



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

## Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κατοικίες

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χριστίνα Χ. Κουτσούμπα

**Επιβλέπων :** Περικλής Δ. Μπούρκας

Καθηγητής

Αθήνα, Ιούλιος 2010





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΗΣ

## Εξοικονόμηση Ενέργειας σε Κατοικίες

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χριστίνα Χ. Κουτσούμπα

**Επιβλέπων :** Περικλής Δ. Μπούρκας

Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 12<sup>η</sup> Ιουλίου 2010.

.....  
Π.Μπούρκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Ν.Θεοδώρου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

.....  
Κ.Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Ιούλιος 2010

.....  
Χριστίνα Χ. Κουτσούμπα

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Χριστίνα Χ. Κουτσούμπα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η περιγραφή των μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας σε μια κατοικία υπό το πρίσμα του Ηλεκτρολόγου και Μηχανολόγου Μηχανικού.

Τα πεδία που αναλύονται εκτενώς είναι ο φωτισμός, η θέρμανση και ο κλιματισμός. Περιγράφονται οι αντίστοιχες μελέτες εγκαταστάσεων, οι τεχνικές εξοικονόμησης και παρατίθενται συγκριτικές εφαρμογές-παραδείγματα.

Ομοίως για την εγκατάσταση των ανελκυστήρων.

Πραγματοποιείται, επίσης, αναφορά στη χρήση της ηλιακής ενέργειας μέσω του ηλιακού θερμοσίφωνα, για την παραγωγή ζεστού νερού οικιακής χρήσης, και των φωτοβολταϊκών στοιχείων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Κάθε ενότητα από τις προαναφερθείσες, περιλαμβάνει, επίσης, τις αντίστοιχες παθητικές μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, στο βαθμό που κρίνεται απαραίτητο.

Δεν παραλείπονται, τέλος, οι προτάσεις για την οικονομική χρήση και επιλογή των οικιακών συσκευών όπως επίσης και για τη γενικότερη «ενεργειακή» συμπεριφορά των ενοίκων.

## ΛΕΞΕΙΣ-ΚΛΕΙΔΙΑ

Εξοικονόμηση, ενέργεια, κατοικία, θέρμανση, κλιματισμός, φωτισμός, ανελκυστήρας, φωτοβολταϊκά (Φ/Β), θερμομόνωση, οικονομικός λαμπτήρας, κτιριακό κέλυφος



## ABSTRACT

The scope of this diploma thesis is the description of the energy-saving methods in domestic buildings, from the Electrical and Mechanical Engineering point of view.

Lighting, heating and air conditioning systems and the calculations for their installation are analyzed in detail. Energy saving techniques and applications as examples are also included.

For lift installation, as well.

Domestic solar heaters and photovoltaic systems are also described.

Each one of the chapters above concludes short description of the corresponding passive methods of saving energy

Finally, solutions for economic use and selection of household appliances are suggested, as well as for the overall "energy" behavior of the occupants.

## KEY WORDS

Saving, energy, domestic building, heating, cooling, lighting, lift, photovoltaic cell (P/V), thermal insulation, economy lamp, building envelope





### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Περικλή Μπούρκα για την ευκαιρία της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής και τη συνεχή και αμέριστη συμπαράστασή του.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές της σχολής των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών υπολογιστών στους οποίους θα οφείλω τον τίτλο της Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και Μηχανικού Υπολογιστών.

Τέλος , ευχαριστώ την οικογένεια μου για τη στήριξη τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών και της ζωής μου.

Χριστίνα Χ. Κουτσούμπα  
Ιούλιος 2010



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>14</b>
<b>2. ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....</b>	<b>16</b>
2.1. ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ.....	16
2.2. ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	16
<b>3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ.....</b>	<b>17</b>
3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	17
3.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ. ....	18
3.2.A. ΕΙΔΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ.....	18
3.2.B. ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ.....	25
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	31
3.2.C. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	33
3.3. ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	36
<b>4. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ</b>	
<b>ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ.....</b>	<b>37</b>
4.1. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	37
<b>5. ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ.....</b>	<b>39</b>
5.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	39
5.2. ΕΙΔΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ.....	40
<b>6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....</b>	<b>45</b>
6.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	45.
6.2. ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ.....	45
6.3. ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ.....	47
6.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ.....	48
6.5. ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	49
6.6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	51
6.7. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	53
6.8. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ .....	54
6.9. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	57
6.10. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	60
<b>7. ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΑΕΡΙΣΜΟΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ.....</b>	<b>61</b>
7.1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	61
7.1.A. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ.....	61
7.1.B. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ.....	66
7.2. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	70

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

7.2.A. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ.....	71
7.2.A.i. ΟΡΙΣΜΟΣ.....	71
7.2.A.ii. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ.....	72
7.2.A.iii. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ-ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ.....	74
Παράδειγμα.....	79
7.2.A.iv. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ.....	86
7.2.B. ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ-ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ.....	86
7.2.B.i. ΟΡΙΣΜΟΙ- ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ.....	87
7.2.B.ii. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ.....	88
7.2.B.iii. ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ.....	89
7.2.B.iv. ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΠΡΟΣΟΨΕΙΣ.....	91
7.2.C. ΣΚΙΑΣΗ.....	92
7.2.C.i. ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΚΙΑΣΗ.....	92
7.2.C.ii. ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗ ΣΚΙΑΣΗ.....	93
7.2.C.iii. ΒΛΑΣΤΗΣΗ.....	93
7.2.D. ΤΟΙΧΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ.....	94
7.2.D.i. ΤΟΙΧΟΣ ΤΡΟΜΒΕ.....	95
7.2.D.ii. ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ.....	96
7.2.E. ΟΡΟΦΗ.....	97
7.2.E.i. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΟΡΟΦΗ.....	97
7.2.E.ii. ΟΡΟΦΗ ΝΕΡΟΥ.....	97
7.2.E.iii. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ.....	98
7.2.F. ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.....	99
7.3. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	100
7.3.A. ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	100
7.3.A.i. ΜΕΛΕΤΗ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ.....	101
1.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ.....	102
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	108
2.ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΑ ΣΩΜΑΤΑ.....	111
3.ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ.....	114
4.ΔΙΚΤΥΟ ΤΩΝ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ-ΜΟΝΟΣΩΛΗΝΙΟ ΚΑΙ ΔΙΣΩΛΗΝΙΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	115
5.ΛΕΒΗΤΑΣ.....	119
6.ΚΑΥΣΤΗΡΑΣ.....	120
7.ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ.....	122
8.ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ.....	123
9.ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ.....	124
10.ΔΟΧΕΙΟ ΔΙΑΣΤΟΛΗΣ.....	125
11.ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	127
7.3.A.ii. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	127
7.3.A.iii. ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ.....	129

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

7.3.B. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	134
7.3.B.i. ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	148
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ.....	163
7.3.B.ii. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.....	169
<b>8. ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ.....</b>	<b>172</b>
<b>9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ.....</b>	<b>174</b>
<b>10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>175</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξοικονόμηση ενέργειας αποτελεί φλέγον ζήτημα του 21 αιώνα.

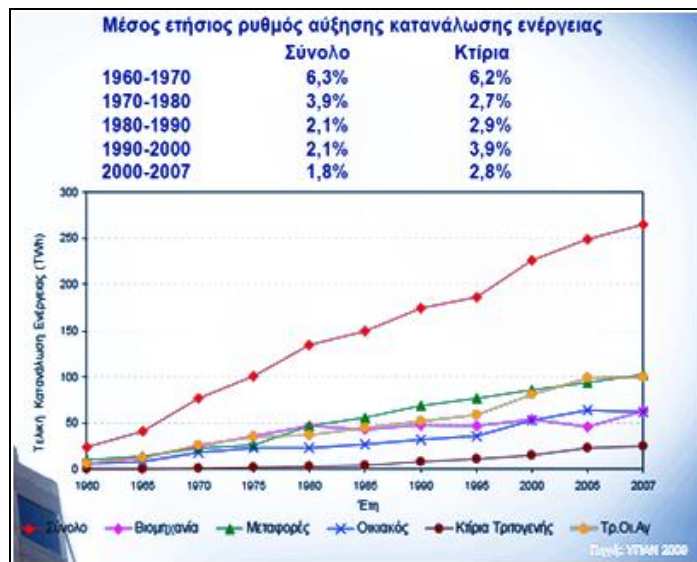
Οι έντονες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, με το φαινόμενο του θερμοκηπίου να πρωτοστατεί, καθιστούν επιτακτικό τον περιορισμό της χρήσης των ορυκτών πόρων.

Παράλληλα, οι συνεχώς αυξανόμενες απαιτήσεις των πληθυσμών σε ενέργεια σε συνδυασμό με τα ταχεία μείωση των ορυκτών αποθεμάτων που συνεπάγεται το συνεχώς αυξανόμενο κόστος τους, ενισχύουν σημαντικά τη σύγχρονη τάση περιορισμού της χρήσης των συμβατικών μορφών της.

Σημαντικότερη από τη στροφή προς τη φιλική προς το περιβάλλον «πράσινη» ενέργεια, αποτελεί η εξοικονόμηση της ενέργειας.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία, το μεγαλύτερο ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (40% περίπου) και το 40% των εκπομπών CO<sub>2</sub> στην Ευρώπη προέρχονται από τα κτίρια. Στην Ελλάδα, τα ποσοστά αυτά είναι ακόμη μεγαλύτερα, καθώς 100.000 Gwh περίπου, που αντιπροσωπεύουν το 45% της καταναλισκόμενης ενέργειας προέρχεται από τα κτίρια εκ των οποίων το 77% είναι κατοικίες.

Όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί, τα ποσά της καταναλισκόμενης ενέργειας, γενικά, και από τον οικιακό τομέα, ειδικά, είναι συνεχώς αυξανόμενα, ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια, παρά τη δέσμευση προς την Ευρωπαϊκή Ένωση μείωσης κατά 20% της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> ως το 2020.



*Διάγραμμα 1*

Η συνεχής αύξηση οφείλεται

- Στη συνεχή αύξηση του πληθυσμού και την κατασκευή νέων κτιρίων
- Στην πληθώρα ηλεκτρικών συσκευών που βελτιώνουν πραγματικά αλλά και υποθετικά το επίπεδο ζωής.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

- Λανθασμένη εκτίμηση των αναγκών του κτιρίου και χρήση ακατάλληλου Ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (υπερεκτίμηση του)
  - Την κατασκευή ολοένα περισσότερων «κλειστών» και συγκεντρωμένων στις πόλεις κτιρίων με αποτέλεσμα την περιορισμένη χρήση των περιβαλλοντικών πηγών για τη δημιουργία κατάλληλων εσωκλιματικών συνθηκών, πχ την αυξημένη χρήση των κλιματιστικών
  - Ελλιπές θεσμικό πλαίσιο
  - Έλλειψη «βιοκλιματικής» συνείδησης καταναλωτών

Ωστόσο, με τον κατάλληλο βιοκλιματικό σχεδιασμό και την εφαρμογή ενεργειακών τεχνολογιών είναι δυνατή η μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας από τον οικιακό τομέα σε ποσοστό 30-50%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια εξαρτάται από τις αρχιτεκτονικές-στατικές επιλογές ,τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις και τα μηχανήματα. Ο σχεδιασμός ενός κτιρίου επιβάλλεται να γίνεται με το πνεύμα εξοικονόμησης ενέργειας γιατί αυτό έχει ως αποτέλεσμα, εκτός από τα οικονομικά οφέλη ,τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος. Οι «περιοχές επέμβασης» για εξοικονόμηση ενέργειας σε μία κατοικία είναι κυρίως :

- Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός του
- Ο φωτισμός
- Η κίνηση
- Ο αερισμός
- Η θέρμανση
- Ο κλιματισμός
- Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας(ηλιακοί θερμοσίφωνες και φωτοβολταικά)
- Η οικονομοτεχνική επιλογή μηχανημάτων-ηλεκτρικών συσκευών κτλ

Στην εργασία αυτή γίνεται μία προσπάθεια επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε εγκαταστάσεις κτιρίων. Εξετάζονται κυρίως οι επεμβάσεις που αφορούν τις παρακάτω εγκαταστάσεις.

1. Ηλεκτρική εγκατάσταση φωτισμού(μελέτη-φωτιστικά- επεμβάσεις)
2. Ανελκυστήρες
3. Ηλιακός θερμοσίφωνας
4. Εγκατάσταση φωτοβολταικών πλαισίων
5. Θέρμανση-κλιματισμός (θερμομόνωση, υαλοστάσια, σκιάσεις, τοίχοι νερού, οροφές νερού και μελέτη απωλειών)
6. Οικιακές συσκευές

Παράλληλα με τη θεωρητική ανάλυση των παραπάνω θεματικών ενοτήτων παρατίθενται παραδείγματα-εφαρμογές των μελετών σε κατοικίες.

### 2. ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Στην παρούσα ενότητα αναφέρονται επιγραμματικά οι παθητικές μέθοδοι εξοικονόμησης ενέργειας που αφορούν το χωροταξικό σχεδιασμό μιας οικιστικής περιοχής και τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου.

- Βιοκλιματικός χωροταξικός σχεδιασμός

Είναι ιδιαίτερα σημαντικός για τις πόλεις και προσδιορίζει τη μεταξύ θέση των κτιρίων, δρόμων και περιοχών πρασίνου.

Για το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας λαμβάνεται υπόψη περισσότερο ο παθητικός δροσισμός, ο αερισμός και η ηλιοπροστασία του κτιρίου κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών παρά η παθητική θέρμανση του.

Στις πόλεις προτιμάται η δόμηση χαμηλών κτιρίων 2 έως 4 ορόφων και η ύπαρξη ανοιχτών χώρων (δρόμοι, πλατείες) και περιοχών πρασίνου που διακόπτουν την πυκνή δόμηση.

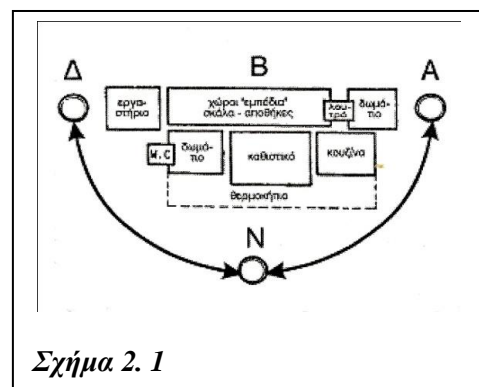
- Αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά κτιρίου

Για την Ελλάδα, που βρίσκεται σε 38° βόρειο γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα είναι μεσογειακό προτιμάται

- Χωροθέτηση κτιρίου στην πίσω βορινή πλευρά του οικοπέδου
- Κλειστή μορφή κτιρίου, δηλαδή μικρή επιφάνεια διαφανών στοιχείων σε σχέση με τα αδιαφανή
- 3 το πολύ όροφοι
- Μακρόστενο κτίριο με το μεγάλο άξονα προσανατολισμένο κατά την ανατολή-δύση. Νότιος (ή νοτιοανατολικός) προσανατολισμός
- Μεγάλα ανοίγματα στη νότια πλευρά, μικρά στη βόρεια και μεσαίου μεγέθους ανατολικά και δυτικά
- Όπως φαίνεται και στο σχήμα 1.1, οι χώροι που χρησιμοποιούνται περισσότερο (καθιστικό, υπνοδωμάτια, κουζίνα) τοποθετημένοι στη νότια πλευρά ενώ οι χώροι πρόσκαιρων δραστηριοτήτων (γκαράζ, αποθήκες, κλιμακοστάσιο) τοποθετημένοι στη βόρεια πλευρά.
- Οροφή με κεραμίδια, αεριζόμενη
- Ανοιχτόχρωμες εξωτερικές επιφάνειες

Τα ανωτέρω χαρακτηριστικά εξυπηρετούν την παθητική θέρμανση, τον παθητικό δροσισμό και αερισμό και φωτισμό του κτιρίου κατά το βέλτιστο τρόπο.

Εκτενέστερη αναφορά στα ανωτέρω δεν κρίνεται σκόπιμη, καθώς αποτελούν αντικείμενο μελέτης κυρίως του Αρχιτέκτονα Μηχανικού και όχι του Ηλεκτρολόγου- Μηχανολόγου Μηχανικού.



### 3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΦΩΤΙΣΜΟ



Φυσικός και τεχνητός φωτισμός πρέπει να εξασφαλίζουν την οπτική άνεση σε ένα χώρο, το οποίο σημαίνει

- Επαρκής ποσότητα φωτισμού
- Καλή ποιότητα φωτισμού(καλή κατανομή, αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, κατεύθυνση φωτισμού, κατάλληλο contrast)

Την εποχή που διανύουμε, ο τεχνητός φωτισμός οφείλεται για το 14% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια.

Είναι δυνατή η μείωση του ποσοστού αυτού κατά 30-50% μέσω της εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού και της βελτίωσης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού έτσι ώστε ,αφενός, να μειώνεται η ενεργειακή κατανάλωση από τους λαμπτήρες και αφετέρου να μειώνεται η κατανάλωση των κλιματιστικών λόγω του ψυκτικού φορτίου.

### **3.1. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Η επαρκής ποσότητα και η ομαλή κατανομή του φυσικού φωτισμού πραγματοποιείται από τα ανοίγματα στην τοιχοποιία και στην οροφή ,τα αίθρια, τους φωταγωγούς και τα διαφανή μονωτικά υλικά(πχ υαλότουβλα).Εξαρτάται από τον προσανατολισμό του κτιρίου, τον περιβάλλοντα χώρο του, τα είδη των υαλοπινάκων (τζάμια) ,από την ύπαρξη ανακλαστών(ράφια φωτισμού),ανακλαστικών περσίδων και φωτοσωλήνων καθώς και από το χρωματισμό των εσωτερικών επιφανειών.

Φωτοσωλήνες είναι κενοί μεταλλικοί ή ακρυλικοί σωλήνες μεγάλης ανακλαστικότητας στο εσωτερικό τους που «οδηγούν» το φως από την οροφή στο εσωτερικό του κτιρίου.

Όσον αφορά στο χρωματισμό των εσωτερικών επιφανειών, τα σκούρα χρώματα είναι δυνατόν να μειώσουν το φωτισμό ενός χώρου κατά 50%.Προτιμώνται λοιπόν ανοιχτά χρώματα τα οποία έχουν μεγάλο συντελεστή ανάκλασης και διάχυσης του φωτός. Ενδεικτικός συνδυασμός χρωμάτων περιλαμβάνει λευκό χρώμα για την οροφή ,μπεζ για τους τοίχους και πλακάκια μεσαίων τόνων για το δάπεδο. Παράλληλα θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση στιλπνών υλικών τα οποία θα έχουν ως αποτέλεσμα τη δημιουργία επιφανειών υψηλής λαμπρότητας και του ενοχλητικού φαινομένου της θάμβωσης.

Εκτενέστερη αναφορά στην εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού δεν θεωρείται απαραίτητη καθώς εμπίπτει στο αντικείμενο του Αρχιτέκτονα Μηχανικού.

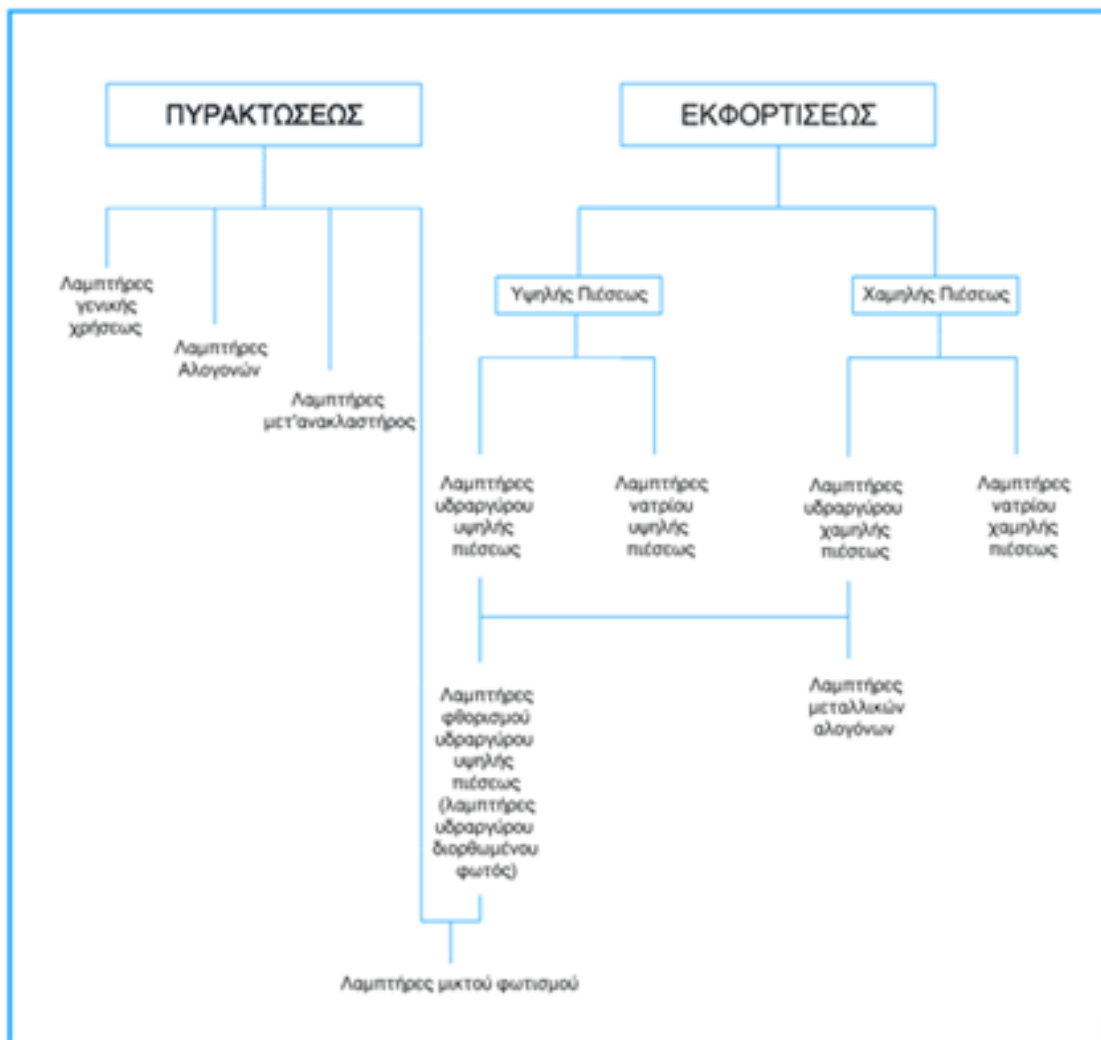
### **3.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ**

Ο τεχνητός φωτισμός ενός χώρου αποτελεί αντικείμενο μελέτης του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού. Ο τεχνητός φωτισμός θα πρέπει να λειτουργεί συμπληρωματικά του φυσικού φωτισμού.

Η καταναλισκόμενη ενέργεια για τον τεχνητό φωτισμό ενός χώρου εξαρτάται κυρίως από τη απαιτούμενη φωτεινή ροή  $\Phi$ , όπως υπολογίζεται από τη μελέτη φωτισμού, από τα χαρακτηριστικά των επιλεγμένων λαμπτήρων και την ύπαρξη συστημάτων ελέγχου τεχνητού φωτισμού.

### 3.2.A. ΕΙΔΗ ΛΑΜΠΤΗΡΩΝ

Τα είδη των λαμπτήρων και τα χαρακτηριστικά τους ποικίλουν.



Διάγραμμα 3.1

### ➤ Λαμπτήρες πυρακτώσεως

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στο φαινόμενο της θέρμανσης μεταλλικού νήματος (από βολφράμιο) σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 2800K με την βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος, με απουσία οξυγόνου. Το νήμα αναπτύσσει υψηλή θερμοκρασία και ακτινοβολεί.



Εικόνα 3. 1

Τα πλεονεκτήματα τους είναι

- η καλή χρωματική απόδοση
- η δημιουργία θερμής και ευχάριστης ατμόσφαιρας.
- το χαμηλό κόστος

Τα μειονέκτημα των λαμπτήρων πυράκτωσης είναι

- η μικρή φωτεινή τους απόδοση.

Μόνο το 10-20% της καταναλισκόμενης ηλεκτρικής ενέργειας μετατρέπεται σε φωτεινή ενέργεια. Το 80-90% μετατρέπεται σε θερμότητα. Αυτό σημαίνει μεγάλη κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό και παράλληλα μεγάλο ψυκτικό φορτίο το καλοκαίρι.

Επίσης, με τη λειτουργία τους, εξαχνώνεται το νήμα και τα άτομα βολφραμίου μαυρίζουν τα εσωτερικά τοιχώματα του κώδωνα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης τους.

- η μικρή διάρκεια ζωής τους, περίπου 1000ώρες.
- η κιτρινωπή απόχρωση που προσδίδουν στα χρώματα.

Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως, στο παρελθόν, έβρισκαν μεγάλη εφαρμογή στον οικιακό τομέα. Πλέον, όμως, θεωρούνται αντιοικονομικοί και αντιοικολογικοί και τείνουν όμως να καταργηθούν και να αντικατασταθούν με λαμπτήρες, κυρίως φθορισμού αλλά και αλογόνου.

### ➤ Λαμπτήρες αλογόνου

Είναι λαμπτήρες πυρακτώσεως που περιέχουν μικρή ποσότητα ιωδίου (ή βρωμίου) και το γυαλί τους είναι από χαλαζία. Έτσι αναπτύσσουν πολύ υψηλότερη θερμοκρασία νήματος και το φως που παράγεται είναι πιο λευκό και διαυγές. Η διάρκεια ζωής τους είναι 2000 ώρες και έχουν μεγαλύτερη φωτιστική απόδοση από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως.



Εικόνα 3. 2. Λαμπτήρες Philips

### ➤ Λαμπτήρες φθορισμού

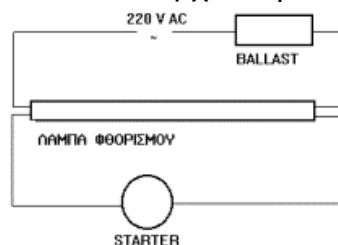
Είναι λαμπτήρες ηλεκτρικής εκκένωσης σε ατμούς υδραργύρου χαμηλής πίεσεως. Αποτελούνται από γυάλινο σωλήνα που εσωτερικά είναι επικαλυμμένος με φθορίζουσα ουσία, περιέχει προσμίξεις ευγενών αερίων και μία μικρή ποσότητα υδραργύρου, και στα άκρα του έχει από ένα ζεύγος ηλεκτροδίων που καταλήγει εσωτερικά σε ένα χοντρό νήμα από βολφράμιο.

