16471,7€. Επίσης έγινε αντικατάσταση όλων των ανοιγμάτων με κουφώματα αλουμινίου με διπλό υαλοπίνακα συνολικής αξίας 4144€.

Στο περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου έγινε φύτευση διαφόρων φυτών η οποία προσφέρει σκίαση μειώνοντας έτσι τις θερμικές προσόδους του κελύφους. Χρησιμοποιήθηκαν φυλλοβόλα δέντρα που δίνουν καλύτερη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας χειμώνα – καλοκαίρι. Έχοντας αειθαλή δέντρα στη βόρεια και δυτική πλευρά που δημιουργούν ανεμοφράκτες και μειώνουν την ταχύτητα του αέρα καθώς και θαμνώδη φυτά και αναρριχώμενα διπλά στην κατοικία γιατί δημιουργούν χώρους ακίνητου αέρα που μονώνουν το σπίτι χειμώνα – καλοκαίρι. Επίσης φυτεύτηκε γκαζόν για την μείωση της αντανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας. Το δε κόστος των φυτών ήταν 88,4€.

Έχοντας υπόψη μας την ημερήσια διαδρομή του ηλίου που είναι διαφορετική από χειμώνα σε καλοκαίρι τοποθετήθηκαν κατακόρυφα σκίαστρα πέργολές στην νότια πλευρά του κτηρίου. Τέτοια ώστε να επιτρέπεται η διείσδυση της ακτινοβολίας του ηλίου κατά την χειμερινή περίοδο (που ο ήλιος βρίσκεται σε πιο χαμηλή γωνία σε αντίθεση με το καλοκαίρι που βρίσκεται πιο ψηλά) και να περιορίζεται κατά την θερινή περίοδο. Το κόστος τους είναι 1079€.

Για να πετύχουμε την καλύτερη εσωτερική θέρμανση του κτηρίου με το λιγότερο κόστος αντικαταστήσαμε τον παλιό καυστήρα με καινούργιο κατασκευασμένο συμφωνά με τις Διεθνείς Προδιαγραφές ώστε να έχουμε οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου αλλά και ανώτερη ποιότητα και ασφάλεια. Η τιμή του είναι 380€. Παράλληλα αντικαταστήσαμε το παλιό τζάκι με νέο ενεργειακά αποδοτικό το οποίο κοστίζει 810€.

Έτσι σύμφωνα με τις παραπάνω αλλαγές έχουν μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου κατά 3158,72€ ετησίως. Ενώ για τα καυσόξυλα η μείωση ανέρχεται στα 400€ γιατί το ενεργειακό τζάκι έχει μεγαλύτερη απόδοση λόγω της πλήρους καύσης που φτάνει το 80%. Επίσης παρατηρείται μείωση της ενεργείας ψύξης εξαιτίας της χρήσης ανεμιστήρα οροφής που το κόστος του είναι 220€ συνολικά.

Τέλος έχουμε εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 112€ ετησίως με την αντικατάσταση των κοινών λαμπτήρων πυρακτώσεων με συγχρόνους χαμηλής κατανάλωσης που προσφέρουν έως και 80%, λιγότερη κατανάλωση ρεύματος. Το κόστος τους είναι 234€.

Ακόμα έχουμε αντικατάσταση της ηλεκτρικής κουζίνας με κουζίνα υγραερίου που καταναλώνει πολύ λιγότερη ενέργεια και κοστίζει 300€.

Με βάση όλα τα παραπάνω τα συνολικά έξοδα είναι 24527,4€. Ενώ το ετήσιο κέρδος είναι 3670,72€. Επομένως θα έχουμε απόσβεση των εξόδων σε 6 χρόνια και 8 μήνες.

### **10.1 Απόσβεση φωτοβολταϊκών συστημάτων.**

Σε περίπτωση που αποφασίσουμε να τοποθετήσουμε φωτοβολταϊκά συστήματα, το κόστος της τοποθέτησης τους ανέρχεται στα 36.000€. Στην ταράτσα του κτηρίου θα τοποθετηθούν 44 πάνελ. Θα χρησιμοποιήσουμε το διασυνδεδεμένο σύστημα δηλαδή το φωτοβολταϊκό σύστημα θα χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της Δ.Ε.Η. Θα πουλάμε το ρεύμα έναντι ορισμένης από το νόμο τιμής και θα εξακολουθήσουμε να αγοράζουμε κανονικά από την Δ.Ε.Η. Με αυτά τα δεδομένα θα έχουμε απόσβεση σε 6 χρόνια.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Www. ΚΑΠΕ .gr κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
2. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ, Μιχάλης Γρ.Βραχόπουλος, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, 2004
3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ, Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτέρα αρχιτεκτονική, Κώστας και Θέμης Στεφ.Τσιπής, Εκδόσεις Κέδρος, 2005
4. ΚΤΙΡΙΑ ΓΙΑ ΕΝΑΝ ΠΡΑΣΙΝΟ ΚΟΣΜΟ, οικολογική δόμηση , βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Μαργαρίτα Καραβασίλη, Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, Psystems international ΑΕ, Αθήνα 1999
5. ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ, Ηλίας Ευθυμίου, Εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα 2005
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ- Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1994
7. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ –ΑΘΛΗΤΙΚΑ ΚΕΝΤΡΑ – ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ –ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ Σταμάτης Δ. Περδίδης Μηχανολόγος Μηχανικός Πολυτεχνείου Λωζάνης
8. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Μαθήματος «ενεργειακής διαχείρισης », Μονιάκης.
9. Εγκατάσταση συστήματος Γεωθερμίας στο ξενοδοχείο ΑΜΑΛΙΑ Ναύπλιο
10. ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΗΜΕΡΙΔΑΣ ΜΕ ΘΕΜΑ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», 3 Νοεμβρίου 2006, Ακαδημία Αθηνών, ΕΜΠ
11. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ, Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, Καπε, Πικέρμι, Σεπτέμβριος 2002, Ευγενία Α. Λαζάρη, [http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate\\_brochure.pdf](http://www.cres.gr/kape/education/bioclimate_brochure.pdf)
12. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ <http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf>
13. THERMALCOMFORT, <http://www.hse.gov.uk/temperature/thermal/explained.htm>
14. VISUALIZING THERMAL COMFORT, [http://www.design.asu.edu/radiant/01\\_thermalComfort/comfortC\\_01variables.htm](http://www.design.asu.edu/radiant/01_thermalComfort/comfortC_01variables.htm)
15. HUMAN HEAT BALANCE CALCULATION, Macquarie University, Sydney, Australia, <http://atmos.es.mq.edu.au/~rdedear/pmv/>
16. THERMAL REGULATION LECTURE, Cornell University Ergonomics

- <http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA350notes/Thermal/threghnotes.html>
17. INTRODUCTION TO THE PSYCHOMETRIC CHART,  
<http://www.healthyheating.com/Page%2055/Humidty/chart/index.htm>
18. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας /Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας θ' Κύκλος Σεμιναρίων <<για την βελτίωση ενεργειακής συμπεριφοράς υφισταμένων κτηρίων>> Συμείων Οξυζίδης, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός
19. Γεωθερμία [www. Aid engineering. gr](http://www.Aidengineering.gr).
20. Πολυτεχνείο Κρήτης, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών, Παθητικά Συστήματα, [www.arch.tuc.gr/main\\_site/information/lectures/documents/pathitika\\_systimata.pdf](http://www.arch.tuc.gr/main_site/information/lectures/documents/pathitika_systimata.pdf)
21. [http://en.wikipedia.org/wiki/Passive\\_solar\\_building\\_design](http://en.wikipedia.org/wiki/Passive_solar_building_design)
22. <http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/about/tree.html>
23. PASSIVE SOLAR ENERGY BOOK,  
<http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/PasSolEnergyBk/PSEbook.htm>
24. UNDERSTANDING U-VALUES, <http://www.builddesk.com/sw56126.asp>
25. ΕΞΥΠΝΑ ΠΑΡΑΘΥΡΑ,  
[http://www.domika.gr/newSolutions/oikologia/exipna\\_parathira.asp](http://www.domika.gr/newSolutions/oikologia/exipna_parathira.asp)
26. BIOCLIMATIC ARCHITECTURE, the Demonstration Component of the Joule Thermie Programme, European Commission, Energy Research Group University College Dublin, Ireland, Published by: LIOR E.E.I.G., 1997  
[http://erg.ucd.ie/mb\\_bioclimatic\\_architecture.pdf](http://erg.ucd.ie/mb_bioclimatic_architecture.pdf)
27. SELECTED EXAMPLES OF BIOCLIMATIC ANALYSIS APPLYING THE PHYSIOLOGICALLY EQUIVALENT TEMPERATURE IN HUNGARY,  
<http://www.sci.u-szeged.hu/eghajlattan/akta07/037-046.pdf>
28. [http://www.cres.gr/kape/energeia\\_politis/energeia\\_politis\\_bioclimatic\\_passive.htm](http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis_bioclimatic_passive.htm)
29. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/bioklimatikos\\_sxediasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm)
30. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_thermomonomosi.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_thermomonomosi.htm)
31. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/hliasmos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/hliasmos.htm)
32. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/pathitika\\_iliaka\\_systimata.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/pathitika_iliaka_systimata.htm)
33. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_xrisi\\_yalopina\\_kon.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_xrisi_yalopina_kon.htm)
34. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_fragma.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_fragma.htm)
35. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_monotika\\_ylika.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_monotika_ylika.htm)
36. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_prismatika.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_prismatika.htm)