Με τη διοχέτευση ηλεκτρικού ρεύματος πραγματοποιείται ηλεκτρική εκκένωση, δηλαδή ροή ηλεκτρονίων από το αρνητικό στο θετικό ηλεκτρόδιο. Όταν ένα ηλεκτρόνιο προσκρούει σε ένα άτομο υδρογόνου, παράγεται υπεριώδης ακτινοβολία, μη ορατή από το ανθρώπινο μάτι. Η μετατροπή της σε ορατή πραγματοποιείται από τη φθορίζουσα ουσία στην εσωτερική επιφάνεια του σωλήνα.

Για να λειτουργήσουν χρειάζονται

- έναν εκκινητή (starter), ο οποίος βραχυκυκλώνει τα ηλεκτρόδια, αφήνοντας να περάσει το απαραίτητο ρεύμα για να τα θερμάνει και να αρχίσει η εκκένωση.

- μία στραγγαλιστική διάταξη (**ballast**).



#### ballast

Το ballast είναι ένα κιβώτιο με πηνία και αυτεπαγωγές, το οποίο διορθώνει το συντελεστή ισχύος  $\cos\phi$ , μειώνοντας έτσι το ρεύμα και άρα την κατανάλωση ενέργειας της λάμπας, χωρίς να επηρεάζει τη φωτεινή της ισχύ. Το ballast μπορεί να είναι ενσωματωμένο στο λαμπτήρα (συμπαγείς λαμπτήρες φθορισμού) ή όχι, ηλεκτρονικό ή μαγνητικό.

Το ηλεκτρονικό ballast προτιμάται γιατί

- έχει μεγαλύτερη απόδοση από το μαγνητικό. Μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση ενέργειας ως και 25%. Η μειωμένη κατανάλωση αποδίδεται στη βελτίωση της απόδοσης του λαμπτήρα φθορισμού αλλά και στις μικρότερες απώλειες ενέργειας στο ballast. Για παράδειγμα ένα τυπικό φωτιστικό με δύο λάμπες φθορισμού των 36 W απαιτεί ένα ηλεκτρονικό ballast με απώλειες 8 W οπότε η καταναλισκόμενη ισχύς είναι τελικά  $2 \times 36 + 8 = 72 \text{ W}$ . Για το ίδιο φωτιστικό απαιτούνται δύο ηλεκτρομαγνητικά ballast με απώλειες  $2 \times 36 + 2 \times 8.1 = 88.2 \text{ W}$

- διακόπτει τη λειτουργία του όταν ο λαμπτήρας δε λειτουργεί, σε αντίθεση με τα συμβατικά τα οποία εξακολουθούν να διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα και να καταναλώνουν ενέργεια

- έχει τη δυνατότητα να λειτουργεί με 4 λαμπτήρες σε αντίθεση με τα συμβατικά που λειτουργούν με 2 το πολύ

- υποκαθιστά τη λειτουργία του εκκινητή (starter)

- παρέχουν τη δυνατότητα ρύθμισης της φωτεινότητας των λαμπτήρων με διαβαθμιστές (dimmers), ενώ τα συμβατικά όχι.

- επιτρέπουν την ένταξη της εγκατάστασης φωτισμού στο σύστημα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS), ενώ τα συμβατικά όχι.

Οι λαμπτήρες φθορισμού διακρίνονται στους σωληνωτούς και τους συμπαγείς.

- Οι σωληνωτοί έχουν μεγάλη φωτεινή απόδοση, 70-100Lum/W και διάρκεια ζωής 8000-10000 ώρες. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε γραφεία



Εικόνα 3. 3. Λαμπτήρες φθορισμού

- Οι συμπαγείς (Kompakt). Έχουν μικρότερη διάμετρο, φωτεινή απόδοση 35-55 Lum/W και διάρκεια ζωής περίπου 8000 ώρες. Τοποθετούνται σε ντουί λαμπτήρων πυρακτώσεως (βιδωτό) και στον κάλυκός τους έχουν όλα τα εξαρτήματα που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο σωλήνας φθορισμού που διαθέτουν, όπως ballast. Είναι πολύ οικονομικοί στην κατανάλωση, ως ολοένα και περισσότερο στους εσωτερικούς χώρους και ειδικά στις οικιακές εγκαταστάσεις, αντικαθιστώντας τους λαμπτήρες πυρακτώσεως. Σ αυτούς περιλαμβάνονται και οι λαμπτήρες καθρέπτου (reflex), οι οποίοι κατανέμουν πιο ομοιόμορφα το φως.



Εικόνα 3. 4



Εικόνα 3. 5

- Τα πλεονεκτήματα των λαμπτήρων φθορισμού είναι
- η μεγάλη απόδοσή τους, περίπου 85%, η οποία όμως μειώνεται αν ανοιγοκλείνουν συχνά
  - έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, μεγαλύτερη από 8000 ώρες
  - μικρή λαμπρότητα και άρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς φωτιστικό σώμα
  - δεν προκαλούν θάμβωση
  - αναπτύσσουν μικρές θερμοκρασίες

- Τα μειονεκτήματά τους είναι
- το υψηλό κόστος
  - η μειωμένη χρωματική απόδοση. Το χρώμα που παράγεται είναι ψυχρό και εξαρτάται από τη φθορίζουσα ουσία με την οποία γίνεται η επίστρωση της εσωτερικής επιφάνειας του σωλήνα.

### ➤ Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης

Πρόκειται για λαμπτήρες εκκενώσεως τόξου ατμών υδραργύρου. Αποτελούνται από ένα σωλήνα εκκένωσης από χαλαζία, ο οποίος περιβάλλεται από γυάλινο κώδωνα από σκληρό γυαλί, του οποίου η εσωτερική επιφάνεια είναι επιστρωμένη με φθορίζουσα ουσία. Ο σωλήνας εκκένωσης είναι πληρωμένος με ευγενές αέριο αργό και υδράργυρο. Το μεγαλύτερο ποσοστό του υδραργύρου είναι σε υγρή μορφή, το υπόλοιπο σε μορφή ατμών με πίεση 2ως 10 bar. Όλο το σύστημα περιβάλλεται από γυάλινο κώδωνα. Ο χώρος γύρω από τον σωλήνα εκκενώσεως μέσα στο γυάλινο κώδωνα γεμίζεται με αέριο συνήθως άζωτο. Η έναρξη λειτουργίας του γίνεται με ειδικό εξάρτημα, που ονομάζεται εναυστήρας (ignitor) και ο απαιτούμενος χρόνος είναι 3-5 min. Όταν σβήσουν δεν είναι δυνατόν να ανάψουν πάλι αν δεν περάσουν 4-7 min.



*Εικόνα 3. 6. Λαμπτήρες ατμών υδραργύρου Osram*

Τα πλεονεκτήματα τους είναι

- η μεγάλη απόδοση τους, 60 Lum/W
- η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, 8000 ώρες
- ότι διατηρούν μεγάλο ποσοστό της αρχικής φωτεινής τους ροής αν λειτουργούν συνεχώς

Τα μειονεκτήματα τους είναι

- η παραμόρφωση των χρωμάτων, καθώς το κόκκινο χρώμα λείπει από το φάσμα της ακτινοβολίας τους
- η μείωση της φωτεινής τους ροής όταν λειτουργούν διακοπτόμενα
- η καθυστέρηση στην έναυσή τους, όπως έχει ήδη αναφερθεί

Για καλύτερα φωτιστικά αποτελέσματα (εμπλουτισμός του φάσματος) υπάρχουν οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου μικτού φωτισμού, οι οποίοι έχουν επιπλέον και ένα νήμα πυρακτώσεως από βολφράμιο, το οποίο διορθώνει αρκετά το χρώμα της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας και επιπλέον αντικαθιστά το ballast, αλλά φυσικά μειώνει την απόδοση.

Χρησιμοποιούνται για το φωτισμό δρόμων, βιομηχανικών χώρων, φωτοτυπικών, εργαστηρίων, θερμοκηπίων, διαδρόμων και γενικά όπου υπάρχει απαίτηση οικονομικής λειτουργίας, όχι απαραίτητα πιστή χρωματική απόδοση και όπου η λειτουργία είναι συνεχής για μεγάλο χρονικό διάστημα.

### ➤ Λαμπτήρες ατμών νατρίου

Πρόκειται για λαμπτήρες εκκένωσης, οι οποίοι περιέχουν ποσότητα νατρίου και μίγμα αερίου νέου και αργού.

Διαθέτουν δύο κύρια ηλεκτρόδια και ένα βοηθητικό που βρίσκεται κοντά σε ένα από αυτά. Η εκκένωση ξεκινάει μεταξύ του βοηθητικού και του γειτονικού του ηλεκτροδίου με τη βοήθεια του εναυστήρα (ignitor) και αποδίδει ερυθρό φως χαμηλής έντασης. Μόλις η θερμοκρασία των υδρατμών φτάσει τους 2600C ξεκινάει η εκκένωση μεταξύ των κύριων ηλεκτροδίων, οπότε διεγείρονται τα άτομα νατρίου, και το αποδιδόμενο φως είναι κίτρινο.

Οι λαμπτήρες αυτοί παράγονται σε ισχύ από 30 έως 200 W περίπου. Η τάση λειτουργίας τους είναι πάνω από 400 V γι' αυτό χρησιμοποιούν αυτομετασχηματιστή.

Τα πλεονεκτήματα τους είναι

- η μεγάλη απόδοση τους, 120 Lum/W
- η μεγάλη διάρκεια ζωής τους, άνω των 1200 ωρών
- ότι διατηρούν μεγάλο ποσοστό της αρχικής φωτεινής τους ροής αν λειτουργούν συνεχώς

Τα μειονεκτήματα τους είναι

- η κακή απόδοση των χρωμάτων καθώς το φως που παράγεται είναι κίτρινο, σχεδόν μονοχρωματικό

Υπάρχουν δύο είδη λαμπτήρων ατμών νατρίου.

- Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης έχουν κόστος λειτουργίας (κατανάλωση ρεύματος) τρεις φορές μικρότερο για ίδια απόδοση φωτισμού σε σχέση με τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου. Παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη απόδοση από όλα τα είδη λαμπτήρων εκκένωσης. Χαρακτηριστικό των λαμπτήρων χαμηλής πίεσης ατμών νατρίου είναι ότι δίνουν φως μονοχρωματικό κίτρινο, για αυτό βρίσκουν εφαρμογή εκεί όπου δε μας ενδιαφέρει η σωστή απόδοση των χρωμάτων. Επίσης το φως από λαμπτήρες νατρίου χαμηλής πίεσης διεισδύει σε ομιχλώδεις συνθήκες. Για τους λόγους αυτούς οι λαμπτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται για το φωτισμό αυτοκινητόδρομων αλλά και δρόμων πόλεων τελευταία, αεροδρομίων, λιμενοβραχιόνων κλπ.



ΝΑΤΡΙΟΥ / SOX (ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ) ()

*Εικόνα 3. 7*



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

- Οι λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσεως έχουν καλύτερη χρωματική απόδοση, οπότε αντικαθιστούν τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου χαμηλής πίεσης εκεί όπου ενοχλεί το μονοχρωματικό κίτρινο φως και τους λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσεως, οι οποίοι έχουν μεγαλύτερο κόστος. Οι λαμπτήρες αυτοί δίνουν χρώμα φωτισμού χρυσόλευκο. Ή εκκένωση στο σωλήνα γίνεται με πίεση 200 mmHg και σε θερμοκρασία 1000° C..



*Εικόνα 3. 8*

Όπως προκύπτει από τα παραπάνω, οι λαμπτήρες που αποδίδουν μεγάλη φωτεινή ισχύ, οι πιο οικονομικοί δηλαδή, έχουν κακή απόδοση χρωμάτων αλλά μεγάλη ευκρίνεια αντικειμένων και αντίστροφα. Γι αυτό σε κάθε εφαρμογή, ανάλογα αν ενδιαφέρει περισσότερο, η καλή ποιότητα χρωμάτων ή η εξοικονόμηση ενέργειας, είναι κατάλληλο διαφορετικό είδος λαμπτήρα. Για παράδειγμα, στους δρόμους όπου είναι σημαντική η ευκρίνεια και όχι η χρωματική απόδοση, είναι κατάλληλοι οι λαμπτήρες ατμών υδραργύρου υψηλής πίεσης και οι λαμπτήρες ατμών νατρίου χαμηλής πίεσης. Οι τελευταίοι τείνουν να αντικαταστήσουν τους πρώτους, καθώς έχουν διπλάσια φωτεινή απόδοση.

**Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι καταλληλότεροι πλέον λαμπτήρες και πιο οικονομικοί, για εσωτερικό χώρο, είναι οι λαμπτήρες φθορισμού.**

Ακολουθεί περιγραφή της διαδικασίας της μελέτης φωτισμού εσωτερικού χώρου, στην περίπτωση που προβλέπεται να εγκατασταθούν φωτιστικά με λυχνίες φθορισμού.



### 3.2.B. ΜΕΛΕΤΗ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Για την πραγματοποίηση της πλήρους μελέτης φωτισμού ενός χώρου απαιτείται η γνώση των ακόλουθων πληροφοριών.

- I. Η χρήση του χώρου
- II. Το είδος των φωτιστικών σωμάτων
- III. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο
- IV. Ο χρωματισμός των επιφανειών του χώρου
- V. Η καθαρότητα του χώρου
- VI. Επιφάνεια δαπέδου

Με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίζεται η τιμή της φωτεινής δέσμης  $\Phi$ (Lum) και ο απαιτούμενος αριθμός λαμπτήρων  $m$ .

#### I. Η χρήση του χώρου

Ανάλογα με το είδος του χώρου και τη χρήση του, απαιτείται διαφορετικό επίπεδο φωτισμού, το οποίο εκφράζεται μέσω της στάθμης φωτισμού  $E$  (Lux).

Στον πίνακα που ακολουθεί (Πινάκας 2.3-5 σελ 30 του συγγράμματος *Εφαρμογές κτιριακών και Βιομηχανικών εγκαταστάσεων Π.Δ.Μπούρκας*) παρατίθενται ενδεικτικές τιμές της επιθυμητής στάθμης φωτισμού διάφορων χώρων.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Εγκατάσταση	Είδος χώρου και εργασία	Ε σε Lux
Κατοικίες και ξενοδοχεία	Υπνοδωμάτιο : γενικός φωτισμός	150
	Υπνοδωμάτιο : τοπικός φωτισμός	250-500
	Λουτρό: γενικός φωτισμός	150
	Λουτρό: ξύρισμα και καλλωπισμός	250
	Καθιστικό : γενικός φωτισμός	150
	Καθιστικό : τοπικός φωτισμός	500-1000
	Κουζίνα : γενικός φωτισμός	250
	Κουζίνα : θέσεις εργασίας	250-500
	Κλιμακοστάσιο	150
	Μηχανοστάσιο	150
	Μπαρ-αναψυκτήριο ξενοδοχείου	150
	Γραφεία και σχολεία	νηπιαγωγεία
γραφεία γενικά		250-500
σχεδιαστήρια		500-1000
αίθουσες διδασκαλίας-αμφιθέατρα		250-500
γυμναστήριο		150
Μεγάλα εμπορικά καταστήματα	γενικός φωτισμός	500
	δευτερεύοντες χώροι	250
	γενικός φωτισμός βιτρίνων	1000-2000
	τοπικός φωτισμός βιτρίνων	5000-10000
Εργοστασιακοί χώροι	μηχανουργείο :γενικές θέσεις εργασίας	250-500
	μηχανουργείο :εργασίες ακριβείας	500-1000
	σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας : αίθουσα πινάκων ελέγχου	500-1000
	σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας : λοιποί χώροι	150
	συναρμολόγηση μηχανών	500-1000
	μεταλλουργικές εργασίες	250-500
	βαφείο	500-1000
	συνεργείο : γενικός φωτισμός	250-500
	συνεργείο : πάγκος εργασίας	500-1000
	πλυντήρια	250-500
	λιπαντήρια αυτοκινήτων	150

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### II. Το είδος των φωτιστικών σωμάτων

Ανάλογα με τη διεύθυνση της φωτεινής δέσμης του φωτιστικού διακρίνονται 5 βασικές κατηγορίες φωτισμού όπως φαίνεται στον πίνακα 3.2

Κατηγορίες (Είδη) Φωτισμού	Επεξήγηση	Ποσοστό % του φωτισμού προς :	
		το δάπεδο	την οροφή
Άμεσος	Η οροφή δεν φωτίζεται και η φωτεινή ακτινοβολία κατευθύνεται, κατά κύριο λόγο, προς το δάπεδο.	80	0
Έμμεσος	Το δάπεδο δεν φωτίζεται και η φωτεινή ακτινοβολία κατευθύνεται, κατά κύριο λόγο, προς την οροφή.	0	80
Ομοιόμορφος	Περίπου το ίδιο ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας προς το δάπεδο και την οροφή.	45	35
Υπερισχύων άμεσος	Μεγάλο ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας προς το δάπεδο και μικρό προς την οροφή.	75	10
Υπερισχύων έμμεσος	Μεγάλο ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας προς την οροφή και μικρό προς το δάπεδο.	20	70

*Πίνακας 3.2*

### III. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο

Η θέση των φωτιστικών στο χώρο επιλέγεται από τον Αρχιτέκτονα Μηχανικό. Η θέση των φωτιστικών εκφράζονται κατά τον υπολογισμό της φωτεινής ισχύος  $\Phi$  μέσω του συντελεστή χώρου  $k$ .

Σε συνήθεις χώρους όπως οικίες, γραφεία, ξενοδοχεία, όπου δεν παρουσιάζεται αισθητή μείωση της απόδοσης των φωτιστικών λόγω των ρύπων του αέρα, ο συντελεστής χώρου  $k$  υπολογίζεται από τον τύπο

$$\kappa = \frac{4B + L}{5(h - h_2)}$$

Όπου

- L: μήκος του χώρου
- B: πλάτος
- h: απόσταση του φωτιστικού από το δάπεδο
- h<sub>2</sub>: απόσταση επιφάνειας εργασίας από το δάπεδο. Συνήθως λαμβάνεται 0,8m.

#### IV. Ο χρωματισμός των επιφανειών του χώρου

Όπως προαναφέρθηκε, ο χρωματισμός των επιφανειών καθορίζουν το ποσοστό ανάκλασης του φωτός. Σε αυτή την παράγραφο θα γίνει σαφέστερη η εξάρτηση της απαιτούμενης φωτεινής ισχύος και κατ'επέκταση της καταναλισκόμενης ενέργεια για το φωτισμό, από το χρωματισμό των επιφανειών και γιατί προτιμώνται ανοιχτά χρώματα τελικά.

Στον πίνακα 3.3 (Πινάκας 2.3-3 σελ 28 του συγγράμματος *Εφαρμογές κτιριακών και Βιομηχανικών εγκαταστάσεων Π.Δ.Μπούρκας*) παρατίθενται τα ποσοστά ανάκλασης από την οροφή και τους τοίχους.

Απόχρωση	Ποσοστό ανάκλασης	
	οροφή	τοίχοι
Ανοικτός χρωματισμός	75%	50%
Ημιανοικτός χρωματισμός	50%	30%
Σκοτεινός χρωματισμός	30%	10%

*Πίνακας 3.3*

Με τις πληροφορίες II , III και IV, δηλαδή το είδος των φωτιστικών σωμάτων, τη θέση τους (συντελεστής χώρου κ) και το χρωματισμό των επιφανειών, προσδιορίζεται ο συντελεστής απόδοσης του φωτισμού η(%) από τον *Πίνακα 3.4*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ανάκλαση οροφής %	75	75	75	50	50	50	30	30	
ανάκλαση τοίχων %	50	30	10	50	30	10	30	10	
ΕΙΔΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ	κ	n %							
Άμεσος	0,6	39	34	31	38	34	31	34	31
	0,8	47	44	42	46	43	41	42	40
	1,0	51	48	47	50	47	46	47	45
	1,5	58	55	52	56	53	52	52	51
	2,0	61	59	57	60	58	58	57	55
	3,0	68	65	62	66	63	62	62	61
	5,0	71	69	67	69	67	65	66	64
Υπερισχύων άμεσος	0,6	32	27	23	32	26	23	25	23
	0,8	40	35	31	39	34	30	34	30
	1,0	44	39	36	43	39	35	36	33
	1,5	52	47	43	50	46	42	45	42
	2,0	57	52	48	55	51	47	50	46
	3,0	65	59	54	62	57	54	56	53
	5,0	71	66	62	67	63	60	61	60
Ομοιόμορφος	0,6	24	21	19	21	19	18	18	17
	0,8	30	27	26	26	24	23	22	21
	1,0	32	30	29	29	27	25	25	24
	1,5	38	35	33	32	31	29	28	27
	2,0	40	38	36	35	34	32	31	29
	3,0	45	42	40	39	37	35	33	32
	5,0	48	46	44	41	39	38	35	34
Υπερισχύων έμμεσος	0,6	18	14	12	14	11	9	8	7
	0,8	22	19	17	17	15	13	10	9
	1,0	26	22	19	20	17	15	12	10
	1,5	32	28	25	24	21	19	15	14
	2,0	35	32	29	27	24	21	17	15
	3,0	42	38	35	31	28	27	20	19
	5,0	48	44	42	36	33	31	23	22
Έμμεσος	0,6	15	11	10	9	8	6	4	3
	0,8	19	15	13	12	10	9	6	4
	1,0	22	19	16	14	12	10	7	5
	1,5	28	24	21	19	16	14	9	8
	2,0	32	28	25	21	18	17	11	10
	3,0	38	34	31	25	22	21	13	12
	5,0	43	41	38	29	27	25	16	15

**Πίνακας 3.4**

### V.H καθαρότητα του χώρου

Η χρήση του χώρου καθορίζει την καθαρότητα του ,η οποία επιδρά στη φωτεινότητα των επιφανειών του. Γι αυτό το λόγο η καθαρότητα του χώρου λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό της φωτεινής δέσμης εκφρασμένη μέσω του συντελεστή ελάττωσης  $v$ .

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Η τιμές του συντελεστή  $\nu$ , φαίνονται στον Πίνακα 3.5. (Πινάκας 2.3-2 σελ 28 του συγγράμματος *Εφαρμογές κτιριακών και Βιομηχανικών εγκαταστάσεων Π.Δ.Μπούρκας*)

Είδος φωτισμού	Συντελεστής ελάττωσης φωτισμού ( $\nu$ ), για χώρο :				
	τελείως καθαρό	καθαρό	σχετικά καθαρό	ακάθαρο	τελείως ακάθατο
Άμεσος	0.5	0.575	0.65	0.725	0.8
Υπερισχύων άμεσος	0.5	0.6	0.7	0.775	0.85
Ομοιόμορφος	0.4	0.5	0.6	0.675	0.75
Υπερισχύων έμμεσος	0.4	0.45	0.5	0.575	0.65
Έμμεσος	0.4	0.45	0.5	0.575	0.65

Πίνακας 3.5

Η τιμή του συντελεστή  $\nu$  για «καθαρούς» χώρους, όπως είναι οι οικίες, λαμβάνεται 0,7.

### VI.Επιφάνεια δαπέδου

Ως γνωστόν δίνεται από τον τύπο  $A=L*B$  (m<sup>2</sup>)

Έχοντας συλλέξει όλα τα δεδομένα μπορούμε να υπολογίσουμε την απαιτούμενη φωτεινή ροή ενός χώρου από τον τύπο

$$\Phi = \frac{E * A * 100}{\nu * n}$$

σε Lum

Αν  $\Phi$  είναι η φωτεινή ροή του ενός λαμπτήρα, τότε ο απαιτούμενος αριθμός λαμπτήρων είναι

$$n = \frac{\Phi}{\Phi\lambda}$$

Ακολουθεί ένα παράδειγμα μελέτης φωτισμού εσωτερικού χώρου με λυχνίες φθορισμού, σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν

# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

## Παράδειγμα

### I. Η χρήση του χώρου:

Καθιστικό οικίας διαστάσεων

$$L=4.90m$$

$$B=4.15m$$

H=3.50 απόσταση οροφής από δάπεδο

$$h_2=0.5$$

Η στάθμη φωτισμού εκλέγεται από τον Πίνακα 3.1  $E=150lux$ .

Έμμεσος φωτισμός.

### II. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο

Θεωρώ ότι το φωτιστικό τοποθετείται σε απόσταση 1 m από την οροφή.

Δηλαδή σε απόσταση  $h=2.50m$  από το δάπεδο .

$$\text{Οπότε } \kappa = \frac{4*4,15+4,90}{5(2,50-0,50)} = 2,15$$

### III. Ο χρωματισμός των επιφανειών του χώρου

Έστω ότι η οροφή είναι χρώματος λευκού και ότι οι τοίχοι είναι χρώματος μπεζ σκούρου.

Από τον αντίστοιχο πίνακα υπολογίζεται ότι το ποσοστό ανάκλασης από την οροφή είναι 75% και από τους τοίχους 30%.

Από τις παραπάνω πληροφορίες και τον Πίνακα 3.4 υπολογίζεται ότι ο συντελεστής απόδοσης του φωτισμού για  $\kappa=2$  είναι  $n=28\%$  και για  $\kappa=3$  είναι  $n=34\%$ . Άρα για  $\kappa=2,15$  που είναι ο συντελεστής χώρου για το συγκεκριμένο παράδειγμα

$$n = \frac{(2,15-2)*0,34+(3-2,15)*0,28}{3-2} = 0,289 = 29\%$$

### IV. Η καθαρότητα του χώρου

Ο χώρος είναι καθαρός και ο φωτισμός έμμεσος, άρα θεωρώ ότι ο συντελεστής ελάττωσης είναι  $v=0,60$ .

### V. Επιφάνεια δαπέδου

$$A=20,3 \text{ m}^2$$

Επομένως, η απαιτούμενη φωτεινή ροή του χώρου είναι

$$\Phi = \frac{150 * 20,3 * 100}{0,6 * 29} = 17500 \text{ Lum}$$

Αν χρησιμοποιήσω λάμπες όπως αυτή της Εικόνας 3.9 με  $\Phi_l=495Lum$  θα χρειαστούν

$$n = \frac{17500}{495} = 36 \text{ λάμπες}$$

$$\text{Συνολική ισχύς: } 36*9=324W$$



	6W	9W
Φωτεινή Ροή (Lumen)	330	495
Διαστάσεις (mm)	M124xΔ40	M124xΔ40

Εικόνα 3. 9

(Στην πράξη δε θα βάλω 36 λαμπτήρες. Μπορώ να χρησιμοποιήσω τοπικό φωτισμό με μεγαλύτερη φωτεινή ισχύ.)

Με δεδομένο ότι χρησιμοποιούνται λαμπτήρες φθορισμού είναι δυνατή η μείωση της απαιτούμενης φωτεινής ροής και άρα της καταναλισκόμενης ενέργειας για το φωτισμό με τους εξής τρόπους.

### **Εξοικονόμηση ενέργειας**

#### **Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας για φωτισμό μέσω της μείωσης της απαιτούμενης φωτεινής ροής για δεδομένο χώρο.**

- Το επιθυμητό επίπεδο φωτισμού:

Μείωση του επιθυμητού επιπέδου φωτισμού στα πλαίσια που επιβάλουν οι διεθνείς κανονισμοί για την οπτική άνεση των ατόμων.

- Χρήση τοπικού φωτισμού: Σε χώρους όπου υπάρχουν περιοχές αυξημένης απαίτησης σε φωτισμό, όπως για παράδειγμα θέσεις εργασίας σε έναν υπηρεσιακό χώρο ή θέση γραφείου σε παιδικό δωμάτιο, μπορεί να υπάρχει τοπικός φωτισμός, ο οποίος φωτίζει συμπληρωματικά του γενικού φωτισμού τις συγκεκριμένες θέσεις.

- Το είδος των φωτιστικών σωμάτων:

Ο άμεσος φωτισμός έχει μεγαλύτερη απόδοση από τον έμμεσο. Είναι όμως λιγότερο καλαίσθητος και είναι πιθανό το φαινόμενο της θάμβωσης και της μη ομοιόμορφης κατανομής του φωτός.

Τα σύγχρονα φωτιστικά σώματα με τα συστήματα που διαθέτουν, όπως ανακλαστήρες, είναι πιο αποδοτικά και εξασφαλίζουν καλύτερη ποιότητα φωτός.

- Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο:

Τοποθέτηση των φωτιστικών σε μεγαλύτερη απόσταση από την οροφή.

Μειώνεται έτσι ο συντελεστής χώρου  $\kappa$  και αυξάνεται ο συντελεστής απόδοσης  $\eta$ .

- Ο χρωματισμός των επιφανειών του χώρου:

Όπως έχει ήδη αναφερθεί προτιμώνται ανοιχτά χρώματα τόσο για την οροφή όσο και για τους τοίχους. Αυξάνεται έτσι το ποσοστό ανάκλασης και επομένως και ο συντελεστής απόδοσης  $\eta$ .

- Η καθαρότητα του χώρου

Οι παραπάνω παρεμβάσεις θα πρέπει να γίνονται κατόπιν συνεννόησης με τον Αρχιτέκτονα Μηχανικό.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Στο προηγούμενο παράδειγμα αν χρησιμοποιήσω υπερισχύοντα άμεσο φωτισμό, αλλάξω το χρώμα των τοίχων σε πιο ανοιχτό και μειώσω το απαιτούμενο επίπεδο φωτισμού στα 135Lux τότε

$$n = \frac{(2,15-2)*0,65+(3-2,15)*0,57}{3-2} = 0,582 = 58\%$$

Οπότε η νέα φωτεινή ροή είναι

$$\Phi = \frac{135 * 20,3 * 100}{0,6 * 58,2} = 7848Lum$$

Αν χρησιμοποιήσω τις ίδιες λάμπες, με  $\Phi_l=495Lum$ , θα χρειαστούν

$$n = \frac{9360}{495} = 16 \text{ λάμπες}$$

Συνολική ισχύς:  $16*9=144W$

Εξοικονόμηση ενέργειας : 55,6 % !!!!!

### 3.2.C. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΕΧΝΗΤΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

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

Εφαρμόζονται κυρίως σε γραφειακούς και εμπορικούς χώρους και σε μικρότερο βαθμό στις οικίες.

Ενεργειακά αποδοτικά συστήματα ελέγχου που βρίσκουν εφαρμογές στις οικίες είναι:

➤ Χρονοδιακόπτες

Ο χρονοδιακόπτης βαίνει στην κατάσταση OFF αυτόματα μετά από το πέρας ενός προκαθορισμένου χρονικού διαστήματος. Η πιο συνηθισμένη εφαρμογή των διακοπών αυτών είναι σε διαδρόμους κτιρίων.

➤ Σύστημα ελέγχου παρουσίας

Χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου η χρήση είναι διακοπτόμενη ή απρόβλεπτη, σε οικίες, όπως γκαράζ, είσοδοι, διάδρομοι ή σε εργασιακούς χώρους, όπως χώροι φωτοτυπικών, αποθήκες, υπηρεσιακοί διάδρομοι.

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

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

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

Άλλα συστήματα ελέγχου είναι

➤ Τοπικοί διακόπτες έναυσης

Οι τοπικοί διακόπτες έναυσης χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεγάλους χώρους εργασίας. Ελέγχουν τη λειτουργία των φωτιστικών κατά ομάδες και ρυθμίζουν το φωτισμό σε συγκεκριμένες ζώνες του χώρου. Εξυπηρετούν περιπτώσεις κατά τις οποίες μόνο κάποια τμήματα του χώρου απαιτούν τεχνητό φωτισμό, είτε γιατί στα άλλα τμήματα δεν υπάρχουν εργαζόμενοι (π.χ. μετά τη λήξη του εργασιακού ωραρίου) είτε γιατί στα άλλα τμήματα υπάρχει επαρκής φυσικός φωτισμός. Κατ'αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μεγαλύτερη άνεση του χρήστη, σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα στα οποία το σύνολο των φωτιστικών σωμάτων του χώρου ελέγχεται με ένα διακόπτη.

➤ Χρονοπρογραμματισμός

Με αυτό το σύστημα ελέγχου, τα φωτιστικά σώματα σβήνουν από ένα κεντρικό πίνακα, την ίδια ώρα κάθε ημέρα (συνήθως την ώρα των διαλειμμάτων εργασίας και στη λήξη του εργασιακού ωραρίου). Είναι σημαντικό να προβλέπεται στο

σύστημα και τοπικός έλεγχος έτσι ώστε να είναι δυνατή η έναυση των φωτιστικών όταν τα χρειάζονται οι χρήστες.

➤ Σύζευξη με τον φυσικό φωτισμό

Το σύστημα λειτουργεί με φωτοκύτταρο το οποίο τοποθετείται εσωτερικά ή εξωτερικά ώστε να δέχεται το φυσικό φως και φωτοηλεκτρικό αισθητήρα που ελέγχει τη λειτουργία του φωτιστικού ή ομάδας φωτιστικών ανάλογα με το φυσικό φως.

Τα πιο κοινά συστήματα σύζευξης φυσικού και τεχνητού φωτισμού είναι:

- Συστήματα έναυσης / σβέσης: ένα τέτοιο σύστημα το οποίο προκαλεί ξαφνικές και έντονες αλλαγές της στάθμης φωτισμού. Μπορεί να προκαλεί δυσαρέσκεια στους χρήστες γι αυτό ενδείκνυται για χώρους που δέχονται άπλετο φυσικό φως και η συχνότητα έναυσης / σβέσης είναι περιορισμένη. Επίσης, είναι σημαντικό να προβλέπεται χρονική υστέρηση στο σύστημα .

- Βηματικά συστήματα: είναι ίδια με τα προηγούμενα αλλά με μία ή δύο ενδιάμεσες θέσεις μεταξύ των θέσεων έναυσης και σβέσης.

- Συστήματα ρύθμισης φωτεινής ροής: Αυτά εξασφαλίζουν ότι η συνολική ποσότητα φυσικού και τεχνητού φωτισμού φτάνει πάντοτε τη στάθμη στην οποία έχει ρυθμιστεί το σύστημα. Εάν η απαιτούμενη στάθμη εξασφαλίζεται μόνο με φυσικό φως τότε η ροή του τεχνητού συστήματος μηδενίζεται. Σε αντίθεση με το σύστημα έναυσης / σβέσης, το σύστημα ελέγχου φωτεινής ροής δεν ενοχλεί τους χρήστες και η δυνατότητα εξοικονόμησης ενέργειας είναι μεγαλύτερη



**Εικόνα 3. 10**

Γενικά, εάν ο φυσικός φωτισμός είναι επαρκής, ώστε να καλύπτει τις απαιτήσεις φωτισμού για μεγάλο διάστημα της ημέρας, η εξοικονόμηση ενέργειας είναι ιδιαίτερα σημαντική. Σε κτίρια γραφείων η κατανάλωση ενέργειας, στατιστικά, μπορεί να μειωθεί κατά 30% έως 50%. Η απόσβεση του κόστους εφαρμογής μπορεί συχνά να επιτευχθεί σε 2-3 έτη.

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

Οι μόνιμοι χρήστες ενός χώρου πρέπει να είναι ενήμεροι για την ύπαρξη του συστήματος ελέγχου φωτισμού, τον τρόπο λειτουργίας του και πώς μπορούν να αλληλεπιδράσουν με αυτό.

### **Συνοψίζοντας, τα προτεινόμενα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο είναι**

- **Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού**
- **Βαφή εσωτερικών επιφανειών με ανοιχτά χρώματα**
- **Η σωστή διαστασιολόγηση του τεχνητού φωτισμού**
- **Χρήση τοπικού φωτισμού**
- **Η χρήση λαμπτήρων υψηλής απόδοσης**
- **Η χρήση φωτιστικών σωμάτων βελτιωμένης απόδοσης**
- **Ο τακτικός καθαρισμός των φωτιστικών σωμάτων και των λαμπτήρων**
  - **Η χρήση στραγγαλιστικών διατάξεων(ballast)**
  - **Η εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου τεχνητού φωτισμού και σύνδεση τους στο σύστημα BEMS, αν υπάρχει**

### 4. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

Σε ένα κτίριο που διαθέτει ανελκυστήρα είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας από τη λειτουργία του ανελκυστήρα.

Η ισχύς του κινητήρα του ανελκυστήρα υπολογίζεται από τον τύπο

$$P = \frac{F \cdot v}{75 \cdot 0.3} \text{ (HP) ,}$$

όπου F η δρώσα δύναμη (kg) και v(m/s) η ταχύτητα του ανελκυστήρα.

Η F εξαρτάται από το μέγιστο αριθμό των ατόμων n για τα οποία προορίζεται ο ανελκυστήρας και υπολογίζεται ως εξής.

$$F = G_e + G_w - G_a$$

Όπου

- $G_w = n \cdot 75$  (kg) το ωφέλιμο φορτίο του ανελκυστήρα (το βάρος του ενός ατόμου θεωρείται 75 Kg)
- $G_e$  (kg) το βάρος του θαλάμου και του πλαισίου και
- $G_a = G_e + 0.5 G_w$  (kg) το βάρος του αντίβαρου

Ακολουθεί ένα παράδειγμα υπολογισμού της ισχύος του ανελκυστήρα.

#### Παράδειγμα

Έστω ανελκυστήρας τεσσάρων ατόμων.

Ωφέλιμο φορτίο  $G_w = n \cdot 75 = 4 \cdot 75 = 300$  kg

Βάρος του θαλάμου και του πλαισίου  $G_e = 200$  kg

Βάρος του αντίβαρου  $G_a = G_e + 0.5 G_w = 350$  kg

Δρώσα δύναμη  $F = G_e + G_w - G_a = 200 + 300 - 350 = 150$  kg

Ταχύτητα θαλάμου  $v = 0.7$  m/s

Ισχύς κινητήρα  $P = \frac{F \cdot v}{75 \cdot 0.3} = \frac{150 \cdot 0.7}{75 \cdot 0.3} = 4.67$  HP = 3.5 KW ,

Καταναλισκόμενη ενέργεια α να δίμηνο αν λειτουργεί συνολικά 1 ώρα την ημέρα  $E = 3.5 \cdot 60 = 210$  KWh.

Κόστος ανά δίμηνο  $210 \cdot 0.07 = 14.7$  Ε ,αν θεωρήσουμε ότι η χρέωση από τη ΔΕΗ είναι περίπου 0,07Ε/KWh.

Είναι φανερό ότι εφόσον η ισχύς είναι ανάλογη της ταχύτητας του ανελκυστήρα και επομένως και η καταναλισκόμενη ενέργεια, είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της μικρής μείωσης της ταχύτητας σε βαθμό ,φυσικά, που δε θα επηρεάζεται κατά πολύ η άνεση των χρηστών.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Στο προηγούμενο παράδειγμα, αν υποθέσουμε μείωση της  $v$  από 0,7m/s σε 0,5m/s εξοικονομείται ενέργεια περίπου  $(0,7-0,5)/0,7=0,29\approx 30\%$  που αντιστοιχεί σε ισχύ  $1,4\text{HP}=1\text{kW}$  και ενέργεια ανά δήμενο  $E=63\text{KWh}$ . Το κόστος μειώνεται κατά 4.4 Ε.

Άλλος τρόπος μείωσης της καταναλισκόμενης ενέργειας των ανελκυστήρων είναι η σωστή εκτίμηση του μεγέθους του ανελκυστήρα. Μικρότερος ανελκυστήρας ώστε να έχει μικρότερη κατανάλωση, αρκετά μεγάλος, όμως, ώστε να εξυπηρετεί τους χρήστες χωρίς να απαιτούνται πολλές κλήσεις του.

Στο προηγούμενο παράδειγμα, αν ο ανελκυστήρας των τριών ατόμων εξυπηρετεί εξίσου του χρήστες, η ισχύς του νέου ανελκυστήρα υπολογίζεται ως εξής.

$$\text{Ωφέλιμο φορτίο } G_w = n \cdot 75 = 3 \cdot 75 = 225 \text{ kg}$$

$$\text{Βάρος του θαλάμου και του πλαισίου } G_e = 200 \text{ kg}$$

$$\text{Βάρος του αντίβαρου } G_a = G_e + 0.5G_w = 312,5 \text{ kg}$$

$$\text{Δρώσα δύναμη } F = G_e + G_w - G_a = 200 + 225 - 312,5 = 112,5 \text{ kg}$$

$$\text{Ταχύτητα θαλάμου } v = 0.7 \text{ m/s}$$

$$\text{Ισχύς κινητήρα } P = \frac{F \cdot v}{75 \cdot 0.3} = \frac{150 \cdot 0,7}{75 \cdot 0,3} = 3,5 \text{ HP} = 2,6 \text{ KW} ,$$

Καταναλισκόμενη ενέργεια  $\alpha$  να δήμενο αν λειτουργεί συνολικά 1 ώρα την ημέρα  $E = 2,6 \cdot 60 = 156 \text{ KWh}$ .

Κόστος ανά δήμενο  $156 \cdot 0.07 = 10,9 \text{ Ε}$ , αν θεωρήσουμε ότι η χρέωση από τη ΔΕΗ είναι περίπου  $0,07 \text{ Ε/kWh}$ .

Εξοικονομείται, επομένως, ενέργεια περίπου  $210 - 156 = 54 \text{ KWh}$  και το κόστος μειώνεται κατά  $14,7 - 10,9 = 3,8 \text{ Ε}$  ανά δήμενο.

Σε κτίρια που διαθέτουν περισσότερους από έναν ανελκυστήρες προτείνεται η σύνδεση των ανελκυστήρων με κύκλωμα ηλεκτρονόμων.

Συγκεκριμένα οι ανελκυστήρες ελέγχονται έτσι ώστε όταν πραγματοποιείται κλήση του ενός από έναν όροφο να μην μπορεί να πραγματοποιηθεί κλήση κανενός άλλου έως ότου φτάσει ο πρώτος ανελκυστήρας στον όροφο αυτό.

Επίσης κλήσεις από αντίθετες κατευθύνσεις εξυπηρετούνται από διαφορετικούς ανελκυστήρες και από τον πιο κοντινό.

Κατ' αυτόν τον τρόπο αποφεύγονται οι άσκοπες ταυτόχρονες κλήσεις των ανελκυστήρων, εξοικονομείται ενέργεια και μειώνονται οι φθορές χρήσης.

## 5. ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

### 5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η χρήση των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας.

( Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφωνας εξοικονομεί περίπου 2000 ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου 30 τόνων CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.)

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν μηχανικές κατασκευές ικανές να συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, να τη μετατρέπουν σε αξιοποιήσιμη (θερμική, ψυκτική ή ηλεκτρική), να αποθηκεύουν τμήμα αυτής και να τη διανέμουν προς χρήση.

*Εικόνα 5. 1*



Ο ηλιακός θερμοσίφωνας αποτελεί ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα υγρού που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία. Χρησιμοποιείται ευρύτατα στις χώρες που έχουν μεγάλη ηλιοφάνεια, όπως στις χώρες της Μεσογείου και στην Ελλάδα και αποτελεί μία από τις σημαντικότερες μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας. Ενδεικτικά, σε μία τυπική οικιακή εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα, στην Ελλάδα, η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας είναι 1400kWh, Η ενέργεια αυτή αντιστοιχεί στο 70% των ετήσιων αναγκών μιας τετραμελούς οικογένειας σε θερμό νερό.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσίφωνα επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Το *τμήμα συλλογής* (οι ηλιακοί συλλέκτες ,η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας, , που είναι στην ουσία εναλλάκτες θερμότητας,)
- Το *τμήμα αποθήκευσης* (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια λίγα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξεριστικά.

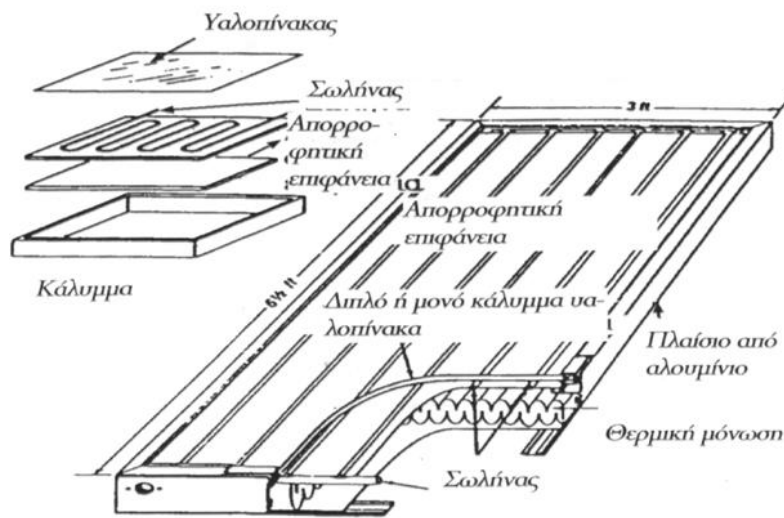


## 5.2. ΕΙΔΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ

Υπάρχουν διάφορα είδη ηλιακών συλλεκτών.

- **Επίπεδος συλλέκτης**

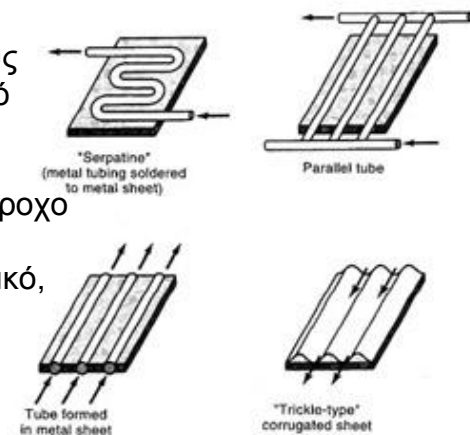
Διαθέτει μία επίπεδη απορροφητική επιφάνεια, από νικέλιο ή χαλκό, μαύρη και ματ, με επικάλυψη ειδικού απορροφητικού υλικού, έτσι ώστε να έχει υψηλό συντελεστή θερμικής εκπομπής και να απορροφά το μέγιστο της ηλιακής ακτινοβολίας, σε ποσοστό 90-95%



Εικόνα 5. 2

Η επίπεδη επιφάνεια βρίσκεται σε επαφή με τους αγωγούς του υγρού που μεταφέρει τη συλλεγόμενη θερμότητα από το συλλέκτη στη δεξαμενή αποθήκευσης.

Το σύστημα αυτό περιέχεται σε ένα αεροστεγές και αδιάβροχο πλαίσιο, το οποίο είναι καλυμμένο από την πλευρά του ηλίου με απλό ή διπλό γυαλί ή διαφανές ανθεκτικό πλαστικό, πάχους 3-4 mm και συντελεστή διαπερατότητας 91%, και από την άλλη με θερμομονωτικό υλικό. Το πλαίσιο αυτό ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον.



Εικόνα 5. 3

Ο επίπεδος συλλέκτης εξασφαλίζει τη θέρμανση του νερού. Η μέγιστη θερμοκρασία που μπορούμε να πετύχουμε με αυτούς είναι 150°C, ενώ η συνήθης περιοχή λειτουργίας είναι 40-100°C. Έχει απλή κατασκευή, μικρό κόστος και εύκολη συντήρηση. Εκμεταλλεύεται τη ολική ακτινοβολία, δηλαδή άμεση, διάχυτη και ανακλώμενη.

Στους θερμοσίφωνες κατοικιών οι επίπεδοι συλλέκτες χρησιμοποιούνται κατά κόρον, για παραγωγή ζεστού νερού αλλά και θέρμανση χώρου. Μπορούν επιπλέον να χρησιμοποιηθούν σε διάφορες εφαρμογές, όπως εγκαταστάσεις κλιματισμού και παραγωγής θερμότητας για βιομηχανική χρήση.



Το υγρό που μεταφέρει τη θερμότητα είναι νερό.

Για τη μεγιστοποίηση της απορροφούμενης ακτινοβολίας του συλλέκτη, είναι σημαντικός ο προσανατολισμός του και η γωνία κλίσης του.

Οι συλλέκτες έχουν προσανατολισμό προς τον ισημερινό, επομένως προς το νότο για το βόρειο ημισφαίριο, και κλίση που μεγιστοποιεί την προσπίπτουσα ακτινοβολία, ανάλογα με την περίοδο χρησιμοποίησής τους.

Η κλίση της συλλεκτικής επιφάνειας δεν είναι πάντα αυτή που εξασφαλίζει τη μέγιστη ετήσια προσπίπτουσα ακτινοβολία. Αυτό συμβαίνει γιατί το φορτίο μιας εφαρμογής μπορεί να μην εξυπηρετείται όλο το χρόνο.

Για χειμερινή λειτουργία, π.χ. θέρμανση χώρου επιλέγεται κλίση  $10^\circ$  έως  $15^\circ$  μεγαλύτερη από το γεωγραφικό πλάτος, ενώ για καλοκαιρινή λειτουργία, π.χ. παραγωγή νερού σε θερινές εγκαταστάσεις  $-10^\circ$  έως  $-15^\circ$  από το γεωγραφικό πλάτος. Για λειτουργία θέρμανσης νερού όλο το χρόνο η κλίση είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος και για εφαρμογές ψύξης  $-10^\circ$  από το γεωγραφικό πλάτος.

Επομένως, για την Ελλάδα που βρίσκεται σε βόρειο γεωγραφικό πλάτος  $35-41^\circ$ , ο συλλέκτης του θερμοσίφωνα έχει κατεύθυνση προς το νότο και κλίση γύρω στις  $45^\circ$ .

### • Συλλέκτης κενού

Οι συλλέκτες κενού έχουν παρόμοια αρχή λειτουργίας με τους επίπεδους συλλέκτες. Η απορροφητική επιφάνεια στην περίπτωση αυτή είναι ένα κυλινδρικό μαύρο γυαλί στο εσωτερικό του οποίου βρίσκονται οι αγωγοί θερμότητας. Ο γυάλινος κύλινδρος περιβάλλεται από έναν άλλο κύλινδρο. Μεταξύ τους δημιουργείται κενό για την εξάλειψη των απωλειών αγωγιμότητας και συναγωγής.

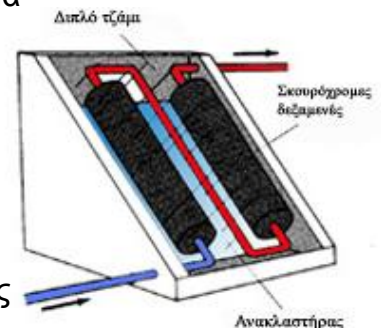


Εικόνα 5. 4

Οι συλλέκτες κενού εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία από όλες τις γωνίες, σε αντίθεση με τους επίπεδους συλλέκτες. Το υλικό επικάλυψης του συλλέκτη είναι τέτοιο ώστε να προκαλεί μέγιστη απορρόφηση των ηλιακών ακτίνων και ελάχιστες απώλειες επανεκπομπής (2-3% απώλειες ακτινοβολίας).

Έχουν ελάχιστες απώλειες θερμότητας, μόνο από ακτινοβολία, καθώς το κενό μεταξύ των δύο κυλίνδρων προσφέρει σχεδόν τέλεια μόνωση. Ο συλλέκτης μπορεί να έχει θερμοκρασία 95 βαθμών και το τζάμι θερμοκρασία περιβάλλοντος (μηδενικές απώλειες θερμότητας αγωγής και μεταφοράς).

Επομένως, είναι ιδανικοί για ψυχρά κλίματα.



Εικόνα 5. 5

Χρειάζονται λίγο χώρο, είναι εύκολη η εγκατάστασή τους, διαρκούν τουλάχιστον 20 χρόνια χωρίς συντήρηση και μπορούν να αναπτύξουν υψηλές θερμοκρασίες. Το υψηλό κόστος τους, όμως, και οι υψηλές θερμοκρασίες τους καθιστούν κατάλληλους για τη θέρμανση νερού οικίες, ειδικά στο Μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας. Ενδείκνυνται κυρίως σε εφαρμογές που απαιτείται νερό σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως στη βιομηχανία καθώς και σε ψυχρά κλίματα. Χρησιμοποιείται επίσης τον ηλιακό κλιματισμό

- **Συγκεντρωτικός συλλέκτης**

Είναι παραβολικός ή κυλινδρικός συλλέκτης με εσωτερική ανακλαστική επιφάνεια ο οποίος διαθέτει μηχανισμό που του επιτρέπει να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου, επομένως εκμεταλλεύεται μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας.