37. [http://everything2.com/index.pl?node\\_id=1914968](http://everything2.com/index.pl?node_id=1914968)
38. <http://www.azsolarcenter.com/design/passive-2.html>
39. ENVIRONMENTAL DESIGN, Randall Thomas, Max Fordham & Partners, E & FN SPON, London 1996
40. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Μαθήματος «Θερμική Συμπεριφορά Κτηρίων», Χ.Τζιβανίδης.
41. Greenpeace, <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138787>
42. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ,  
<http://building.dow.com/styrofoam/europe/el/applications/thermal/flat/4.htm>
43. <http://www.egreen.gr/why.html>
44. GREEN ROOFS, <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/36060.pdf>
45. DAYLIGHTING IN BUILDINGS, A Thermie Programm Action, The European Comission Directorate-General For Energy, DGXVII  
[http://erg.ucd.ie/mb\\_daylighting\\_in\\_buildings.pdf](http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf)
46. GREEN BUILDING MATERIALS, California Integrated Waste Management Board , <http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Materials/>
47. ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ,  
<http://www.evonymos.org/files1/155SOLAR%20ENERGY%20FOR%20BUILDING%20S.IENE.doc>
48. PREDICTION OF THERMAL COMFORT,  
<http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/newpage315.htm>
49. ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, Αμ.Γ.Κορωναίος καθηγητής Ε.Μ.Π., Γ.Φοίβος Σαργέντης Υπ.Δρ.Ε.Μ.Π., Αθήνα 2005,  
<http://www.ntua.gr/vitruvius/ecomat.pdf>
50. ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ,  
<http://www.hirc.gr/services/newsletter/inn6/ecomat.htm>,
51. [http://www.s-ol-ar.gr/oik\\_domisi.html](http://www.s-ol-ar.gr/oik_domisi.html)
52. ΘΗΡΑΪΚΗ ΓΗ, <http://www.dalkafoukis.gr/pdf/THIRAIKH%20GH.pdf>
53. <http://www.milos-island.gr/history/econhistory.gr.html>
54. <http://www.oikologos.gr/News/Thermomonosi.htm>
55. <http://www.presenting.net/sbs/sbs.html>
56. [http://www.energytraining4europe.org/greek/training/guide\\_eff\\_use/insulation\\_05.htm](http://www.energytraining4europe.org/greek/training/guide_eff_use/insulation_05.htm)
57. PHASE CHANGE MATERIALS, <http://www.toolbase.org/Technology-Inventory/HVAC/phase-change-materials>