Έχει, όμως, πολύ υψηλό κόστος, για αυτό χρησιμοποιείται ελάχιστα στις κτιριακές εφαρμογές. Χρησιμοποιείται σε εφαρμογές όπου απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες, όπως η παραγωγή ατμού για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Είναι κατάλληλος για κλίματα με μεγάλα ποσοστά ημερι με καθαρό ουρανό.



*Εικόνα 5. 6*

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξειδωτή. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Για τη συνεχή κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου, συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

Η θέση της δεξαμενής αποθήκευσης σε σχέση με τον ηλιακό συλλέκτη, καθορίζει αν θα γίνεται φυσική ή εξαναγκασμένη (δηλ. με αντλία) κυκλοφορία του νερού ανάμεσα στον συλλέκτη και την δεξαμενή.

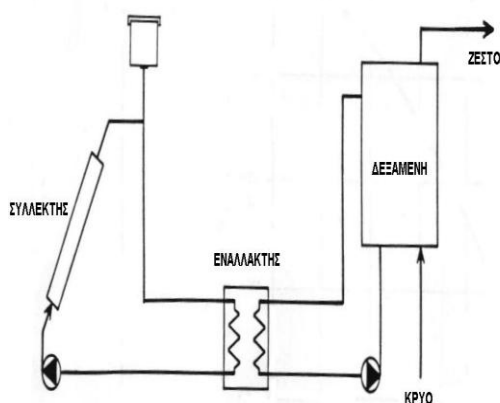
Στο σύστημα με φυσική κυκλοφορία, η δεξαμενή αποθήκευσης βρίσκεται υποχρεωτικά υψηλότερα από τον συλλέκτη, έτσι ώστε το νερό που θερμαίνεται στον συλλέκτη να ανεβαίνει (λόγω μικρότερου ειδικού βάρους) στην δεξαμενή, ενώ το ψυχρότερο (και βαρύτερο) νερό της δεξαμενής κατεβαίνει για θέρμανση στον συλλέκτη.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

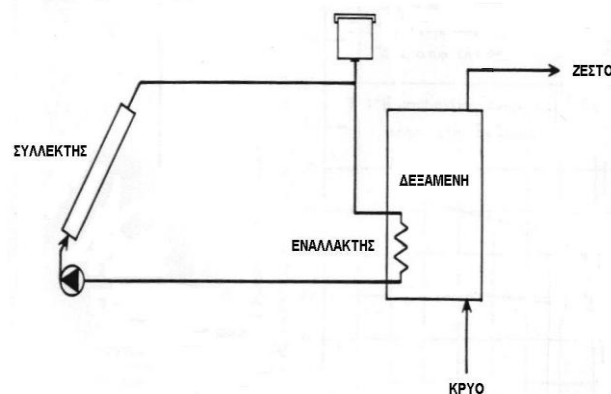
Στο σύστημα με εξαναγκασμένη κυκλοφορία δεν υπάρχει αυτός ο περιορισμός και η δεξαμενή μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε θέση. Η κυκλοφορία εξασφαλίζεται με κυκλοφορητή, ο οποίος τίθεται σε λειτουργία αυτόματα μόνον όταν η θερμοκρασία νερού στον συλλέκτη είναι μεγαλύτερη από την θερμοκρασία του νερού στο κάτω μέρος της δεξαμενής. Αυτό προϋποθέτει διαφορικό θερμοστάτη και βαλβίδα αντεπιστροφής (για την αποφυγή της αντιστροφής της ροής κατά την διάρκεια της νύχτας), που μαζί με τον κυκλοφορητή ανεβάζει το συνολικό κόστος του συστήματος.

Στα συστήματα παραγωγής ζεστού νερού το ρευστό του συλλέκτη είναι συνήθως υγρό. Το υγρό αυτό μπορεί να είναι το ίδιο το νερό της κατανάλωσης, οπότε πρόκειται για συστήματα **ανοικτού κυκλώματος**, ή να είναι το μέσο μεταφοράς της θερμότητας στο νερό χρήσης, οπότε μιλάμε για συστήματα **κλειστού κυκλώματος**. Στη δεύτερη περίπτωση η μεταφορά της θερμότητας στο νερό χρήσης γίνεται με εναλλάκτη θερμότητας

Όταν υπάρχει εναλλάκτης το ρευστό στο κύκλωμα του συλλέκτη μπορεί να είναι αέρας.



Σχήμα 5.1. Σύστημα θέρμανσης νερού ανοικτού κυκλώματος



Σχήμα 5.2. Σύστημα θέρμανσης νερού κλειστού κυκλώματος

Τα συστήματα της πρώτης κατηγορίας είναι πιο απλά και επομένως πιο φθηνά. Ωστόσο παρουσιάζουν κάποια προβλήματα, το κυριότερο των οποίων είναι ότι υπάρχει κίνδυνος το νερό που κυκλοφορεί στους συλλέκτες να παγώσει, σε περιοχές που η θερμοκρασία πέφτει κάτω από τους 0°C. Παράλληλα μπορεί να προκληθούν επικαθίσεις αλάτων στα τοιχώματα των σωληνώσεων, με αποτέλεσμα τη μείωση του συντελεστή μετάδοσης της θερμότητας.

Τα συστήματα της δεύτερης κατηγορίας είναι πιο πολύπλοκα, γι' αυτό και παρουσιάζουν περισσότερα τεχνικά προβλήματα. Λόγω των πιέσεων που αναπτύσσονται εξαιτίας της διαστολής του υγρού, υπάρχει η ανάγκη ενός δοχείου διαστολής, ενώ λόγω του κινδύνου των φυσαλίδων αέρα προστίθεται βαλβίδα εξαερισμού. Σύνθηες είναι ακόμα το πρόβλημα να υπάρχει μια διαρροή στο πρωτεύον κύκλωμα, αν δεν έχει γίνει προσεκτικά η εγκατάσταση, οπότε χρειάζεται συμπλήρωση του υγρού.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

Το βασικότερο πλεονέκτημα αυτών των συστημάτων είναι ότι μπορούν να εγκατασταθούν άνετα σε περιοχές με πολύ κρύο χειμώνα, καθώς το υγρό του πρωτεύοντος κυκλώματος μπορεί να συνδυαστεί με κάποιο αντιψυκτικό ή το ίδιο το υγρό κυκλοφορίας να είναι αντιψυκτικό, ενώ μπορούν να προστεθούν αντιδιαβρωτικά

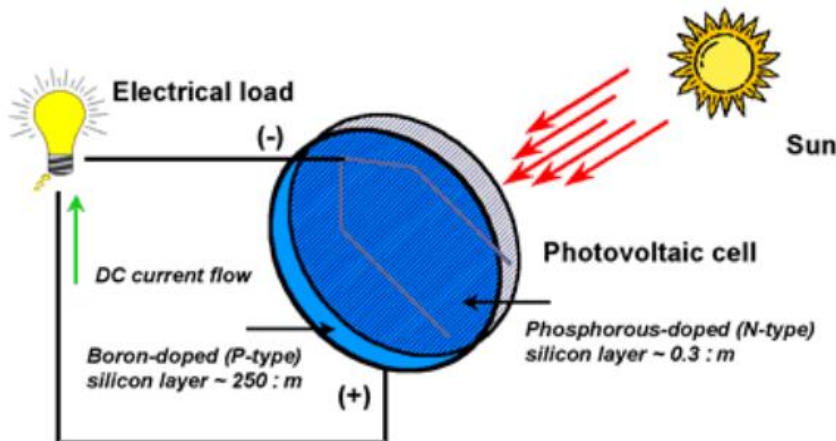
## 6. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

### 6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα φωτοβολταικά συστήματα αποτελούν διατάξεις άμεσης μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Αποτελούν μια πολλά υποσχόμενη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, ειδικά στην Ελλάδα, καθώς παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα με μοναδικό αναλώσιμο την ηλιακή ενέργεια, η οποία είναι άφθονη στη χώρα μας,, χωρίς την κατανάλωση ορυκτών πόρων και τη ρύπανση του περιβάλλοντος,

### 6.2. ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

Τα φωτοβολταικά πλαίσια απαρτίζονται από φωτοβολταικά στοιχεία (κυψέλες), των οποίων η λειτουργία βασίζεται στο φωτοβολταικό φαινόμενο.



Σχήμα 6. 1

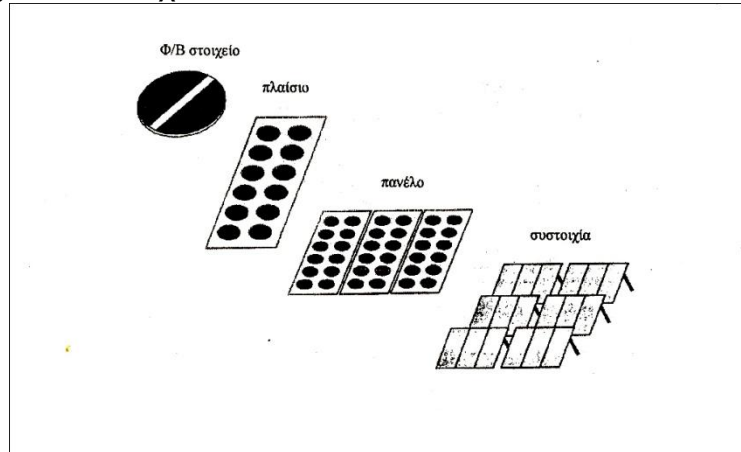
Το τυπικό φωτοβολταικό στοιχείο κατασκευάζεται από πυρίτιο (Si). Συγκεκριμένα πρόκειται για την επαφή ενός λεπτού στρώματος ημιαγωγού Si τύπου n και ενός παχύτερου στρώματος ημιαγωγού Si τύπου p που αποτελεί τη βάση του στοιχείου. (Οι ημιαγωγοί τύπου p και n κατασκευάζονται νοθεύοντας το πυρετό με Βόριο (B) η Φωσφόρο (Ph) αντίστοιχα. Ο ημιαγωγός πυριτίου τύπου p έχει καλύτερης ποιότητας κρύσταλλο από τον τύπου n για την ίδια συγκέντρωση προσμίξεων γι αυτό το τοποθετείται στην πλευρά του φωτοβολταικού όπου δεν προσπίπτει η φωτεινή ακτινοβολία και στην οποία συντελείται το μεγαλύτερο μέρος της φωτοδημιουργίας.)

Στην εμπρόσθια και την οπίσθια όψη του φωτοβολταικού στοιχείου, κατασκευάζονται μεταλλικές επαφές (αρνητικό και θετικό ηλεκτρόδιο αντίστοιχα) , οι οποίες συνδέονται σε σειρά ή παράλληλα κατά την τοποθέτηση των στοιχείων στο φωτοβολταικό πλαίσιο, ενώ η εμπρόσθια όψη είναι καλυμμένη με

αντιανακλαστικό επίστρωμα, για μέγιστη απορροφητικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας και από διαφανές προστατευτικό υλικό, γυαλί ή πλαστικό.

Η τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων είναι περίπου 0,5V και η ισχύς 1W.

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (cells) συνδέονται, σχηματίζοντας πλαίσια (modules). Το πλαίσιο είναι η μονάδα Φ/Β που διατίθεται στο εμπόριο. Τα πλαίσια συνδυαζόμενα σχηματίζουν Φ/Β πάνελ (panel). Περισσότερα πάνελα σχηματίζουν συστοιχία Φ/Β.



Σχήμα 6. 2

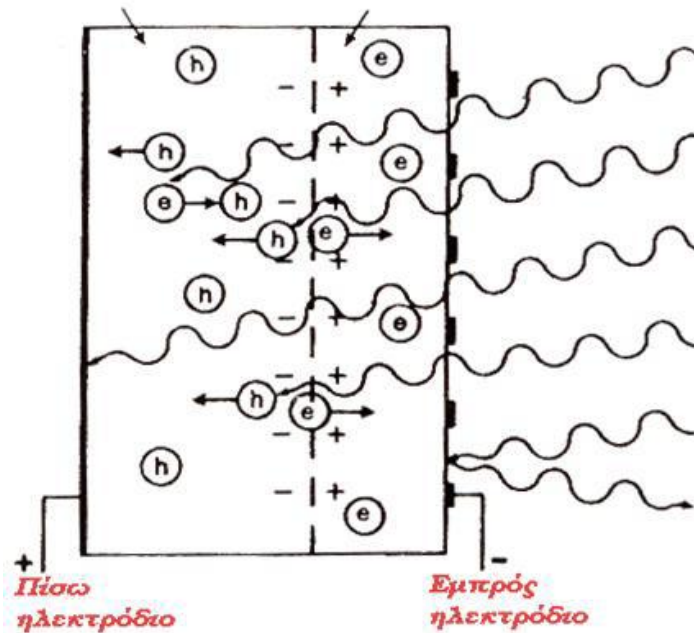
Το φωτοβολταϊκό στοιχείο έχει ισχύ περίπου 1 W και τάση 1.5V , ενώ το πλαίσιο ισχύ περίπου 50 W και τάση 12V.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό ενός Φ/Β πλαισίου είναι η μέγιστη αποδιδόμενη ισχύς ,που ονομάζεται ισχύς αιχμής  $P_p(W_p)$  ή peak power και προσδιορίζεται για ένταση ηλιακής ακτινοβολίας  $1kW/m^2$  και θερμοκρασία στοιχείου  $25oC$ .

Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία η αποδιδόμενη ισχύς μειώνεται κατά 0,4% για κάθε βαθμό κελσίου πάνω από τους  $25oC$ .



6.3. ΤΟ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ



Σχήμα 6. 3

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839.

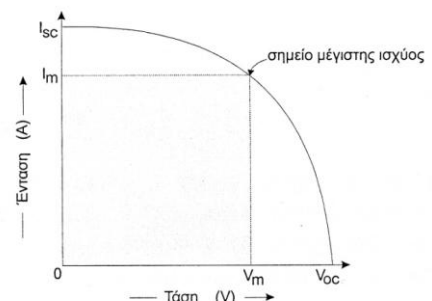
Στο στρώμα τύπου n υπάρχουν ελεύθερα ηλεκτρόνια ενώ στο στρώμα τύπου p οπές.

Οπότε, όταν τα αρχικά ηλεκτρικώς ουδέτερα στρώματα ημιαγωγών ενωθούν, ηλεκτρόνια από τον ημιαγωγό τύπου n μεταφέρονται στον ημιαγωγό τύπου p επανασυνδεόμενα με τις οπές. Το αποτέλεσμα είναι στην περιοχή της ένωσης να δημιουργείται διαφορά δυναμικού όπως στο σχήμα(περίπου 0.5eV)

Κατά την πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στο Φ/Β στοιχείο, κάθε φωτόνιο που διαθέτει ενέργεια μεγαλύτερη του ενεργειακού διακένου του πυριτίου Si (1,1eV) μπορεί να απορροφηθεί από ένα άτομο πυριτίου και να διασπάσει ένα χημικό δεσμό, δημιουργώντας ένα ζεύγος οπής-ηλεκτρονίου. Αν αυτοί οι φορείς βρεθούν στην περιοχή της ένωσης p-n διαχωρίζονται υπό την επίδραση του δυναμικού με το ηλεκτρόνιο κατευθυνόμενο στον ημιαγωγό τύπου n και την οπή στον ημιαγωγό τύπου p.

Κατ'αυτόν τον τρόπο δημιουργείται φωτόρρευμα.

Η μέγιστη ισχύς του φωτοβολταϊκού στοιχείου προσδιορίζεται από τη γραφική παράσταση I-V.



Διάγραμμα 6. 1

### 6.4. ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Ο βαθμός απόδοσης του φωτοβολταϊκού πλαισίου ισούται με το λόγο της μέγιστης ηλεκτρικής ισχύος που παράγει το φωτοβολταϊκό πλαίσιο ( $P_{max}$ ) προς την ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχεται στην επιφάνεια του  $A$  και δίνεται από τον τύπο :

$$\eta = \frac{P_{max}(W)}{H\left(\frac{W}{m^2}\right)*A(m^2)}$$

όπου  $H$ : η πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει στην επιφάνεια του  $\Phi/B$  πλαισίου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης είναι οι εξής:

- Θερμοκρασία

Με αύξηση της θερμοκρασίας μειώνεται η απόδοση του  $\Phi/B$ .

- Σκόνη που επικάθεται στο  $\Phi/B$ .
- Το είδος των φωτονίων ου προσπίπτουν.

Καθαρότερη UV ακτινοβολία συνεπάγεται καλύτερη απόδοση.

- Η ποιότητα του γυαλιού που καλύπτει το  $\Phi/B$

Δεν πρέπει να παρουσιάζει μεγάλη απορρόφηση στην περιοχή της UV ακτινοβολίας

- Η κλίση του φωτοβολταϊκού πάνελ
- Η σκουριά που αναπτύσσεται στα σημεία επαφής των αντιστάσεων.

Η σκουριά μειώνει το βαθμό απόδοσης

- Το είδος των καλωδιώσεων.



## 6.5. ΕΙΔΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

Υπάρχουν διάφορα είδη φωτοβολταϊκών στοιχείων , ανάλογα με τη μορφή του πυριτίου, με διαφορετικά χαρακτηριστικά συμπεριλαμβανόμενος και ο βαθμός απόδοσης.

Το πυρίτιο απαντάται σε τρεις μορφές

1. Μονοκρυσταλλικό
2. Πολυκρυσταλλικό και
3. Άμορφο

Αντίστοιχα κατασκευάζονται Φωτοβολταϊκά στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου, πολυκρυσταλλικού και άμορφου.

*Εικόνα 6. 1*

### 1) Φωτοβολταϊκό κύτταρο μονοκρυσταλλικού πυριτίου

Το Φ/Β στοιχείο μονοκρυσταλλικού πυριτίου είναι το καταλληλότερο για Φ/Β εγκαταστάσεις από άποψη απόδοσης αξιοπιστίας και σταθερότητας, λόγω της ομοιόμορφης κρυσταλλικής δομής του. Η απόδοση του σε βιομηχανική μορφή κυμαίνεται στο 15-16%,20% το πολύ, ενώ σε εργαστηριακό επίπεδο φτάνει το 24%.

Το βασικό μειονέκτημά του είναι ότι παρουσιάζει υψηλότερο κόστος κατασκευής, καθώς απαιτείται κρύσταλλος πολύ υψηλής καθαρότητας και μεγαλύτερη ποσότητα υλικού, λόγω του πάχους του στοιχείου. Το πάχος της φέτας δεν μπορεί να είναι λιγότερο από 200 μμ, καθώς υπάρχει κίνδυνος θραύσης κατά την κοπή και την επεξεργασία. Ο κρύσταλλος έχει χρώμα σκούρο μπλε και ομοιόμορφο σχηματισμό, ενώ τα κύτταρα του φωτοβολταϊκού παρουσιάζουν το σχήμα της εικόνας ,το οποίο οφείλετε στη μέθοδο κατασκευής του.

Παρασκευάζεται με την μέθοδο Czochralski και τη μέθοδο επιπλέουσας ζώνης και τεμαχίζεται σε φέτες (wafers) πάχους 200-400 μμ

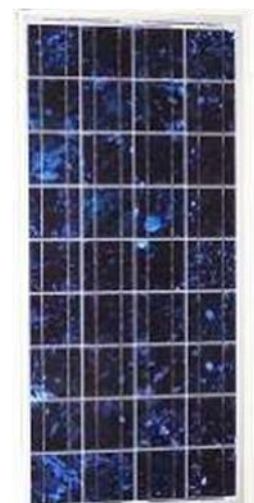


### 2) Φωτοβολταϊκό κύτταρο πολυκρυσταλλικού πυριτίου

*Εικόνα 6. 2*

Η απόδοση των πολυκρυσταλλικών Φ/Β στοιχείων είναι μικρότερη από την απόδοση των μονοκρυσταλλικών αλλά μεγαλύτερη από του άμορφου πυριτίου. Κυμαίνεται στο 10-14% σε μορφή πλαισίου και 17-20% εργαστηριακά.

Το πολυκρυσταλλικό πυρίτιο αποτελείται από επιμέρους μονοκρυσταλλικές περιοχές.(Σ αυτό οφείλεται και το χαρακτηριστικό ιριδίζον χρώμα του κρυστάλλου.) Τα όριά τους αποτελούν θέσεις παγίδευσης των φορέων. Όσο μικρότερο είναι το συνολικό μήκος των οριακών περιοχών και μεγαλύτερες οι



διαστάσεις των μονοκρυσταλλικών περιοχών τόσο υψηλότερη είναι η απόδοση των φωτοβολταϊκών κυττάρων.

Οι βασικότερες τεχνολογίες παραγωγής είναι η μέθοδος απ' ευθείας στερεοποίησης, η ανάπτυξη λιωμένου πυριτίου ("χύτευση"), και η ηλεκτρομαγνητική χύτευση EMC.

Η παραγωγή τους είναι λιγότερο δαπανηρή από του μονοκρυσταλλικού πυριτίου ενώ παράλληλα παρουσιάζουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή και μπορούν να κοπούν σε φέτες (wafers) μεγαλύτερου πάχους.

### **3) Φωτοβολταϊκό κύταρο άμορφου πυριτίου**

Τα Φ/Β άμορφου πολυκρυσταλλικού πυριτίου παρουσιάζουν αισθητά χαμηλότερη απόδοση η οποία κυμαίνεται για το πλαίσιο από 6 έως 8% ενώ στο εργαστήριο έχει επιτευχθεί απόδοση μέχρι 14%. Η χαμηλή τους απόδοση απαιτεί μεγαλύτερη επιφάνεια κάλυψης σε σχέση με τα πολυκρυσταλλικά Φ/Β. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι η μικρή διάρκεια εγγύησης που δίνουν οι κατασκευαστές. Ωστόσο το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει χαρακτηριστικά που το καθιστούν κατάλληλο για την κατασκευή Φ/Β στοιχείων. Το ενεργειακό του διάκενο κυμαίνεται από 1.2 μέχρι 1.6 eV , μεγαλύτερο δηλαδή από τα 1.1 eV που είναι το ενεργειακό διάκενο του κρυσταλλικού πυριτίου. Η μεγαλύτερη απορρόφηση του έχει ως αποτέλεσμα τη χρήση λεπτότερου στρώματος ημιαγωγού, μειώνοντας έτσι το κόστος του Φ/Β κυττάρου.

Επιπλέον το α-Si παρασκευάζεται με σχετικά ανέξοδες μεθόδους το κρυσταλλικό Si, π.χ. με συμπύκνωση των προϊόντων θερμικών αέριων πυριτιούχων ενώσεων ή με εναπόθεση πυριτίου πάνω σε υπόστρωμα υποστήριξης, χαμηλού κόστους όπως γυαλί ή αλουμίνιο.

Δύο ακόμη πλεονεκτήματα του άμορφου πυριτίου είναι η μικρότερη εξάρτηση της απόδοσης του από τη θερμοκρασία καθώς και η αξιοποίηση της απόδοσης του σε σχέση με τα κρυσταλλικά ΦΒ, όταν υπάρχει διάχυτη ακτινοβολία (συννεφιά).

*Εικόνα 6. 3*



Για τα στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου η ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας είναι της τάξης των 100Wp/m<sup>2</sup>.

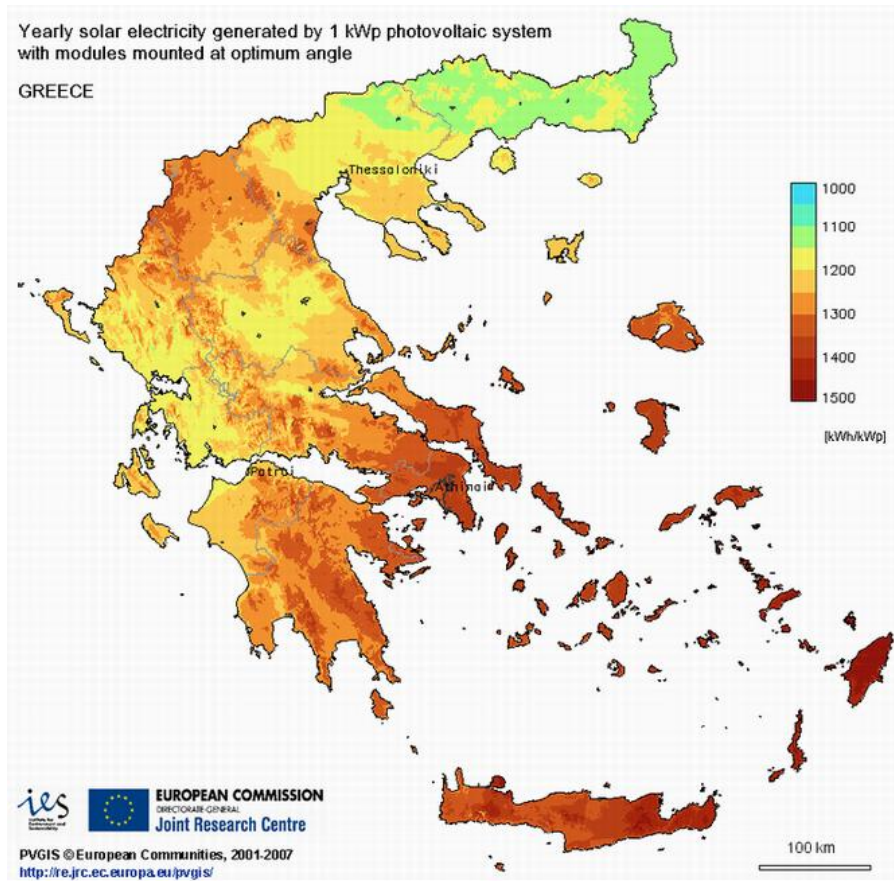
Για το αντίστοιχο στοιχείο άμορφου πυριτίου η τιμή είναι 2,5 φορές μικρότερη.

Στην Ελλάδα, το 80% περίπου των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών είναι κρυσταλλικού πυριτίου.

## 6.6. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα οφέλη από την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στην Ελλάδα είναι πολλά.