58. ENERGY EFFICIENT BUILDING DESIGN, Renewable Energy for NREL, November 13, 2006, Otto Van Geet P.E., National Renewable Laboratory  
[http://www.nrel.gov/visitors\\_center/pdfs/powerlunch\\_energy\\_efficient\\_building\\_nrel.pdf](http://www.nrel.gov/visitors_center/pdfs/powerlunch_energy_efficient_building_nrel.pdf)
59. Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, <http://www.evonymos.org/greek/index.html>
60. ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ Μαθήματος «ενεργειακής διαχείρισης», Μονιάκης .Μέθοδος 5000
61. Πράσινα κτήρια Δρ. Γ. Αγερίδης, Α. Ανδρουτσόπουλος, Λ. Λαμπρόπουλος
62. Ένωση Διπλωματούχων Ελλήνων Μηχανικών Ημερίδα <φυτεμένο δώμα >.
63. Νόμος 3661 –Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων.
64. Σχέδιο κανονισμού για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων .KENAK
65. [www. Thermoprosopsis. gr](http://www.Thermoprosopsis.gr) .
66. <http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf>
67. <http://www.yourhome.gov.au/technical/pubs/fs44.pdf>
68. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_hlioprostasia.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm)
69. [http://www.levolux.com/L\\_products/specialist\\_venetian\\_blinds\\_details2.htm](http://www.levolux.com/L_products/specialist_venetian_blinds_details2.htm)
70. INVESTIGATING AND ANALYSING THE ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF AN EXPERIMENTAL GREEN ROOF SYSTEM INSTALLED IN A NURSERY SCHOOL BUILDING IN ATHENS, GREECE, M.Sanatmouris, C.Pavlou, P.Doukas, G.Mihalakakou, A.Synnefa, A.Hatzibiros, P.Patargias, 2005, , [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
71. UNDERSTANDING ENERGY- EFFICIENT WINDOWS, <http://www.taunton.com/finehomebuilding/how-to/articles/understanding-energyefficient-windows.aspx>
72. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos\\_yalopinakes.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_yalopinakes.htm)
73. ΠΡΑΣΙΝΕΣ ΣΤΕΓΕΣ/ ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ, <http://www.conferences.gr/fileadmin/dtemplates/palenc2007/pdf/egreen.pdf>
74. [http://www.sciencebuddies.com/science-fairprojects/project\\_ideas/EnvEng\\_p012.shtml?from=Home](http://www.sciencebuddies.com/science-fairprojects/project_ideas/EnvEng_p012.shtml?from=Home)
75. LIGHT REFLECTANCE VALUE, <http://www.squidoo.com/LRV>
76. Υλικό προετοιμασίας <πρόγραμμα εξοικονομώ>
77. Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΦΟΡΑ
78. GREEN ROOFS, <http://www.delston.co.uk/greenroofs.htm>
79. GREEN ROOFS GROW... WITH BROWN COMPOST, [http://www.jgpress.com/archives/\\_free/000254.html](http://www.jgpress.com/archives/_free/000254.html)

80. <http://www.usemenow.com/web-log/greenroof1.jpg>
81. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos\\_fysikos\\_aerismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_fysikos_aerismos.htm)
82. TEMPERATURE DECREASES IN AN URBAN CANYON DUE TO GREEN WALLS AND GREEN ROOFS IN DIVERSE CLIMATES, Eleftheria Alexandri, Phil Jones, 2006, [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
83. [http://www.lid-stormwater.net/greenroofs\\_benefits.htm](http://www.lid-stormwater.net/greenroofs_benefits.htm)
84. <http://hortweb.cas.psu.edu/research/greenroofcenter/research.html>
- 85 Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΦΟΡΑ
- 86 Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΦΟΡΑ
- 87 Η ΧΡΗΣΗ Α.Π.Ε. ΣΤΑ ΚΤΙΡΙΑ ΑΦΟΡΑ
88. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΟ ΚΕΛΥΦΟΣ,  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/thermiki\\_prostasia\\_kelyfous\\_aerizomeno\\_kelyfos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_aerizomeno_kelyfos.htm)
89. ΦΥΣΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ,  
[http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_drosismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos.htm)
90. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/fysikos\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos.htm)
91. LET THERE TO BE LIGHT, <http://www.ntnu.no/gemini/3,45,902003-06e/11.htm>
92. [http://en.wikipedia.org/wiki/Compact\\_fluorescent\\_lamp](http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_fluorescent_lamp)
93. [http://www.cres.gr/energy\\_saving/Ktiria/teknitos\\_fotismos.htm](http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/teknitos_fotismos.htm)
94. [http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi\\_teknitofotismos.htm](http://www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_teknitofotismos.htm)
95. <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138760>
96. [www.ccohs.ca/oshanswers/phys\\_agents/thermal\\_comfort.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html)