- Κατ' αρχάς, αξιοποιείται μια εγχώρια και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία βρίσκεται σε αφθονία, όπως φαίνεται και από το χάρτη ηλιακού δυναμικού (Εικόνα 6.4)



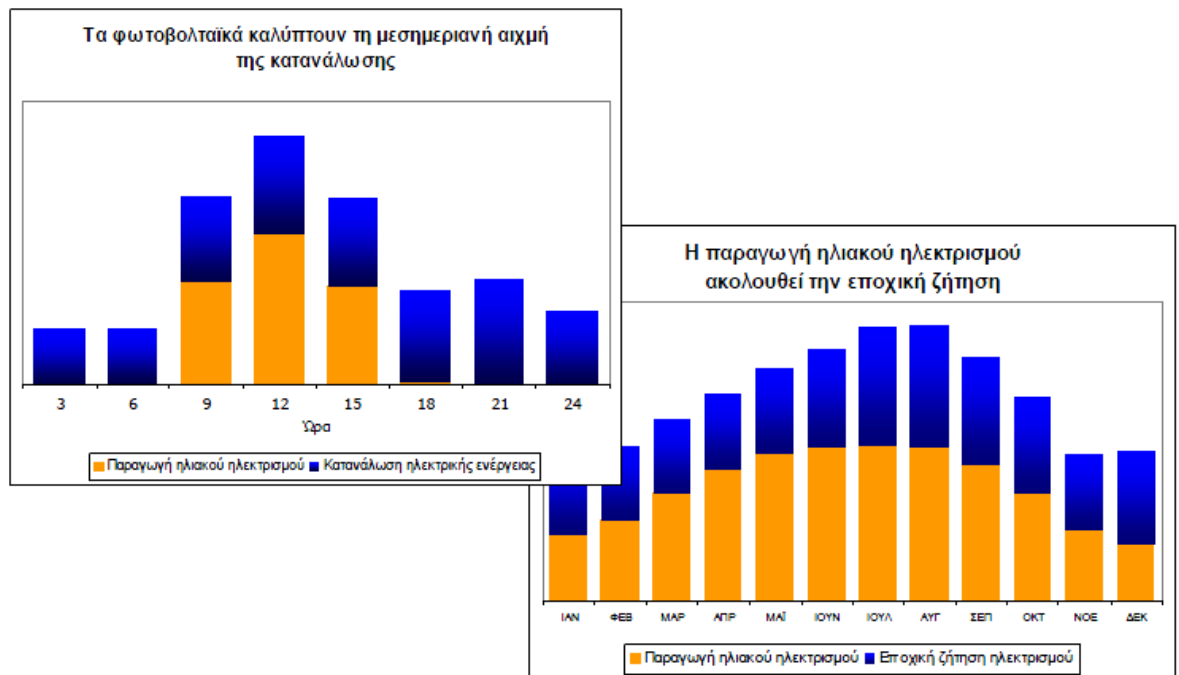
Εικόνα 6. 4

- Ως εκ τούτου, μέρος της καταναλισκόμενης ενέργειας καλύπτεται από την ηλιακή ενέργεια και όχι από ορυκτά καύσιμα.
- Η μέγιστη απόδοση του φωτοβολταϊκού συστήματος παρατηρείται τις μεσημβρινές ώρες, όταν δηλαδή παρουσιάζεται το φορτίο αιχμής στο δίκτυο, ιδιαίτερα κατά τη θερινή περίοδο. Κατ' αυτόν τον τρόπο ενισχύεται το ηλεκτρικό δίκτυο, μειώνοντας την αναγκαία εγκατεστημένη ισχύ, συμβάλλοντας έτσι έμμεσα στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- Στα νησιά, η αιχμή της παραγωγής(ς) τους συμπίπτει με την αιχμή ζήτησης του φορτίου, το καλοκαίρι.
- Τα φωτοβολταϊκά μπορεί να είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο, ή να τροφοδοτούν αυτόνομα συστήματα. Η διεσπαρμένη παραγωγή ενέργειας, η παραγωγή της, δηλαδή, στον τόπο κατανάλωσης της, έχει ως αποτέλεσμα

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

τη μείωση των απωλειών μεταφοράς, και άρα στην εξοικονόμηση της ενέργειας.

- Εξοικονόμηση ενέργειας, όπως έχει ήδη αναφερθεί, συνεπάγεται και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> και άρα μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος, καθώς η συμβατική ενέργεια αντικαθίσταται από «πράσινη» μη ρυπογόνο ενέργεια.



Διάγραμμα 6. 2

Έναντι άλλων μεθόδων παραγωγής πράσινης ενέργειας...

- Τα φωτοβολταϊκά συστήματα, μπορούν να προσαρμοστούν σε όλες τις απαιτήσεις μεγέθους και ζήτησης ισχύος.
- Μπορούν να λειτουργήσουν παράλληλα με άλλα συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας
- Μπορούν, επίσης, να παράγουν ενέργεια σε περιοχές όπου δεν υπάρχει άλλος τρόπος παραγωγής της, αφού δεν είναι αναγκαίο, για τη λειτουργία τους, να είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο ή με κάποιο άλλο σύστημα.
- Έχουν μικρό κόστος λειτουργίας και συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, τουλάχιστον 20 χρόνια
- Λειτουργούν σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών και κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες.
- Αθόρυβη λειτουργία
- Σύμφωνα με τις ισχύουσες δεσμεύσεις της ΔΕΗ, η πώληση της ενέργειας στη ΔΕΗ από τα συνδεδεμένα στο δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα των κατοικιών, έχει ως αποτέλεσμα την απόσβεση των εξόδων εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών σε 6-7 χρόνια περίπου. Αποτελεί δηλαδή για τον ιδιώτη κερδοφόρα επένδυση.

Τα μειονέκτημα της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών, είναι η μη συνεχόμενη παραγωγή ενέργειας από το σύστημα, πχ κατά τη διάρκεια της νύχτας, και προβλήματα στην αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας, πχ ακριβοί συσσωρευτές. Επίσης το κόστος είναι ακόμη αρκετά υψηλό, λόγω της ενεργοβόρας διαδικασίας παραγωγής του πυριτίου. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η επένδυση εγκατάστασης φωτοβολταϊκών αποσβάζεται σε 7 χρόνια το πολύ.

### **6.7. ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ**

Οι κυριότερες κατηγορίες φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι οι εξής.

- **Καταναλωτικά προϊόντα (1mWp-100Wp)**  
Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε καταναλωτικά προϊόντα και άλλες εφαρμογές μικρής ισχύος, όπως υπολογιστές τσέπης, φακοί, τροχόσπιτα, φωτισμός κήπων κτλ
- **Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100Wp-200kWp)**  
Χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση κατοικιών και μικρών οικισμών που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο, ιερών μονών, για τον εξωτερικό φωτισμό (δρόμων, πάρκων κτλ), σε συστήματα τηλεπικοινωνιών και σηματοδότησης οδικής κυκλοφορίας και για την αφαλάτωση την άντληση και τον καθαρισμό του νερού.
- **Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα οικιακού τομέα(1.5kWp-20kWp)**  
Χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση κατοικιών, οι οποίες είναι ήδη συνδεδεμένες στο δίκτυο, και είναι τα συστήματα τα οποία θα αναλυθούν εκτενέστερα στη συνέχεια. Αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας αγοράς Φ/Β. Τοποθετούνται στην οροφή ή στους εξωτερικούς τοίχους των κατοικιών. Η πλεονάζουσα ενέργεια που παράγεται τροφοδοτεί το δίκτυο. Τα Φ/Β οικιακού τομέα πλεονεκτούν έναντι των άλλων γιατί
  - δεν απαιτούν χρήση της γης για την τοποθέτησή τους
  - αποτελούν αποκεντρωμένη παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου άμεσα.
  - Στην περίπτωση αυτή, αποτρέπεται η μεγάλη επιβάρυνση του δικτύου κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, καθώς η μέγιστη παραγόμενη ισχύς από τα Φ/Β συγχρονίζεται με την αιχμή των ψυκτικών φορτίων.
- **Μεγάλα διασυνδεδεμένα στο δίκτυο συστήματα (50 kWp και άνω)**  
Πρόκειται για σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με Φ/Β της τάξεως των kW και MW. Η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.

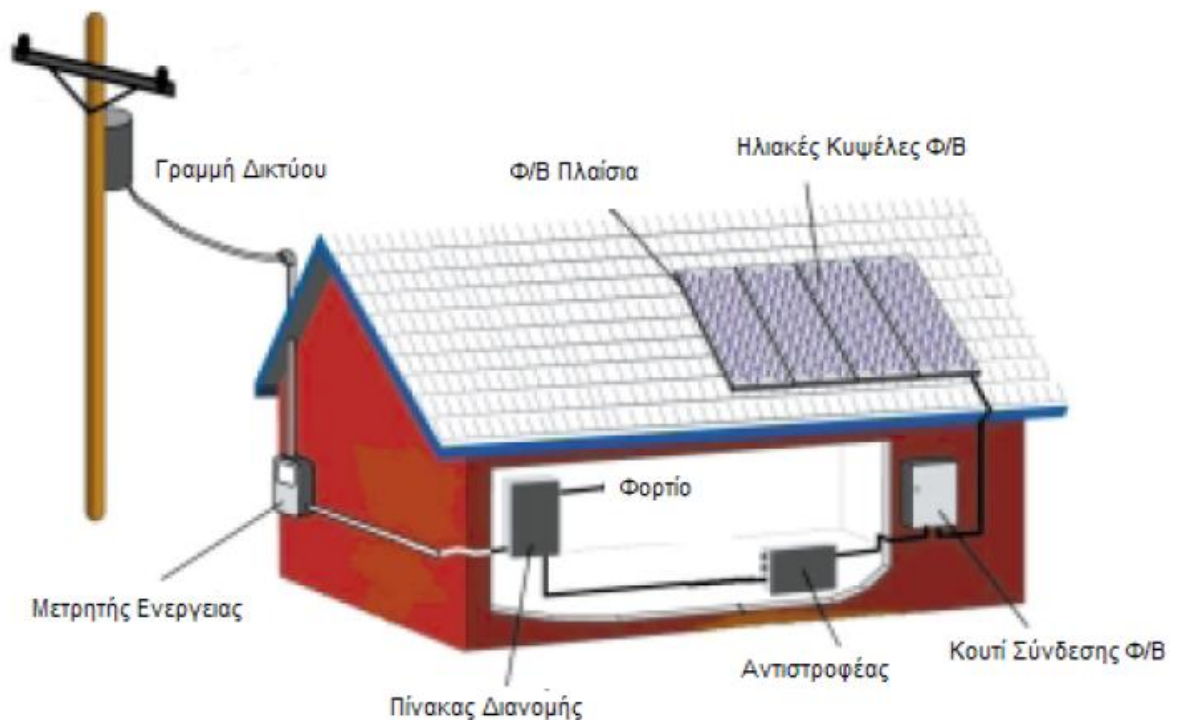


### 6.8. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΛΑΙΣΙΩΝ

Η εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ένα κτίριο μπορεί να γίνει με ενσωμάτωση τους στο κτιριακό κέλυφος ή μη, σε σταθερά στηρίγματα ή στηρίγματα ρυθμιζόμενης κλίσης.

Τα ενσωματωμένα στο κτιριακό κέλυφος φωτοβολταϊκά εξασφαλίζουν εξοικονόμηση χώρου. Τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου, τράτσα ή στέγη, ή ενσωματώνονται στους εξωτερικούς τοίχους αντικαθιστώντας μεγάλες επιφάνειες δομικών υλικών. Νέου τύπου ημιδιαφανή στοιχεία, πχ φωτοβολταϊκά τζάμια, τοποθετούνται στη θέση υαλοπινάκων και σκιάστρων, συνδυάζοντας ηλιοπροστασία και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

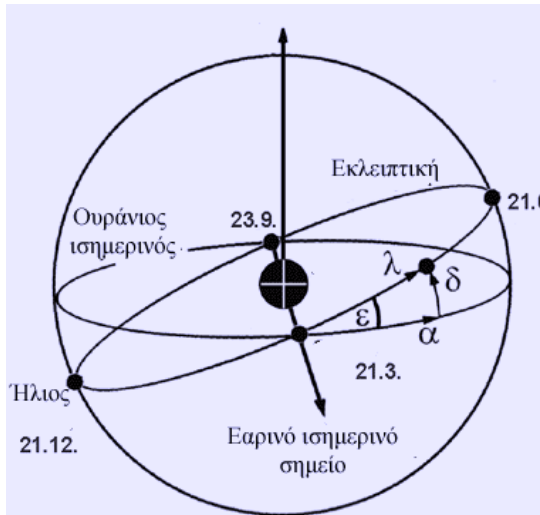
Τα τοποθετημένα στο έδαφος Φ/Β πλαίσια, καταλαμβάνουν μεγαλύτερο χρήσιμο χώρο, όμως προσφέρουν εύκολη πρόσβαση, ιδιαίτερα όταν απαιτείται συντήρηση.



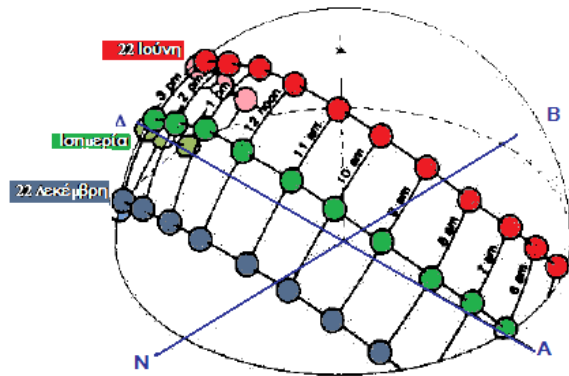
Εικόνα 6. 5

Σημαντικό κατά την εγκατάσταση των Φ/Β πάνελ είναι η επιλογή του προσανατολισμού.

Τα Φ/Β παράγουν τη μέγιστη ισχύ όταν η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει κάθετα σε αυτά.



Σχήμα 6. 5



Σχήμα 6. 4

Όπως φαίνεται και στα ανωτέρω σχήματα, η γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας μεταβάλλεται κατά τη διάρκεια του έτους αλλά και κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Γενικά η γωνία κλίσης των Φ/Β πλαισίων πρέπει να είναι όσο η ηλιακή απόκλιση (γωνία  $\delta$ ). Τα πάνελ που διαθέτουν σύστημα ρυθμιζόμενης κλίσης, μπορούν να ακολουθούν την πορεία του ηλίου και όσον αφορά στα σταθερά πάνελ επιλέγεται η βέλτιστη γωνία όπως θα περιγραφεί εκτενέστερα στη συνέχεια.

### Τρόποι στήριξης και προσανατολισμός των πλαισίων

Τρεις είναι οι κύριοι τρόποι στήριξης των πλαισίων.

- Στήριξη με σταθερή γωνία κλίσης του συλλέκτη
- Εποχιακά ρυθμιζόμενη κλίση
- Συνεχούς ημερήσιας παρακολούθησης ηλιοτρόπιο – trackers

### **Στήριξη με Σταθερή Γωνία Κλίσης του Συλλέκτη**

Είναι ο απλούστερος και οικονομικότερος τρόπος στήριξης αλλά και επίσης ο πιο αξιόπιστος τρόπος που μπορεί να εφαρμοστεί για την τοποθέτηση συλλεκτών καθώς δεν έχει κινητά μέρη και προτείνεται σε μέρη με ισχυρούς ανέμους, π.χ. βουνά.

Επίσης χρησιμοποιείται όταν θέλουμε να ενσωματώσουμε τους συλλέκτες σε κτίρια πχ. προσόψεις, στέγες.

Στη περίπτωση αυτή, για τα φωτοβολταϊκά του οικιακού τομέα, όπου ενδιαφέρει η παραγωγή ενέργειας καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, επιλέγεται να τοποθετηθούν προς το νότο και σε γωνία περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος  $\lambda$  του τόπου (λίγες μοίρες μικρότερη,  $6-8^\circ$  για μικρά γεωγραφικά μήκη). Για την Ελλάδα η κλίση ενδείκνυται να είναι  $28-32^\circ$ .

Εάν πρέπει να καλυφθούν περισσότερο οι χειμερινές ανάγκες για ενέργεια, η καταλληλότερη γωνία είναι  $\beta = \lambda + 15^\circ$ . Ενώ εάν πρέπει να καλυφθούν οι θερινές ανάγκες για ενέργεια, τότε οι συλλέκτες τοποθετούνται με κλίση  $\beta = \lambda - 15^\circ$ .

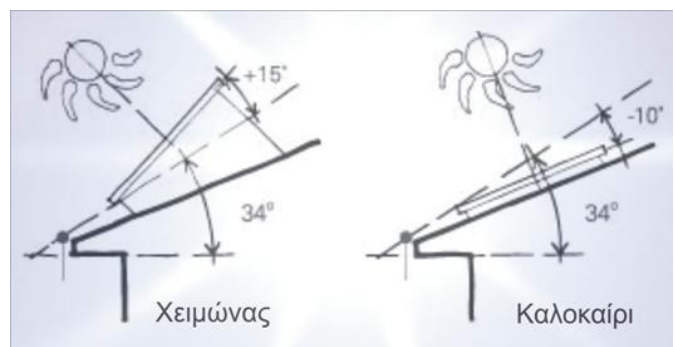
Τα πάνελ πρέπει να τοποθετούνται σε περιοχές με «ανοιχτό ορίζοντα», δηλαδή χωρίς εμπόδια. Σε περιοχές με φυσικά εμπόδια ο συλλέκτης τοποθετείται έτσι ώστε να προκύπτει η μέγιστη ενεργειακή απολαβή.

### Στήριξη με Εποχιακή Ρύθμιση της Κλίσης του Συλλέκτη

Πρόκειται για στηρίγματα τα οποία δίνουν τη δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης τους. Η μηχανολογική κατασκευή είναι σχετικά φθηνή και απλή ώστε όλοι οι χρήστες να μπορούν να κάνουν την εποχιακή ρύθμιση.

Η ρύθμιση του συλλέκτη γίνεται δυο φορές τον χρόνο, μια κατά το χειμερινό εξάμηνο (22 Σεπτεμβρίου - 21 Μαρτίου) και μια κατά το θερινό εξάμηνο (21 Μαρτίου - 22 Σεπτεμβρίου). Η αλλαγή αυτή γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε η κλίση μεταξύ των ακτίνων του ηλίου και της επιφάνειας του συλλέκτη να πλησιάζει όσο το δυνατόν τις  $90^\circ$ .

- Κατά τη χειμερινή περίοδο η καταλληλότερη γωνία κλίσης είναι  $\beta = \lambda + (10^\circ \div 15^\circ)$ .
- Κατά τη θερινή περίοδο η καταλληλότερη γωνία είναι  $\beta = \lambda - (10^\circ \div 15^\circ)$ .



Σχήμα 6. 6

### Συστήματα Συνεχούς Ημερήσιας Παρακολούθησης, Ηλιοτρόπια (trackers)

Πρόκειται για συστήματα ρυθμιζόμενης κλίσης, τα οποία με τον απαραίτητο εξοπλισμό και τα συστήματα αυτοματισμού, επιτυγχάνουν τον συνεχή προσανατολισμό των πλαισίων που προσφέρει τη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας. Διαθέτουν μηχανισμό στροφής γύρω από ένα άξονα ή από δύο άξονες.

Η αποδιδόμενη ισχύς αυξάνεται κατά 30% - 50%, σε σχέση με τους σταθερούς τρόπους στήριξης, αυξάνεται, όμως και το κόστος της εγκατάστασης.



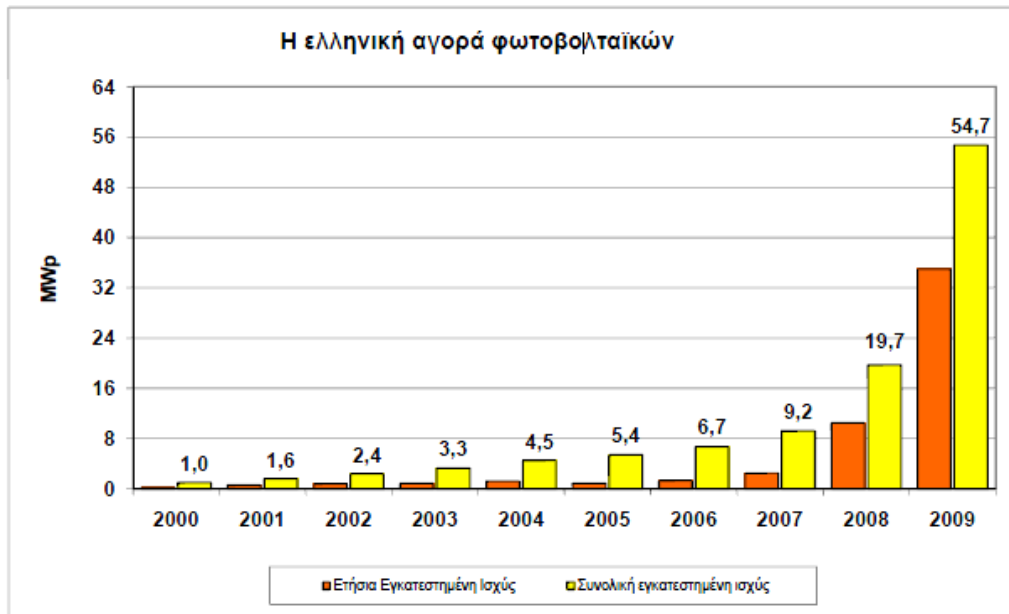
Εικόνα 6. 6

Τα Φ/Β παράγουν συνεχές ρεύμα, γι αυτό πριν τη σύνδεση τους στο δίκτυο παρεμβάλλονται ηλεκτρονικά ισχύος που μετατρέπουν το ρεύμα σε εναλλασσόμενο, καθώς και μετρητής ενέργειας.

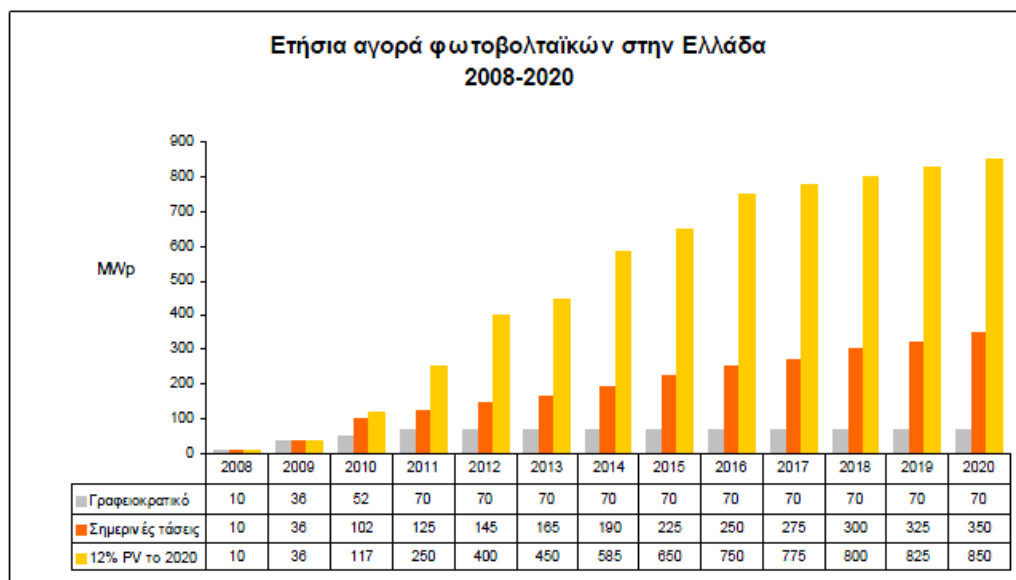


## 6.9. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μεγάλο ενδιαφέρον για την εγκατάσταση Φ/Β. Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς είναι περίπου 54,7ΜWp και αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς, όπως φαίνεται και στο διάγραμμα 6.3.



Διάγραμμα 6. 3



Διάγραμμα 6. 4

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Για την ενίσχυση της εγκατάστασης Φ/Β στον **οικιακό τομέα**, από τον Ιούνιο του 2009, ισχύει με την Κοινή Υπουργική Απόφαση το «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων με μέγιστη απόδοση 10KW» (ΦΕΚ Β' 1079/4.6.2009). Σύμφωνα με το συγκεκριμένο πρόγραμμα, το οποίο θα ισχύσει μέχρι 31.12.2019, ενθαρρύνεται η εγκατάσταση Φ/Β στις στέγες των σπιτιών και η μεταπώληση του παραγόμενου ρεύματος στη ΔΕΗ με ευνοϊκή τιμή πώλησης.

Αναλυτικότερα,

- Στο Πρόγραμμα μπορεί να συμπεριληφθεί κάθε κτίριο το οποίο χρησιμοποιείται ως κατοικία ή για τη στέγαση πολύ μικρών επιχειρήσεων και το οποίο είναι ήδη συνδεδεμένο στο δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ.
- Αφορά στην εγκατάσταση Φ/Β ισχύος έως και 10 kWp, στο δώμα ή τη στέγη του κτιρίου. (Για την εγκατάσταση 10kWp απαιτούνται περίπου 100m<sup>2</sup>)
- Το φωτοβολταϊκό σύστημα συνδέεται στο Δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης. Παρεμβάλλονται διαφορετικά ρολόγια καταμέτρησης της ενέργειας που παράγεται από τα Φ/Β και εκείνης που αγοράζεται από τη ΔΕΗ (καταναλώνεται στο κτίριο)
- Σύμφωνα με Σύμβαση Συμψηφισμού που συνάπτεται μεταξύ κυρίου του φωτοβολταϊκού και ΔΕΗ, η τιμή της παραγόμενης από τα Φ/Β ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο ορίζεται σε 0,55 Ευρώ/kWh (περίπου 7 φορές την τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από τη ΔΕΗ). Η Σύμβαση ισχύει για τα 25 χρόνια, από την υπογραφή της. Η τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 1.1.2012 μέχρι και 31.12.2019.
- Ο κύριος κάτοχος του φωτοβολταϊκού δεν έχει φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο. Έχει όμως την υποχρέωση να φροντίσει ώστε μέρος των θερμικών αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης της ιδιοκτησίας του κυρίου του φωτοβολταϊκού, εφόσον αυτή χρησιμοποιείται για κατοικία, να καλύπτεται με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ενδεικτικά ηλιοθερμικά, ηλιακοί θερμοσίφωνες.
- Για τη σύνδεση φωτοβολταϊκού συστήματος ακολουθείται η εξής διαδικασία
  - Υποβάλλεται αίτηση προς την ΔΕΗ ΑΕ
  - Η ΔΕΗ ΑΕ εξετάζει το αίτημα και προβαίνει εντός είκοσι (20) ημερών σε διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης προς τον ενδιαφερόμενο κύριο του φωτοβολταϊκού
  - Υπογράφεται η Σύμβαση Σύνδεσης μεταξύ κυρίου του φωτοβολταϊκού και ΔΕΗ ΑΕ
  - Κατασκευάζονται τα έργα σύνδεσης από τη ΔΕΗ
  - Υποβάλλεται αίτηση για τη σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού προς τη ΔΕΗ ΑΕ
  - Υποβάλλεται αίτημα προς την ΔΕΗ ΑΕ για την ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος

Επίσης,

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος απαιτείται έγκριση εκτέλεσης εργασιών μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία

Βήματα	Ενέργεια	Φορέας	Κόστος (€)	Χρόνος (μέρες)
	Αίτηση ΔΕΗ, τεχνική μελέτη	Εταιρεία	500 - 1000	1 έως 3
I	Υποβολή αίτησης για προσφορά σύνδεσης	ΔΕΗ Δίκτυο	0	20
II	Έγκριση εργασιών μικρής κλίμακας	Πολεοδομία	0	5
III	Σύμβαση Σύνδεσης Υλοποίηση έργων σύνδεσης	ΔΕΗ Δίκτυο	300 - 500	20
ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΕΡΓΟΥ				
IV	Σύμβαση Συμψηφισμού	ΔΕΗ/* Εμπορία	0	15
V	Ενεργοποίηση Σύνδεσης	ΔΕΗ Δίκτυο	0	10
	Σύνδεση και έναρξη παραγωγής ΦΒΣ		300 - 500	70

*Πίνακας 6. 1*

Ακολουθεί παράδειγμα πρόχειρου υπολογισμού της οικονομικής απόδοσης από την εγκατάσταση Φ/Β σε κατοικία.

### 6.10. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Έστω ότι πρόκειται να εγκατασταθεί σύστημα Φ/Β σε μονοκατοικία στο Περιστερί Αττικής, στα πλαίσια του «Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις».

Η επιφάνεια της ταράτσας είναι περίπου 100m<sup>2</sup>. Θα εγκατασταθούν Φ/Β πάνελ πολυκρυσταλλικού πυριτίου συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 7kW<sub>p</sub>, με σταθερά στηρίγματα.

- Η βέλτιστη κλίση για την μεγιστοποίηση της ετήσιας απόδοσης σε σύστημα σταθερής στήριξης είναι:  $\varphi = 31^\circ$  (γεωγραφικό πλάτος  $\lambda = 37^\circ 58'$ ).

- Προσανατολισμός: νότιος

- Το κόστος αγοράς τους υπολογίζεται 30300€

- Το κόστος εγκατάστασης 450€

- Χρονικό διάστημα για την έναρξη λειτουργίας τους είναι 2,5 μήνες

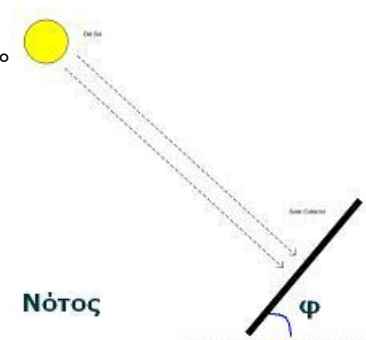
- Η μέση ετήσια αναμενόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι **9.339,40 kWh** (Οι συνολικές απώλειες, πχ ανακλάσεων, θερμοκρασίας, που λαμβάνονται υπ' όψιν για τον υπολογισμό είναι: **25.0%**)

- Τα έσοδα των επόμενων 25 χρόνων υπολογίζονται

Έσοδα 1ου έτους	5.136,67 €	Έσοδα 14ου έτους	4.857,28 €
Έσοδα 2ου έτους	5.114,62 €	Έσοδα 16ου έτους	4.836,43 €
Έσοδα 3ου έτους	5.092,66 €	Έσοδα 16ου έτους	4.815,67 €
Έσοδα 4ου έτους	5.070,80 €	Έσοδα 17ου έτους	4.795,00 €
Έσοδα 5ου έτους	5.049,03 €	Έσοδα 18ου έτους	4.774,41 €
Έσοδα 6ου έτους	5.027,36 €	Έσοδα 19ου έτους	4.753,92 €
Έσοδα 7ου έτους	5.005,78 €	Έσοδα 20ου έτους	4.733,51 €
Έσοδα 8ου έτους	4.984,29 €	Έσοδα 21ου έτους	4.713,19 €
Έσοδα 9ου έτους	4.962,89 €	Έσοδα 22ου έτους	4.692,96 €
Έσοδα 10ου έτους	4.941,59 €	Έσοδα 23ου έτους	4.672,81 €
Έσοδα 11ου έτους	4.920,38 €	Έσοδα 24ου έτους	4.652,75 €
Έσοδα 12ου έτους	4.899,25 €	Έσοδα 25ου έτους	4.632,78 €
Έσοδα 13ου έτους	4.878,22 €	<b>Συνολικά έσοδα 25 ετίας</b>	<b>122.014,28 €</b>

Μετά τον 7 χρόνο έχει γίνει απόσβεση των χρημάτων της επένδυσης.

Αν το αρχικό κεφάλαιο είναι διαθέσιμο, το κέρδος της επένδυσης, μετά από 25 χρόνια, είναι πάνω από 90000€.



Σχήμα 6. 7

### 7. ΘΕΡΜΑΝΣΗ-ΑΕΡΙΣΜΟΣ-ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ

Με τον όρο **θέρμανση** και **θερμομόνωση** ενός κτιρίου υπονοείται η συλλογή ή/και παραγωγή των κατάλληλων ποσοτήτων θερμότητας για την κάλυψη των θερμικών αναγκών του κτιρίου, η αποθήκευση και διατήρηση της θερμότητας εντός του κτιρίου και η διανομή της στους διάφορους χώρους του.

**Κλιματισμός**, είναι η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης, εντός προκαθορισμένων ορίων, κυρίως της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα μέσα σ' ένα χώρο ή κτίριο.

**Αερισμός ή εξαερισμός** ενός χώρου, είναι η εισαγωγή στον χώρο καθαρού και φρέσκου αέρα από το περιβάλλον με αντίστοιχη εξαγωγή (ίσης συνήθως) ποσότητας αέρα από το χώρο. Ο φρέσκος αέρας που εισάγεται στο χώρο πρέπει να είναι καθαρός και ιδιαίτερα στις πόλεις να μην περιέχει σκόνες, καυσαέρια, οσμές ή άλλα ανεπιθύμητα αέρια, όπως θα αναφερθεί και στη συνέχεια.

Για ενεργειακά αποδοτική θέρμανση, κλιματισμό και αερισμό ενός κτιρίου απαιτείται η εφαρμογή παθητικών μεθόδων που ικανοποιούν τις παραπάνω απαιτήσεις (πχ περιορίζουν τις θερμικές απώλειες το χειμώνα), η χρήση των κατάλληλων υλικών, σωστή εκτίμηση των θερμικών αναγκών μέσω της μελέτης θέρμανσης και κλιματισμού και η χρήση ενεργειακά αποδοτικού ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού (κεντρική θέρμανση και κλιματιστικό).

Συχνά οι μέθοδοι που εξυπηρετούν τη θέρμανση, τον αερισμό και τον δροσισμό του κτιρίου είναι αντικρουόμενες. Γι αυτό δεν έχει νόημα η μεμονωμένη παρουσίαση τους αλλά το αποτέλεσμα του συνδυασμού των απαιτήσεων.

Επομένως, οι μέθοδοι που αναφέρονται στην παρούσα ενότητα είναι αυτές που εξασφαλίζουν τις βέλτιστες εσωκλιματικές συνθήκες καθ' όλη τη διάρκεια του έτους με περιορισμένη κατανάλωση ενέργειας και κόστος σε αποδεκτά πλαίσια.

### ΣΗΜΕΙΩΣΗ

Όσον αφορά στον αερισμό αναφέρονται μόνο παθητικές μέθοδοι. Ενεργητικά συστήματα εξαερισμού στις κατοικίες δε θεωρούνται απαραίτητα. Αρκεί ο φυσικός αερισμός του χώρου, μέσω των ανοιγμάτων (σύμφωνα με τις υποδείξεις του TEE) ή ο αερισμός μέσω του κλιματισμού.

## 7.1. ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σε κάθε κτίριο είναι απαραίτητη η εφαρμογή παθητικών και ενεργητικών μέσων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού έτσι ώστε να εξασφαλίζονται κατάλληλες εσωτερικές συνθήκες θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα.

### 7.1.A. ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΝΕΣΗ

Σε κάθε κτίριο είναι επιθυμητή η θερμική άνεση των ατόμων, δηλαδή το αίσθημα ότι το άτομο δεν επιθυμεί καμία θερμική αλλαγή και νιώθει ικανοποίηση με τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες. Η φιλοσοφία στον σχεδιασμό του κτιρίου έγκειται στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας δίχως να θυσιάζεται η επίτευξη θερμικής άνεσης και ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα. Η θερμική άνεση εξαρτάται από παράγοντες προσωπικούς/βιολογικούς όπως

- Το μεταβολισμό που διαφέρει ανάλογα
  - την ηλικία,
  - το φύλο,
  - το βάρος και
  - τη σωματική δραστηριότητα του ατόμου
- την ένδυση,
- την ψυχολογία

καθώς και παράγοντες περιβαλλοντικούς όπως

- τη θερμοκρασία του αέρα,
- την ταχύτητα του αέρα
- τη μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των επιφανειών που περιβάλλουν το χώρο και
- την υγρασία του αέρα

Όπως έγινε φανερό από τα παραπάνω, το αίσθημα της θερμικής άνεσης είναι υποκειμενικό για κάθε άτομο.

Οι κύριοι παράγοντες θερμικής άνεσης που εξαρτώνται από το κτίριο είναι η θερμοκρασία και δευτερευόντως η υγρασία.

Η θερμοκρασία του χώρου, που μετρείται με ένα συνηθισμένο θερμόμετρο ξηρού βολβού, είναι πολύ σημαντική για τη θερμική άνεση, αφού περισσότερο από το μισό της θερμότητας που χάνεται από το ανθρώπινο σώμα αποβάλλεται με μεταφορά προς τον αέρα του χώρου

Η υγρασία, η ύπαρξη δηλαδή υδρατμών στην ατμόσφαιρα εκφράζεται κυρίως μέσω

- της απολυτής τιμής της
- της σχετικής τιμής της
- της πίεσης των υδρατμών και
- του σημείου δρόσου.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

*Απόλυτη υγρασία* ονομάζεται η ποσότητα των υδρατμών (σε γραμμάρια, gr) που περιέχεται σε  $1 \text{ m}^3$  αέρα και αποτελεί μέτρο της πραγματικής ποσότητας υδρατμών που περιέχονται στον αέρα.

*Σχετική υγρασία* είναι ο λόγος της ποσότητας των υδρατμών που περιέχει ο αέρας προς τη μέγιστη ποσότητα των υδρατμών που θα μπορούσε να περιέχει υπό τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, δηλαδή όταν βρίσκεται σε κατάσταση κορεσμού.

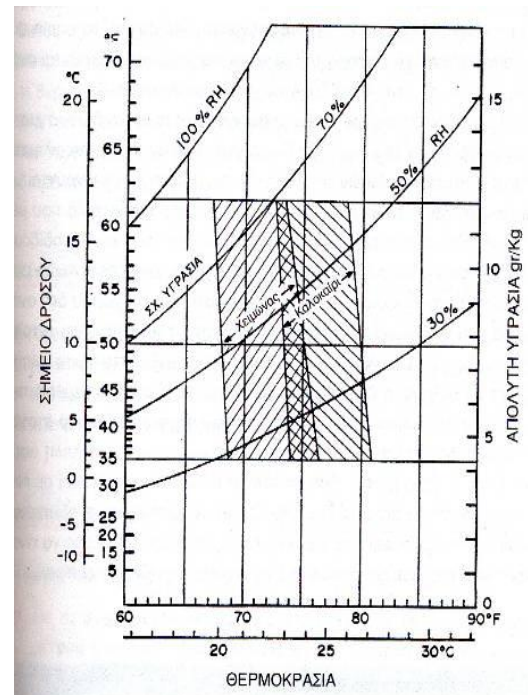
Μεγαλύτερη σχέση με το αίσθημα της άνεσης έχει η σχετική υγρασία παρά η απόλυτη τιμή της

*Πίεση των υδρατμών* είναι η μερική πίεση των υδρατμών στον αέρα.

Αποδεκτές τιμές σχετικής υγρασίας, για το εσωτερικό του κτιρίου, είναι μεταξύ 20 και 80% ενώ επιθυμητή τιμή σχετικής υγρασίας είναι γύρω στο 50%

Συνδυασμοί διαφορετικών τιμών των περιβαλλοντικών παραμέτρων δίνουν περισσότερες από μία ιδανικές συνθήκες για το ίδιο άτομο.

Για παράδειγμα, υψηλή μέση θερμοκρασία ακτινοβολίας των τοίχων απαιτεί χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα για τη δημιουργία της ίδιας θερμικής άνεσης. Ομοίως υψηλή σχετική υγρασία απαιτεί χαμηλότερη θερμοκρασία αέρα. Αντιθέτως υψηλή ταχύτητα αέρα απαιτεί υψηλότερη θερμοκρασία. Στο διπλανό σχήμα φαίνονται οι επιθυμητοί συνδυασμοί υγρασίας και θερμοκρασίας.



Διάγραμμα 7. 1

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να γίνει διάκριση μεταξύ των ιδανικών, των επιθυμητών και των εφικτών άνεσης.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

**Ιδανικές συνθήκες άνεσης** είναι οι συνθήκες που ικανοποιούν κατά άριστο τρόπο το σύνολο των κλιματικών απαιτήσεων του χώρου και προσαρμόζονται κατά ιδανικό τρόπο στις επιθυμίες και στους στόχους των χρηστών.

**Επιθυμητές συνθήκες άνεσης** είναι οι συνθήκες που επιλέγονται για ένα χώρο και προσεγγίζουν σε ικανοποιητικό βαθμό τις ιδανικές συνθήκες άνεσης.

**Εφικτές συνθήκες άνεσης** είναι οι τελικές συνθήκες περιβάλλοντος που διαμορφώνονται από την εγκατάσταση και το εξώκλιμα.

Έτσι, για κάθε χώρο προσδιορίζονται οι *ιδανικές συνθήκες*, επιλέγονται οι *επιθυμητές* σύμφωνα με τα *ρεαλιστικά δεδομένα* και με τη *λειτουργία της εγκατάστασης* προκύπτουν οι *εφικτές συνθήκες*.

Οι συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού κτιρίων σύμφωνα με την οδηγία 2425/86 του ΤΕΕ, που προσδιορίζουν (ιδανικά) τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του εσωτερικού του κτιρίου, φαίνονται στον *Πίνακα 7.1*

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

*Πίνακας 7.1*

Επίσης η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ δύο σημείων που βρίσκονται στην ίδια κατακόρυφο με ύψη από το δάπεδο 0.1 m και 1.7 m αντίστοιχα, δεν πρέπει να ξεπερνά τους 3°C.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Ο Πίνακας 7.2 περιλαμβάνει αναλυτικότερα τις ιδανικές τιμές θερμοκρασίας οι οποίες συνιστώνται [Τ.Ο. 2425/86] για τα κτίρια του οικιακού και τριτογενή τομέα την περίοδο θέρμανσης. Κτίρια με ειδικές χρήσεις όπως π.χ. τα νοσοκομεία η επιθυμητή θερμοκρασία καθορίζεται ανάλογα την χρήση των επιμέρους χώρων(γραφεία, δωμάτια ασθενών, χειρουργεία κλπ).

Είδος χώρου κτιρίου	Επιθυμητή θερμοκρασία (οC )
<b>1. Κατοικίες</b>	
Καθημερινά, Υπνοδωμάτια	20
Προθάλαμοι, Διάδρομοι, WC	15
Λουτρά	22 - 24
<b>2. Γραφεία</b>	
Γραφεία δημόσιων υπηρεσιών και ιδιωτικά	20
Βοηθητικοί χώροι, κλιμακοστάσια, διάδρομοι	15
<b>3. Καταστήματα</b>	
Καταστήματα	18
Δοκιμαστήρια	20
Βοηθητικοί χώροι, κλιμακοστάσια, διάδρομοι	15
<b>4. Εκπαιδευτικά κτίρια</b>	
Αίθουσες διδασκαλίας	20
Αίθουσες σεμιναρίων	18
Αμφιθέατρα	18
Κλειστά γυμναστήρια	16
Χώροι εργαστηρίων	20
Βιβλιοθήκες	20
Αναγνωστήρια	20
Αποθήκες	15
Αίθουσες λουτρών, αποδυτήρια	22
Ιατρείο	24
Διάδρομοι, χώροι διαφυλάξεως οργάνων και βεστιάρια	15
<b>5. Ξενοδοχεία</b>	
Υπνοδωμάτια	20
Διάδρομοι	18
Εστιατόρια, χώροι υποδοχής	20
<b>6. Νοσοκομεία</b>	
Γραφεία	20
Αίθουσες ασθενών, δωμάτια	20
Αίθουσες αναμονής	18
Αίθουσες εξετάσεων	18 - 21
Χειρουργεία	18 - 21
Διάδρομοι, κλιμακοστάσια, κλειστές αίθουσες διαλειμμάτων	16
Βοηθητικοί χώροι	15

*Πίνακας 7.2*

### 7.1.B.ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ

Η ποιότητα του αέρα στους εσωτερικούς χώρους εξαρτάται από την ποιότητα του αέρα στους εξωτερικούς χώρους και την εσωτερική παραγωγή ρύπων, οι οποίοι οφείλονται στα δομικά υλικά, τα έπιπλα, τα χρώματα και τις ανθρώπινες δραστηριότητες.

Σημαντικό ρυπογόνο στοιχείο του εσωτερικού αέρα αποτελεί το ραδόνιο. Δεν ανιχνεύεται από τις ανθρώπινες αισθήσεις καθώς είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και άγευστο. Είναι ραδιενεργό και η μακροχρόνια έκθεση σε αυτό έχει καρκινογόνο δράση. Δεν παράγεται από τις ανθρώπινες δραστηριότητες αλλά υπάρχει στη γη και προέρχεται από τη διάσπαση του ραδίου που είναι ένα από τα στοιχεία στα οποία διασπάζεται το ουράνιο-238. Όταν εισέρχεται στην ατμόσφαιρα διασκορπίζεται και αραιώνεται, οπότε δεν είναι επιβλαβές. Στο εσωτερικό των κτιρίων η συγκέντρωση του μπορεί να είναι αρκετά υψηλότερη. Διεισδύει από τους υπόγειους χώρους μέσω των χαραμάδων, των αρμών, των ανοιγμάτων των καλωδίων και των σωληνώσεων ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από τα δομικά υλικά τα οποία έχουν παραχθεί από ουρανιούχα πετρώματα.

Η κακή ποιότητα του εσωτερικού αέρα επηρεάζει αρνητικά την ανθρώπινη υγεία.

Οξύνθηκε ως πρόβλημα μετά το 1970, οπότε διαδόθηκε η χρήση των συστημάτων ανακύκλωσης του αέρα εις βάρος του φυσικού αερισμού και αντικαταστάθηκαν τα ξύλινα πλαίσια από πλαίσια αλουμινίου. Τα πλαίσια αλουμινίου είναι ευκολότερα στην κατασκευή και ελαχιστοποιούν τις απώλειες θερμότητας, όμως δεν επιτρέπουν, όπως τα ξύλινα, το φυσικό αερισμό του χώρου από τις χαραμάδες.

Η διασφάλιση της καλής ποιότητας του εσωτερικού αέρα επιτυγχάνεται με τον αερισμό του εσωτερικού του κτιρίου. Ο αερισμός πραγματοποιείται είτε μέσω των ανοιγμάτων (πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες κτλ) είτε μέσω ανεμιστήρων και εγκαταστάσεων αερισμού (στόμια και συναρμογές σωληνώσεων, καμινάδες κλπ). Τα ανοίγματα όμως που υπαγορεύει ο φυσικός αερισμός, όσο και ο μηχανικός πρέπει να προστατεύονται σωστά για να μη διαφεύγει άσκοπα θερμική ενέργεια από το κτίριο. Ο αερισμός των κατοικιών πρέπει να είναι γενικός και μόνιμος ακόμη και στην περίοδο που η εξωτερική θερμοκρασία υποχρεώνει να διατηρούνται κλειστά τα παράθυρα..

Η ποσότητα και η συχνότητα του αέρα ανανέωσης καθορίζεται από το είδος του χώρου, τον αριθμό των ατόμων που τον χρησιμοποιούν και το ωράριο παρουσίας τους σε αυτόν.

Η απαραίτητη ποσότητα νωπού αέρα για τον παραπάνω σκοπό γίνεται με κριτήριο την ωριαία εναλλαγή του αέρα του χώρου ( $m^3/h$ ) ή ακριβέστερα με κριτήριο την απαιτούμενη ποσότητα αέρα ανά άτομο ( **$m^3/h.άτομο$** ).

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

Η ελάχιστη αναγκαία ανανέωση αέρα σε χώρους κατοικίας είναι 0,5 αλλαγές/h. Με άλλα λόγια η ελάχιστη αναγκαία ποσότητα φρέσκου αέρα ανά ώρα είναι ίση με το 50% του όγκου του αεριζόμενου χώρου.

Η απαιτούμενη ποσότητα αέρα ανά άτομο (**m<sup>3</sup>/h.άτομο**), όπως προτείνονται από την οδηγία 2423/86 του ΤΕΕ φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Χ Ω Ρ Ο Σ	ΕΚΤΙΜΟΥΜΕΝΑ ΑΤΟΜΑ ΑΝΑ 100 Μ2 ΕΠΙΦΑ- ΝΕΙΑ ΔΑΠΕΔΟΥ	ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ (Μ3/Η)	
		ΕΛΑΧΙΣΤΟΣ	ΣΥΝΙΣΤΩΜΕΝΟΣ
<u>Μονοκατοικίες</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	5	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>Πολυκατοικίες</u>			
Καθιστικά, Υπνοδωμάτια	7	8.5	12-17
Κουζίνες, Μπάνια	-	34	50-85
<u>Εκπαιδευτικά Κτίρια</u>			
Αίθουσες	55	17	17-26
Εργαστήρια	32	17	17-26
Αμφιθέατρα	110	17	26-34
Βιβλιοθήκες	22	12	17-21
Γραφεία	10	12	17-26
Γυμναστήρια	75	34	42-51
Εστιατόρια	110	17	26-34
Βοηθητικοί Χώροι	3	8.5	12-17
<u>Νοσοκομεία</u>			
Αίθουσες αναμονής	55	34	42-51
Δωμάτια ασθενών	22	17	26-34
Χειρουργεία	-	34	-
Αίθουσες εξετάσεων	10	50	70-85
Αναρρωτήρια	-	25	-
<u>Γραφεία</u>			
Γενικά	10	25.5	25.5-42.5
Αίθουσες συνδιαλέξεων	65	42.5	51-68
Σχεδιαστήρια	22	12	17-25.5
Αίθουσες αναμονής	32	12	25.5-34
Αίθουσες Η/Υ	22	8.5	12-17
<u>Ξενοδοχεία</u>			
Υπνοδωμάτια	5	12	17-25.5
LIVING ROOMS	22	17	25.5-34
Μπάνια	-	34	51-85

Πίνακας 7. 3

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ΕΙΔΟΣ ΧΩΡΟΥ	ΚΑΠΝΙΖΟΝΤΕΣ	ΝΩΠΙΟΣ ΑΕΡΑΣ (m <sup>3</sup> /h άτομο)
Διαμερίσματα συνήθη	Μερικοί	8.5
Διαμερίσματα πολυτελή	Μερικοί	8.5
Κουρέια	Σημαντικός αριθμός	17.0
Μπαρ	Πάρα πολλοί	25.5
Καταστήματα	Κανένας	8.5
Γραφεία διευθυντών	Εκτάκτως πολλοί	25.5
Εργοστάσια	Κανένας	8.5
Νοσοκομεία, Χειρουργεία	Κανένας	Ειδικός κλιματισμός
Νοσοκομεία, Θάλαμοι ασθενών	Κανένας	25.5
Νοσοκομεία, χώροι προσωπικού	Κανένας	17.0
Δωμάτια ξενοδοχείων	Πάρα πολλοί	25.5
Εργαστήρια	Μερικοί	8.5
Χώροι συγκεντρώσεων	Εκτάκτως πολλοί	25.5
Γραφεία συλλογικά	Μερικοί	8.5
Γραφεία προσωπικά	Κανένας	8.5
Γραφεία προσωπικά	Σημαντικός αριθμός	25.5
Καφέ - Μπαρ	Σημαντικός αριθμός	17.0
Εστιατόρια	Σημαντικός αριθμός	17.0
Σχολεία - αίθουσες διδασκαλίας	Κανένας	17.0
Θέατρα	Κανένας	8.5
Τουαλέτες (εξαερισμός)	-	36 m <sup>3</sup> /h.m <sup>2</sup> δαπέδου

*Πίνακας 7.4*

Οι εναλλαγές του αέρα ανά ώρα για ειδικούς νοσοκομειακούς χώρους δίνονται στον Πίνακα 7.5.

Ειδικό νοσοκομειακό χώρο	αλλαγές/h
Αίθουσες χειρουργείων	20
Ανάληψη	20
Βοηθητικοί χώροι χειρουργείων	10
Αποστείρωση	20
Μονάδα εντατικής θεραπείας	20

*Πίνακας 7.5*

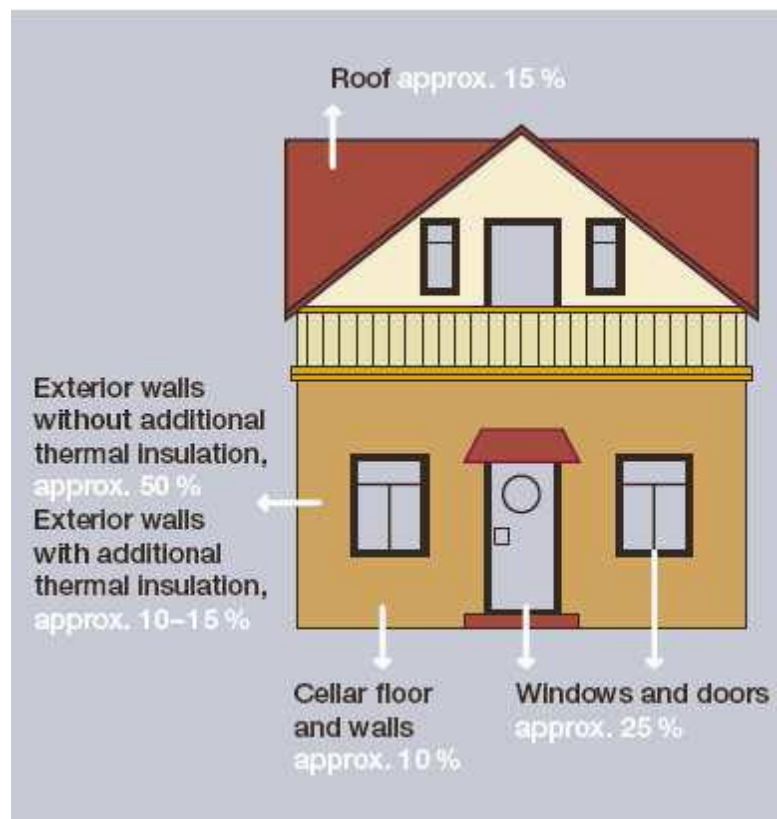
Ως εκ τούτου Βασικός στόχος του Μηχανικού είναι ο ορθός σχεδιασμός των κτιρίων ώστε να λαμβάνει υπόψη του όλες τις παραμέτρους που διαμορφώνουν το εσωτερικό περιβάλλον και την διασύνδεσή τους ώστε μέσω της εφαρμογής παθητικών και ενεργητικών μέσων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού να επιτυγχάνονται οι στόχοι τόσο της θερμικής άνεσης όσο και της ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού αέρα.

## 7.2. ΠΑΘΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στην ενότητα 2 έχει γίνει ήδη αναφορά σε κάποιες παθητικές μεθόδους θέρμανσης.

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύονται οι παθητικές μέθοδοι θέρμανσης και δροσισμού του κτιρίου που εμπίπτουν στο αντικείμενο του Μηχανολόγου-Ηλεκτρολόγου Μηχανικού και εξασφαλίζουν ένα **ενεργειακά αποδοτικό κτιριακό κέλυφος**.

Το κτιριακό κέλυφος πρέπει να κατασκευάζεται με τέτοιο τρόπο έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τη μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό στον εξωτερικό χώρο και αντιστρόφως (τις θερμικές απώλειες), χωρίς αυτό να γίνεται εις βάρος του φυσικού φωτισμού και αερισμού του εσωτερικού του.



Σχήμα 7.1

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, οι θερμικές απώλειες πραγματοποιούνται από τους εξωτερικούς τοίχους, το πάτωμα, τα ανοίγματα (πόρτες και παράθυρα) και την οροφή και αντιμετωπίζονται με θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων, κατάλληλα υαλοστάσια και υαλοπίνακες, σκίαστρα, τοίχους θερμική αποθήκευσης όπως τοίχο νερού, οροφή νερού και άλλες μεθόδους

### 7.2.A. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ

#### 7.2.A.i. ΟΡΙΣΜΟΣ

Θερμομόνωση ενός στοιχείου ονομάζεται το σύνολο των μεθόδων και υλικών που χρησιμοποιούνται για τον περιορισμό της ροής θερμότητας μεταξύ των χώρων εκατέρωθεν του στοιχείου.

Η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους εξυπηρετεί τόσο στην παθητική θέρμανση του κτιρίου κατά τη διάρκεια του χειμώνα, όσο και στον παθητικό δροσισμό του κατά τη διάρκεια του θέρους.

Εφαρμόζεται

- Στους εξωτερικούς τοίχους
- Στην οροφή
- Στο δώμα
- Στο δάπεδο, εφ' όσον συνορεύει με μη θερμαινόμενους χώρους, πχ υπόγειο ή πυλωτή. Όταν συνορεύει με το έδαφος, η μόνωση δεν είναι απαραίτητη.
- Σε εσωτερικούς τοίχους που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρου.

Μόνωση εφαρμόζεται επίσης στις καπνοδόχους και τις σωληνώσεις παροχής θερμού και ψυχρού νερού, καθώς και τους σωλήνες των κεντρικών θερμάνσεων. Είναι προτιμότερο να μην έρχονται ε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Ωστόσο σε περίπτωση που αυτό συμβαίνει, θα πρέπει να είναι μονωμένα, όπως προαναφέρθηκε.

Αναγκαία είναι επίσης η μόνωση των θερμογεφύρων.

Οι θερμογέφυρες είναι τμήματα του κελύφους που παρουσιάζουν μειωμένη αντίσταση θερμοδιαφυγής και άρα μεγάλες θερμικές απώλειες. Παρουσιάζονται στις απολήξεις των πλακών, τις κολώνες, τα δοκάρια, στις γωνίες των τοίχων, στα προπετάσματα των παραθύρων. Μονώνονται από την εξωτερική όψη του κελύφους ή ενδιάμεσα μεταξύ των δύο στοιχείων πλήρωσης. Δε λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών, εκτός από εξαιρετικές περιπτώσεις.

Η θερμομόνωση ενός κτιρίου είναι αναγκαία προϋπόθεση για την εξασφάλιση υγιεινής, ευχάριστης και θερμικά άνετης διαμονής μέσα σε ένα κτίριο και κάτω από συνθήκες οικονομίας.

Ιδιαίτερα στις κατοικίες που λειτουργούν όλο το 24ώρο, η θερμομόνωση είναι βασική ανάγκη. Με την καλή θερμομόνωση του κτιρίου επιτυγχάνεται

- Εξοικονόμηση της κατανάλωσης ενέργειας από την θέρμανση των εσωτερικών χώρων κατά την χειμερινή περίοδο.
- Μείωση των δαπανών κατασκευής της εγκατάστασης θέρμανσης, που είναι ανάλογες με την εγκατεστημένη ισχύ του λέβητα.



- Μείωση των εκλυόμενων ρύπων στο άμεσο περιβάλλον του κτιρίου, αλλά και το ευρύτερο περιβάλλον.
- Περιορισμός των φθορών που παρατηρούνται λόγω της έλλειψης θερμομόνωσης, όπως οι θραύσεις σωληνώσεων από τον παγετό, οι αποκολλήσεις επιχρισμάτων και χρωματισμών από συμπύκνωση υδρατμών στις ψυχρές εξωτερικές επιφάνειες.

Η θερμομόνωση, εφαρμόζεται ως μέθοδος περιορισμού των θερμικών απωλειών του κτιρίου εδώ και δεκαετίες.

Ωστόσο, στις μέρες μας, το 70% των κτιρίων εξακολουθούν να είναι αμόνωτα, το οποίο σημαίνει ότι με εφαρμογή της μόνωσης αναμένεται μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο βαθμός της παρέμβασης μέσω μόνωσης εξαρτάται από το αν το κτίριο κατασκευάζεται ή ανακαινίζεται.

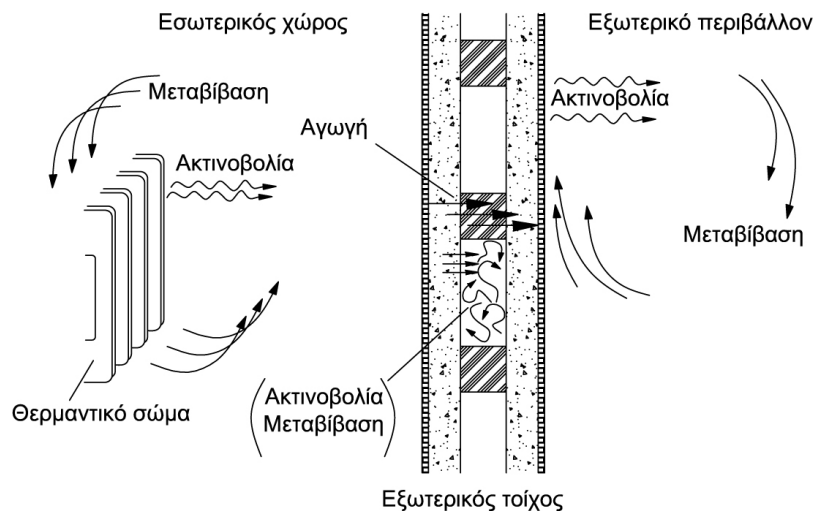
Η σωστή θερμομόνωση του κτιρίου απαιτεί περίπου το 2 - 5% του αρχικού κόστους κατασκευής. Τα ενεργειακά και οικονομικά οφέλη είναι μεγάλα, καθώς περιορίζονται οι θερμικές απώλειες του κτιρίου και άρα απαιτείται μικρότερη εγκατάσταση θέρμανσης και κλιματισμού.. Άρα απαιτούνται μικρότερες αρχικές δαπάνες για την εγκατάσταση και μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και άρα του κόστους λειτουργίας της ως και 50%.

Για τον προσδιορισμό των μεθόδων θερμομόνωσης (και θέρμανσης) πρέπει να ληφθούν υπόψη οι τρόποι μετάδοσης της θερμότητας διαμέσου των διαφόρων δομικών υλικών.

### 7.2.A.ii. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

Η θερμότητα μεταδίδεται στο χώρο με τρεις διαφορετικούς τρόπους.

- με αγωγή,
- με μετάβαση και
- με ακτινοβολία



Σχήμα 7. 2



### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΓΩΓΗ

Μετάδοση με θερμική αγωγή ονομάζεται η μετάδοση της θερμότητας από μόριο σε μόριο στα στερεά, υγρά και αέρια σώματα. Ειδικά για τα στερεά σώματα αυτός είναι ο μοναδικός δρόμος ροής της θερμότητας διαμέσου της μάζας τους.

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗ

Μετάδοση με θερμική μεταβίβαση ονομάζεται η μετάδοση της θερμότητας με τη μετακίνηση θερμών μορίων υγρών ή αερίων διαμέσου του χώρου. Με την κίνηση αυτή η θερμότερες μάζες του ρευστού κατευθύνονται σε περιοχές με ψυχρότερες μάζες, στις οποίες δίνουν θερμότητα. Όταν η κίνηση του ρευστού οφείλεται μόνο στη διαφορά πυκνότητας στη μάζα του λόγω θερμοκρασιακών διαφορών, το φαινόμενο καλείται «μετάβαση με φυσική κυκλοφορία» ενώ όταν η κίνηση του ρευστού επιβάλλεται από κάποια μηχανή, καλείται «μετάβαση με εξαναγκασμένη κυκλοφορία»

### ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Μετάδοση με θερμική ακτινοβολία ονομάζεται η ανταλλαγή θερμότητας με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία μεταξύ των επιφανειών στερεών σωμάτων που απέχουν μεταξύ τους. Έτσι κάθε σώμα που έχει μία ορισμένη θερμοκρασία εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία όταν προσπίπτει σε ένα άλλο σώμα, μπορεί κατά ένα μέρος να περάσει μέσα από αυτό, κατά ένα μέρος να απορροφηθεί και κατά ένα μέρος να ανακλαστεί.

Στις περισσότερες περιπτώσεις οι τρεις τρόποι μετάδοσης συνυπάρχουν σε διάφορους συνδυασμούς.

Στο ανθρώπινο σώμα η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με αγωγή, μετάβαση και ακτινοβολία.

Στα δομικά στοιχεία η μετάδοση της θερμότητας πραγματοποιείται με

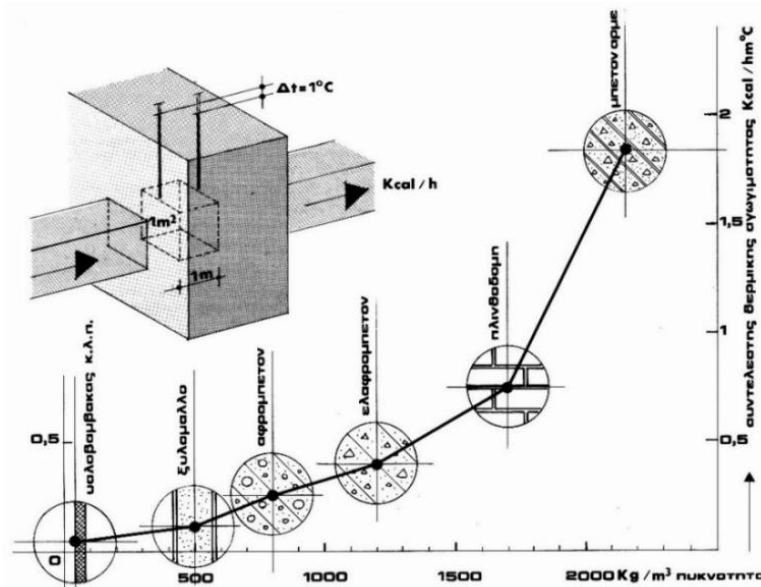
- μετάβαση, από το ρευστό εσωτερικού χώρου προς την εξωτερική επιφάνεια του τοιχώματος
- αγωγιμότητα, μέσα από το τοίχωμα
- μετάβαση, από το στρώμα αέρα που είναι εγκλωβισμένο στο τοίχωμα
- μετάβαση, από την εξωτερική επιφάνεια του τοιχώματος προς το ρευστό του εξωτερικού χώρου

## 7.2.A.iii. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ-ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ Κ

Για την περιγραφή της θερμομονωτικής ικανότητας των διαφόρων δομικών υλικών χρησιμοποιούνται οι εξής συντελεστές.

- **Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$**  δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια  $1m^2$  και πάχος  $1m$ , όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μετράται σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W / m^*K$ ).

Είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του υλικού, το οποίο καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητά του και αναφέρεται σε ομοιογενή υλικά. Εξαρτάται από τη φαινόμενη πυκνότητα του υλικού. Η εξάρτηση του συντελεστή  $\lambda$  από την πυκνότητα φαίνεται στο διάγραμμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 7. 3

Όσο μικρότερη είναι η τιμή του  $\lambda$ , τόσο περισσότερο αποτελεσματικό είναι το υλικό ως θερμομονωτικό.

Τα δομικά υλικά ανάλογα με την τιμή του  $\lambda$  διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες :

- Φυσικοί λίθοι  $\lambda = 2,7$  μέχρι  $4,1$  ( $W/m^*K$ ),
- Κάθε φύσης δομικό υλικό  $\lambda = 0,1$  μέχρι  $2,7$  ( $W/m^*K$ ),
- Θερμομονωτικό υλικό  $\lambda = 0,04$  μέχρι  $0,1$  ( $W/m^*K$ ).

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι συντελεστές θερμικής αγωγιμότητας  $\lambda$  διαφόρων υλικών.

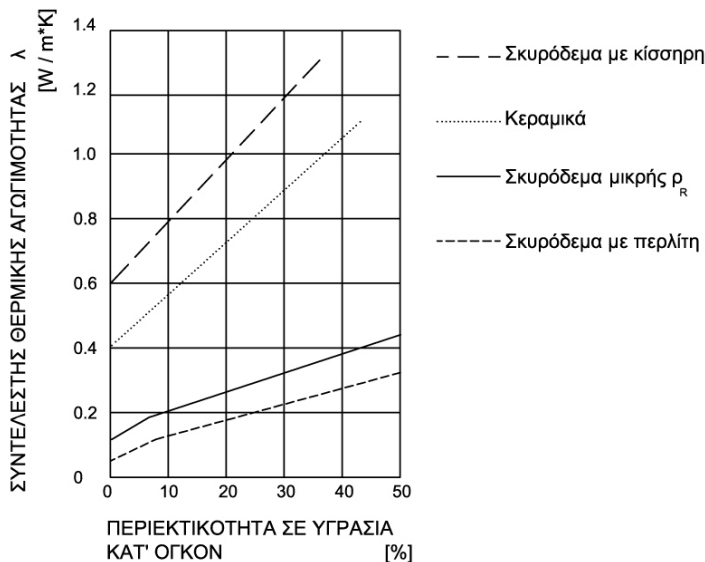
## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ΥΛΙΚΑ	Φαινόμενη πυκνότητα, $\rho_s$ , Kg/m <sup>3</sup>	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, $\lambda$ , W/m*K		
<b>1 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</b>				
1.1 Λίθοι				
1.1.1 Συμπαγείς λίθοι (ασβεστόλιθος, μάρμαρο, γρανίτης, βασάλτης κ.λ.π.)		3,49		
1.1.2 Πορώδεις λίθοι				
1.1.2.1 Ψαμίτις		2,33		
1.1.2.2 Πλάκες τύπου Μάλτας		1,05		
1.1.3 Αμμος φυσικής προέλευσης με φυσική υγρασία		1,40		
1.2 Αργίλλος				
1.2.1 Πλίνθοι συμπαγείς ομοί		0,93		
1.2.2 Πλίνθοι με άγυρο ομοί		0,70		
1.3 Ξηρά υλικά πλήρωσης που τοποθετούνται στα διάκενα οροφών, τοίχων, κ.λ.π				
1.3.1 Αμμος με διάμετρο κόκκου $\leq 5\text{mm}$		0,58		
1.3.2 Ψηφίδες συλλεκτές και θραυστές με διάμετρο κόκκου 5-10mm		0,81		
1.3.3 Κίσηρη χονδρόκοκκος		0,19		
1.3.4 Θραύσματα από οπτόπλινθος και κεραμικά υλικά		0,41		
1.3.5 Περίλιθς διογκωμένος		0,064		
1.4 Επιχρίσματα (εσωτερικά και εξωτερικά), συνδετική κονία αρμών από				
1.4.1 Ασβεστοκονίαμα και ασβεστοτσιμεντοκονίαμα		0,87		
1.4.2 Τσιμεντοκονίαμα		1,39		
1.5 Σκυροδέματα και ελαφρά σκυροδέματα (σε κατασκευαστικά στοιχεία χωρίς αρμούς και σε πλάκες μεγάλου μεγέθους)				
1.5.1 Σκυροδέμα με συλλεκτά ή θραυστά αδρανή κλειστής δομής				
- Κατηγορία σκυροδέματος $\leq C12/15$		1,51		
- Κατηγορία σκυροδέματος $\geq C16/20$		2,03		
1.5.2 Γαυμιλοσκυροδέμα	1500	0,64		
	1700	0,81		
	1900	1,10		
1.5.3 Κίσηροδέμα	800	0,29		
	1000	0,35		
	1200	0,46		
1.5.4 Κυψελωτό σκυροδέμα σκληρυνθέν με ατμό	400	0,14		
	500	0,19		
	600	0,23		
	800	0,29		
	1000	0,35		
1.5.5 Περιτόδεμα τσιμέντο : περίλιθς κατ' όγκον				
1 : 4		0,198		
1 : 5		0,163		
1 : 6		0,145		
1 : 7		0,134		
1 : 8		0,128		
1 : 20		0,081		
1.5.6 Πλάκες από σκυροδέμα, γύψο και αμιαντοτσιμέντο				
1.5.6.1 Πλάκες από κίσηροδέμα	800	0,29		
1.5.6.2 Πλάκες από ελαφρο σκυροδέμα με ανάμικτα αδρανή	1400	0,58		
1.5.6.3 Γυψοσανίδες	1200	0,58		
1.5.6.4 Πλάκες από αμιαντοτσιμέντο	1800	0,35		
1.5.7 Τοιχοποιία από τσιμεντόλιθους μαζί με το κονίαμα των αρμών <sup>(1)</sup>				
1.5.7.1 Τσιμεντόλιθοι πλήρεις με ασβεστολιθικά αδρανή	1600 1800 2000		0,79 0,99 1,10	
1.5.7.2 Τσιμεντόλιθοι διάτρητοι με ασβεστολιθικά αδρανή	1200 <sup>(2)</sup> 1400 <sup>(2)</sup> 1600 <sup>(2)</sup>		0,56 0,70 0,79	
1.5.7.3 Τσιμεντόλιθοι με διάκενα, με ασβεστολιθικά αδρανή	1000 <sup>(2)</sup> 1400 <sup>(2)</sup>		0,50 0,56	
1.5.7.4 Κίσηρολίθοι πλήρεις	800 1000 1200 1400 1600		0,41 0,46 0,52 0,64 0,79	
1.5.7.5 Κίσηρολίθοι με διάκενα, 2 διακένων	1000 <sup>(3)</sup> 1200 <sup>(3)</sup> 1400 <sup>(3)</sup>		0,44 0,49 0,56	
1.5.7.6 Κίσηρολίθοι με διάκενα 3 διακένων	1400 <sup>(3)</sup> 1600 <sup>(3)</sup>		0,49 0,56	
1.5.7.7 Πλίνθοι από κυψελωτό σκυροδέμα που έχουν σκληρυνθεί με ατμό	600 800 1000		0,35 0,41 0,46	
1.5.7.8 Πλίνθοι από κυψελωτό σκυροδέμα που έχουν σκληρυνθεί στον αέρα	800 1000 1200		0,44 0,56 0,70	
1.5.8 Τοιχοποιία από οπτόπλινθους μαζί με το κονίαμα των αρμών <sup>(1)</sup>				
1.5.8.1 Οπτόπλινθοι πλήρεις	1000 1200 1400 1800		0,46 0,52 0,60 0,79	
1.5.8.2 Οπτόπλινθοι διάτρητοι	1000 <sup>(4)</sup> 1200 <sup>(4)</sup> 1400 <sup>(4)</sup>		0,46 0,52 0,60	
1.5.8.3 Πλακίδια επίστρωσης	2000		1,05	
<b>2 ΞΥΛΑ</b>				
2.1 Δρυς			0,21	
2.2 Οξυά			0,17	
2.3 Κωνοφόρα (πέυκο, έλατο, κ.λ.π.)			0,14	
2.4 Κόντρα πλακέ, πλακάς κ.λ.π			0,14	
2.5 Μοριοσανίδες	900		0,17	
<b>3 ΜΕΤΑΛΛΑ- ΓΥΑΛΙ</b>				
3.1 Γυαλί			0,81	
3.2 Χυτοσίδηρος και χάλυβας			58,15	
3.3 Χαλκός			283,79	
3.4 Ορείχαλκος			53,96	
3.5 Αλουμίνιο			203,52	
<b>4 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΕΠΙΣΤΡΩΣΗΣ</b>				
4.1 Απλόεσομ	1200		0,19	
4.2 Ασφαλτικό σκυροδέμα	2100		0,70	
4.3 Ασφαλτός	1050		0,17	
4.4 Ασφαλτόχαρτο	1100		0,19	
<b>5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ</b>				
5.1 Πλάκες από υαλοβάμβακα με βακελίτη και λιθοβάμβακα (ορυκτοβάμβακα)				0,041
5.2 Υαλοβάμβακας μη μορφοποιημένος	50			0,041
5.3 Πλάκες ελαφρών κατασκευών από ξυλόμαλλο με ανόργανη συνδετική κονία, πάχος				
15 mm	570		0,14	
25 μέχρι 35 mm	460-415		0,093	
50 mm και μεγαλύτερο	390 και <		0,081	
5.4 Πλάκες από διογκωμένο φελλό	120 160 200		0,041 0,044 0,046	
5.5 Πλακίδια από φελλό	450		0,064	
5.6 Διογκωμένα συνθετικά υλικά <sup>(6)</sup> , <sup>(7)</sup>			0,041	
5.7 Σκληροί αφροί από συνθετικά υλικά <sup>(6)</sup> , <sup>(7)</sup>			0,041	

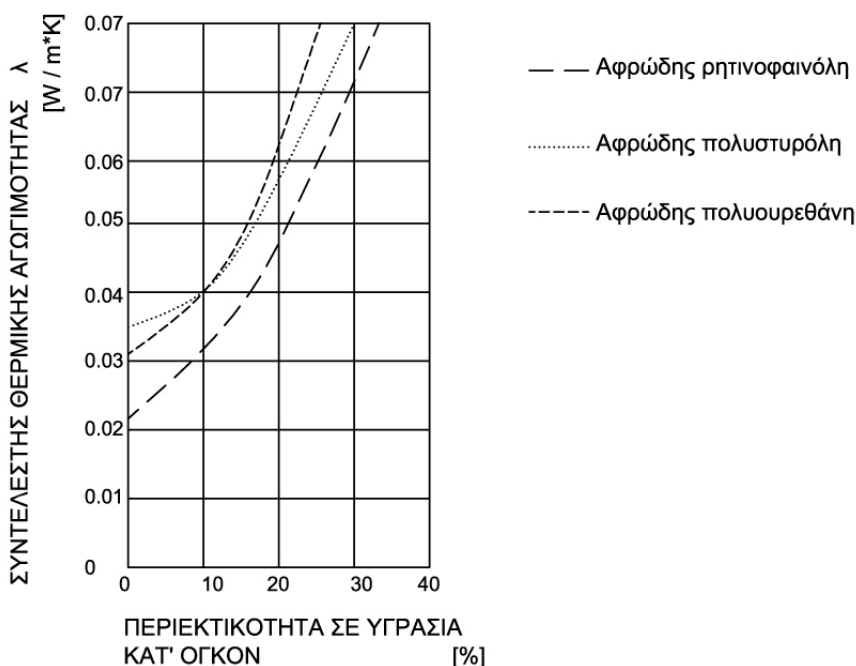
*Πίνακας 7. 6*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας,  $\lambda$ , ενός υλικού εξαρτάται από το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στο υλικό και μάλιστα η τιμή του  $\lambda$  αυξάνεται με την αύξηση του ποσοστού της υγρασίας. Δηλαδή, η περιεχόμενη υγρασία αυξάνει τη θερμοαγωγιμότητα του υλικού όπως φαίνεται και στα διαγράμματα που ακολουθούν.



Διάγραμμα 7.4



Διάγραμμα 7.5

- Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής  $\Lambda$  δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια  $1\text{m}^2$  και πάχος  $d$  m, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας

ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/m^2 \cdot K$ ).

Για ομοιογενή υλικά είναι  $\Lambda = \lambda/d$  σε ( $W/m^2 \cdot K$ )

- **Η αντίσταση θερμοδιαφυγής  $1/\Lambda$**  είναι το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής και εκφράζει τη θερμομονωτική ικανότητα ενός στοιχείου. Η αντίσταση θερμοδιαφυγής μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ( $m^2 \cdot K/W$ ). Για τα σύνθετα μέλη κατασκευής, δηλαδή για κατασκευή η οποία αποτελείται από επάλληλες στρώσεις ομοιογενών υλικών, η αντίσταση θερμοδιαφυγής υπολογίζεται από τον τύπο  $\frac{1}{\Lambda_{ολ}} = \sum \frac{1}{\Lambda_i} = \sum \frac{d_i}{\lambda_i}$

- **Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης  $\alpha$**  δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια  $1m^2$  και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν ( $W/m^2 \cdot K$ ).

Ο συντελεστής θερμικής μετάβασης,  $\alpha$ , εξαρτάται από την πυκνότητα, το ιξώδες και την ταχύτητα του αέρα κοντά στις επιφάνειες της κατασκευής. Είναι διαφορετικός για κατακόρυφες και οριζόντιες επιφάνειες και στην τελευταία περίπτωση εξαρτάται από την κατεύθυνση μεταβίβασης της θερμότητας.

Οι συντελεστές θερμικής μεταβίβασης  $\alpha_i$  και  $\alpha_a$  δίνονται από τον κανονισμό θερμομόνωσης και είναι:

1. Στις εσωτερικές πλευρές κλειστών χώρων με φυσική κίνηση αέρα.

α. Επιφάνειες τοίχων, εσωτερικά παράθυρα, εξωτερικά παράθυρα :

$\alpha_i = 8,14 W/m^2 \cdot K$

β. Δάπεδα και οροφές σε περίπτωση θερμικής μεταβίβασης, από:

I Κάτω προς τα πάνω  $\alpha_i = 8,14 W/m^2 \cdot K$

II Πάνω προς τα κάτω  $\alpha_i = 5,81 W/m^2 \cdot K$

2. Στις εξωτερικές πλευρές με μέση ταχύτητα ανέμου  $2m/s$ , περίπου

$\alpha_a = 23,26 W/m^2 \cdot K$

- **Ως αντίσταση θερμικής μετάβασης  $1/\alpha$**  ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ ( $m^2 \cdot K/W$ ).

- **Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $K$**  εκφράζει την ευκολία μετάδοσης θερμότητας με αγωγή και μετάβαση μέσω ενός δομικού στοιχείου, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα εκατέρωθεν αυτού.

Συγκεκριμένα δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία μεταδίδεται, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από επιφάνεια  $1m^2$  του

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αμφοτέρων στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με το στοιχείο είναι 1 Κ. Μονάδες Κ: (kcal/hm<sup>2</sup>°C ή W/m<sup>2</sup> K).

Με άλλα λόγια, καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του τοιχώματος όταν στις δύο όψεις εφάπτονται αέρας ή υγρό. Υψηλός συντελεστής θερμοπερατότητας συνεπάγεται μεγάλη θερμομονωτική ικανότητα του δομικού στοιχείου.

Στον Πίνακα 7.7 παρατίθενται οι προσεγγιστικές τιμές του συντελεστή Κ για τα διάφορα δομικά στοιχεία ενός κτιρίου.

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Κ σε kcal/m <sup>2</sup> h°C
Μπατικός εξωτερικός τοίχος	1,93
» εσωτερικός »	1,3
Δρομικός » »	1,8
Διπλός δρομικός τοίχος με ενδιάμεσο κενό – συνολικό πάχος τοίχου 28cm	1,4
Διπλός δρομικός τοίχος με μόνωση από υαλοβάμβακα ή διογκωμένη πολυστερίνη	0,65
Οροφή από σκυρόδεμα (χωρίς μόνωση)	2,2
Οροφή με μόνωση (διογκωμένη πολυστερίνη και επικάλυψη με κισσιροσιμεντόπλακες)	0,42
Εξωτερικά ξύλινα συνήθη κουφώματα	4
Εξωτερικά μεταλλικά συνήθη κουφώματα	5

Πίνακας 7.7: Ορισμένες προσεγγιστικές τιμές του συντελεστή Κ.

Ο ακριβής υπολογισμός της τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας Κ για μία επιφάνεια με διάφορα δομικά στοιχεία πραγματοποιείται με τον τύπο

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_a} + \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{d_i}{\lambda_i}$$

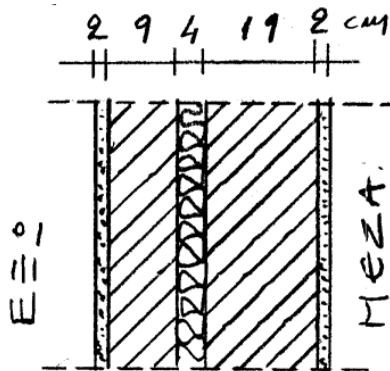
όπου

- $\alpha_a$ : ο συντελεστής θερμικής μετάβασης της εξωτερικής επιφάνειας,
- $\alpha_i$ : ο συντελεστής θερμικής μετάβασης της εσωτερικής επιφάνειας,
- $\lambda_i$ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των διαφορών στοιχείων
- $d_i$ : το πάχος των διαφορών στοιχείων

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### Παράδειγμα υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας K

Έστω ότι ζητείται ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας K του κατακόρυφου στοιχείου του Σχήματος 7.3.



#### Στρώσεις

- α. επίχρισμα, 2 cm
- β. τούβλο, 9 cm
- γ. πλάκα υαλοβάμβακα, 4 cm
- δ. τούβλο, 19 cm
- ε. επίχρισμα, 2 cm

Σχήμα 7.3

Από τον πίνακα των συντελεστών θερμικής αγωγιμότητας των υλικών βρίσκουμε:

Επίχρισμα (ασβεστοκονίαμα):  $\lambda_{\alpha} = \lambda_{\varepsilon} = 0.87 \text{ W/mK}$

Οπτόπλινθοι διάτρητοι (τούβλα),  $1200 \text{ kg/m}^3$ :  $\lambda_{\beta} = \lambda_{\delta} = 0.52 \text{ W/mK}$

Πλάκες υαλοβάμβακα:  $\lambda_{\gamma} = 0.041 \text{ W/mK}$

Υπολογίζουμε την αντίσταση θερμοδιαφυγής των στρώσεων:

$$1/\Lambda_{\alpha} = 1/\Lambda_{\varepsilon} = d_{\alpha}/\lambda_{\alpha} = 0.02/0.87 = 0.02 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$1/\Lambda_{\beta} = d_{\beta}/\lambda_{\beta} = 0.09/0.52 = 0.17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$1/\Lambda_{\gamma} = d_{\gamma}/\lambda_{\gamma} = 0.04/0.041 = 0.98 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$1/\Lambda_{\delta} = d_{\delta}/\lambda_{\delta} = 0.19/0.52 = 0.37 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Η συνολική αντίσταση θερμοδιαφυγής όλων των στρώσεων προκύπτει με πρόσθεση των επί μέρους αντιστάσεων θερμοδιαφυγής:

$$1/\Lambda_{\text{ολ}} = 1/\Lambda_{\alpha} + 1/\Lambda_{\beta} + 1/\Lambda_{\gamma} + 1/\Lambda_{\delta} + 1/\Lambda_{\varepsilon} = 1.56 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Από τον αντίστοιχο πίνακα, οι τιμές των αντιστάσεων θερμικής μετάβασης προκύπτουν:

$$1/\alpha_i(\text{εσωτ}) = 1/8.14 = 0.12 \text{ m}^2\text{K/W},$$

$$1/\alpha_a(\text{εξωτ}) = 1/23.26 = 0.04 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Η αντίσταση θερμοπερατότητας του στοιχείου προκύπτει:

$$1/K = 1/\alpha_i + 1/\Lambda_{\text{ολ}} + 1/\alpha_a = 0.12 + 1.56 + 0.04 = 1.72 \text{ m}^2\text{K/W}$$

και ο συντελεστής θερμοπερατότητας:  $K = 1/1.72 = 0.58 \text{ W/m}^2\text{K}$

Επίσης ορίζεται ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας μιας επιφάνειας και υπολογίζεται από τους συντελεστές θερμοπερατότητας των επιμέρους επιφανειών από τις οποίες αποτελείται.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

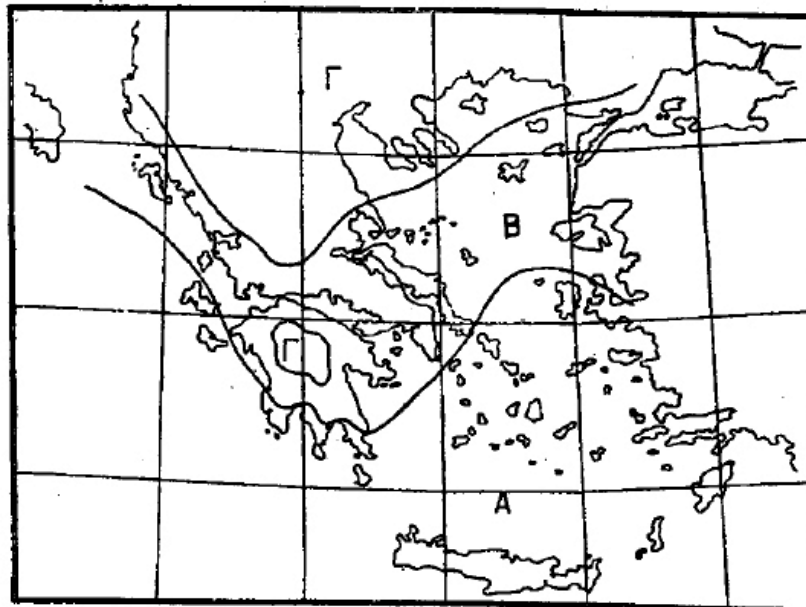
Σύμφωνα με τον Κανονισμό θερμομόνωσης έχει οριστεί για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής K για τα διάφορα δομικά στοιχεία του κτιρίου.

### ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Η Ελλάδα, σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης, χωρίζεται σε τρεις ζώνες θερμομονωτικών απαιτήσεων Α, Β και Γ με κριτήριο τη θερμοκρασία του αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του χειμώνα και τη διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.

ΖΩΝΗ Α	ΖΩΝΗ Β		ΖΩΝΗ Γ		ΖΩΝΗ Δ
Αργολίδα	Αιτωλοακαρνανία	Λέσβος	Αρκαδία	Κιλκίς	Γρεβενά
Δωδεκάνησα	Άρτα	Λευκάδα	Δράμα	Λάρισα	Καστοριά
Ζάκυνθος	Αττική	Μαγνησία	Έβρος	Ξάνθη	Κοζάνη
Ιθάκη	Αχαΐα	Πρέβεζα	Ευρυτανία	Πέλλα	Φλώρινα
Κεφαλονιά	Βοιωτία	Σποράδες	Ημαθία	Πιερία	
Κρήτη	Εύβοια	Φθιώτιδα	Θάσος	Ροδόπη	
Κυκλάδες	Ηλεία	Φωκίδα	Θεσσαλονίκη	Σαμοθράκη	
Λακωνία	Θεσπρωτία	Χίος	Ιωάννινα	Σέρρες	
Μεσσηνία	Κέρκυρα		Καβάλα	Τρίκαλα	
Σάμος	Κορινθία		Καρδίτσα	Χαλκιδική	

*Πίνακας 7.8*



*Σχήμα 7. 4.Χάρτης διαχωρισμού της Ελλάδας σε ζώνες ανάλογα με τις θερμομονωτικές απαιτήσεις*



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο πάνω από 600 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας θα εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων-ΚΕΝΑΚ(2008), το κάθε κτίριο θα πρέπει να έχει μονωμένο κέλυφος, έτσι ώστε ο μέγιστος συντελεστής θερμοπερατότητας των διαφόρων δομικών στοιχείων, για κάθε κλιματική ζώνη, να βρίσκεται εντός των ακόλουθων τιμών.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας [W/m <sup>2</sup> .K]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	K <sub>D</sub>	0,5	0,4	0,4	0,3
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	K <sub>W</sub>	0,7	0,6	0,5	0,4
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	K <sub>DL</sub>	0,5	0,4	0,4	0,3
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	K <sub>G</sub>	1,5	1	0,7	0,5
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	K <sub>WE</sub>	1,5	1	0,7	0,5
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κλπ)	K <sub>F</sub>	3,2	3	2,8	2,6
Γυάλινες προσόψεις μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	K <sub>GF</sub>	1,4	1,4	1,4	1,4

*Πίνακας 7.9*

Επίσης, σε κάθε όροφο, ο μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας των επιφανειών των εξωτερικών τοίχων, συμπεριλαμβανομένων των θυρών και των παραθύρων, ανά όροφο,  $k_{m,(WF)}$  θα πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 1,86 W/m<sup>2</sup>.K.

Ο υπολογισμός της τιμής του  $k_{m,(WF)}$  γίνεται με τη σχέση

$$k_m = \frac{k_W \cdot F_W + k_F \cdot F_F}{F_W + F_F}$$

όπου  $F_W$  είναι η επιφάνεια του ανοίγματος επί της συνολικής επιφάνειας και  $F_F$  η επιφάνεια του τοίχου επί της συνολικής επιφάνειας.

Σε κάθε χώρο, το ποσοστό των ανοιγμάτων, ως προς την επιφάνεια του δαπέδου, θα πρέπει να είναι μεγαλύτερο του 10%. , σύμφωνα με τον Κτιριοδομικό Κανονισμό. Προτεινόμενο ποσοστό ανοιγμάτων ανά επιφάνεια κτιρίου είναι το 12-14%, ανάλογα τον προσανατολισμό και την χρήση των χώρων.

Σε περίπτωση που το κτίριο διαθέτει ποσοστό ανοιγμάτων άνω του 20%, το οποίο δεν είναι συνηθισμένο στις κατοικίες, τίθενται όρια για το μέσο συντελεστή θερμικής διαπερατότητας  $k_m$ .

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

F/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k <sub>m</sub> ) σε [Kcal/m <sup>2</sup> .h.K]				Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής (k <sub>m</sub> ) σε [W/m <sup>2</sup> .K]			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1.14	0.86	0.69	0.56	1,32	1,00	0,80	0,65
0,3	1.14	0.86	0.69	0.56	1,23	0,94	0,75	0,62
0,4	1.06	0.81	0.65	0.53	1,15	0,89	0,71	0,58
0,5	0.99	0.77	0.61	0.50	1,08	0,84	0,66	0,55
0,6	0.93	0.72	0.55	0.47	1,02	0,79	0,63	0,51
0,7	0.88	0.68	0.54	0.44	0,97	0,74	0,59	0,49
0,8	0.83	0.64	0.51	0.42	0,94	0,71	0,57	0,47
0,9	0.81	0.61	0.49	0.40	0,92	0,69	0,54	0,45
≥ 1,0	0.79	0.59	0.46	0.39	0,91	0,67	0,52	0,43

*Πίνακας 7. 10*

### 7.2.A.iv. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Θερμομονωτικά υλικά ονομάζονται τα υλικά που έχουν μικρή τιμή συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ.

Η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού εξαρτάται από το πορώδες του και είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο περισσότεροι είναι οι πόροι του και έχουν μικρότερο μέγεθος. καθώς ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή θερμικής αγωγιμότητας λ=0,021W/mK.

Οι θερμομονωτικές ιδιότητες των υλικών εξαρτώνται από τη θερμοκρασία και την υγρασία.

Ο συντελεστής K αυξάνεται με αύξηση της θερμοκρασίας, οπότε μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητα του υλικού.

Η υγρασία αποτελεί σημαντικό πρόβλημα στα θερμομονωτικά υλικά. Το νερό, οποίο γεμίζει τους πόρους του υλικού εκτοπίζοντας τον αέρα, έχει 24 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα(λ=0,57W/mK).Γι αυτό το λόγο ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ αυξάνεται με αύξηση της υγρασίας στο υλικό, όπως έχει ήδη αναφερθεί, και αυξάνεται συνεπώς και ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας K του υλικού, καταστρέφοντας έτσι προσωρινά ή οριστικά τις μονωτικές του ιδιότητες.

Είναι σημαντικό να σημειώσουμε επίσης ότι, όλα τα μονωτικά υλικά, με την πάροδο του χρόνου, παρουσιάζουν μείωση της θερμομονωτικής τους ικανότητας, με άλλα λόγια ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ πάντοτε αυξάνει.

Κατά την εκλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού λαμβάνονται υπόψη εκτός από τις θερμομονωτικές ιδιότητες και το όπως αυτές επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την υγρασία και άλλες φυσικές ιδιότητες, όπως τη μηχανική του αντοχή, τη σκληρότητα, τη διαπερατότητα σε υδρατμούς, την πυραντίσταση, την ηχομόνωση τη διάρκεια ζωής και άλλους παράγοντες όπως το κόστος, η επάρκεια στην αγορά του κτλ.

Η επιλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού υλικού δεν αποτελεί αρμοδιότητα του Ηλεκτρολόγου μηχανικού, ωστόσο γίνεται αναφορά στα υπάρχοντα θερμομονωτικά υλικά.

Τα θερμομονωτικά υλικά διακρίνονται στα ανόργανα και τα οργανικά, τα κυριότερα των οποίων είναι τα εξής

- θερμομονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης

- **Αμίαντος**

Σερπεντίνης ή κεροσίλβη με τη μορφή λεπτών ινών. Παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα και αντοχή σε εφελκυσμό. Είναι ανθεκτικός στη φωτιά και στην επίδραση των οξέων. Χρησιμοποιείται για άφλεκτες επενδύσεις με τη μορφή εύκαμπτων παπλωμάτων. Επίσης, χρησιμοποιείται στις επενδύσεις σωλήνων και σιδερένιων κατασκευών. Η χρήση του, όμως, έχει περιοριστεί σημαντικά γιατί είναι υλικό επικίνδυνο για την υγεία.

- **Περλίτης**

Βρίσκεται στη φύση με τη μορφή ηφαιστειακού υαλώδους πετρώματος. Αποτελείται από  $SiO_2$  κατά 75%. Σε θερμοκρασίες πάνω από 1000  $^{\circ}C$  διαστέλλεται, θρυμματίζεται, ο όγκος του αυξάνει κατά 15÷25 φορές και λαμβάνεται ο διογκωμένος περλίτης. Χρησιμοποιείται ως αδρανές υλικό για την κατασκευή μονωτικών πλακών. Λόγω του αυξημένου πορώδους του και αναμεμιγμένος με τσιμέντο χρησιμοποιείται ως θερμομονωτική και ηχομονωτική στρώση κάτω από τα δάπεδα.

- **Σκυροδέματα μικρής φαινόμενης πυκνότητας**

Είναι σκυροδέματα με μεγάλη περιεκτικότητα σε αέρα (π.χ. το YTONG) ή σκυροδέματα με αδρανή από αφρώδη πολυστυρόλη, τα οποία έχουν σφαιρική μορφή και διαβάθμιση 1/6 mm. Στην πρώτη περίπτωση με τη χρήση ειδικών χημικών μέσων δημιουργούνται φυσαλίδες μέσα στη μάζα του σκυροδέματος, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η περιεκτικότητα σε αδρανή είναι 60 %÷80 % κ.ό.

- **Μονωτικά με συνθετικό τη γύψο**

Είναι γυψοσανίδες, πλάκες από γύψο ή γυψόχαρτο. Συχνά περιέχουν και άλλα ελαφρά συστατικά φυτικής ή ορυκτής προέλευσης. Ειδικές πλάκες από γύψο και χαρτί χρησιμοποιούνται για πυροπροστασία.

- **Αφρώδες γυαλί**

Έχει ως βασικό συστατικό την καθαρή άμμο και παρασκευάζεται με επεξεργασία διογκωτικού μέσου σε δύο τύπους με τη μορφή ανοικτών ή κλειστών πόρων. Είναι ανθεκτικό στη σήψη και στα παράσιτα. Πρέπει να προστατεύεται από τη βροχή, γιατί μπορεί να διαβρωθεί από το στάσιμο νερό.

- **Ινώδη μονωτικά υλικά ανόργανης προέλευσης**

Αναφέρονται συνήθως ως ίνες ορυκτής προέλευσης. Το μήκος των ινών είναι διαφορετικό για κάθε υλικό και εξαρτάται από την αντοχή του υλικού και τη διατομή των ινών. Είναι άφλεκτα υλικά και έχουν αυξημένη αντοχή στη γήρανση, παρουσιάζουν όμως μειωμένη ελαστικότητα. Τα υλικά χρησιμοποιούνται με τη μορφή παπλωμάτων, κοχυλιών και μαλακών ή σκληρών πλακών.

Στην κατηγορία αυτή των μονωτικών υλικών περιλαμβάνονται :

- **α. Υαλοβάμβακας**

Παρασκευάζεται από πυριτικό γυαλί με ειδική κατεργασία. Είναι άκαυστος και δεν προσβάλλεται από τα οξέα, εκτός από το υδροχλωρικό. Προσβάλλεται από την υγρασία και πρέπει να προστατεύεται.

### **β. Πετροβάμβακας**

Παρασκευάζεται από ορυκτά ασβεστολιθικής προέλευσης με ειδική κατεργασία. Αντέχει σε θερμοκρασίες μέχρι 800°C και χρησιμοποιείται για μόνωση σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία.

### **γ. Ορυκτοβάμβακας**

Παρασκευάζεται από ασβεστόλιθο, ο οποίος διαμορφώνεται σε λεπτές ίνες. Χρησιμοποιείται για μόνωση σωληνώσεων και στις οικοδομές είτε ως μονωτικό με τη μορφή πλακών, είτε εκτοξευόμενος για την κατασκευή μονωτικών στρώσεων. Πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία.

#### **• Υαλομέταξα**

Είναι υλικό άφλεκτο και ανθεκτικό στην επίδραση των χημικών αντιδραστηρίων. Χρησιμοποιείται για την αύξηση της αντοχής των πλαστικών, όπως και για την κατασκευή άφλεκτων πετασμάτων και φίλτρων.

#### **• Θερμομονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης**

#### **• Ξύλο**

Χρησιμοποιείται ως μέτριο θερμομονωτικό υλικό με τη μορφή ελαφρών πλακών. Καλύτερη θερμομονωτική ικανότητα παρουσιάζουν πλάκες από ροκανίδια ή από ίνες ξύλου.

#### **• Φελλός**

Χρησιμοποιείται ο φυσικός φελλός διαμορφωμένος σε πλάκες ή φύλλα. Είναι υλικό ελαφρύ και επιπλέει στο νερό. Είναι αδιαπέραστος από το νερό και άλλα υγρά. Έχει μεγάλη συμπιεστότητα και ελαστικότητα και μεγάλη αντοχή σε αραιά διαλύματα οξέων. Επίσης, κατασκευάζονται πλάκες από διογκωμένα πεπιεσμένα τρίμματα φελλού. Ανάλογα με τη συγκόλληση διακρίνονται :

**α. Πλάκες συγκολλημένες με άργιλο με  $\lambda = 0,06 \div 0,07 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$**

**β. Πλάκες συγκολλημένες με ρητίνη με  $\lambda = 0,045 \div 0,05 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$**

**γ. Πλάκες συγκολλημένες με ασφαλτικά υλικά με  $\lambda = 0,045 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$**

**δ. Πλάκες χωρίς συνδετικό υλικό με  $\lambda = 0,040-0,045 \text{ W/m}^{\circ}\text{K}$**

#### **• Τύρφη**

Βρίσκεται με τη μορφή πλακών ή τεχνητών λίθων που κατασκευάζονται από τύρφη ινώδους μορφής με ασφαλική συνδετική ύλη. Παρουσιάζει μειωμένη αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις και είναι κατάλληλη για ηχομόνωση.

#### **• Πεπιεσμένο άχυρο**

Βρίσκεται με τη μορφή ελαφρών πλακών, οι οποίες έχουν μικρό κόστος. Παρουσιάζει και ηχομονωτικές ιδιότητες. Οι πλάκες πρέπει να ξηραθούν πλήρως και γρήγορα, γιατί είναι δυνατό να σαπίσουν.

#### **• Ινώδη μονωτικά υλικά οργανικής προέλευσης**

Το πιο χαρακτηριστικό υλικό αυτής της κατηγορίας είναι το ξυλόμαλλο.

Παρασκευάζεται, κυρίως, από ίνες ξύλου αλλά και από φύκια, καλάμια ή άλλα λεπτά οργανικά υλικά αναμεμιγμένα με τσιμέντο υψηλής αντοχής. Παρουσιάζει υψηλή αντοχή σε κάμψη, θλίψη, γήρανση και είναι ανθεκτικό στη φωτιά. Πρέπει να προστατεύεται από την υγρασία. Βρίσκεται σε δύο τύπους.

#### **α. Heraclith**

Είναι συμπιεγμένες πλάκες από ξυλόμαλλο και χρησιμοποιείται ως θερμομονωτικό και

ηχομονωτικό υλικό.

#### **β. Heratecta**

Είναι σύνθετες πλάκες, οι οποίες αποτελούνται από τρεις στρώσεις. Οι δυο εξωτερικές είναι πλάκες από ξυλόμαλλο και η ενδιάμεση είναι διογκωμένη πολυστερίνη ή πολυουρεθάνη.

Χρησιμοποιείται σε αυξημένες απαιτήσεις θερμομόνωσης.

- **Διογκωμένη πολυστερίνη**

Παρασκευάζεται από το αιθυλοβενζόλιο με κατάλληλη επεξεργασία και πολυμερισμό με την ενσωμάτωση διογκωτικού προϊόντος. Είναι υλικό ελαφρύ με υψηλή θερμομονωτική ικανότητα. Επειδή έχει ανοιχτούς πόρους, επηρεάζεται σημαντικά από την υγρασία με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμομονωτική ικανότητά του.

- **Αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη**

Παρασκευάζεται με πιο εξελιγμένη μέθοδο επεξεργασίας από ότι η διογκωμένη πολυστερίνη, με αποτέλεσμα το υλικό να αποτελείται από κλειστές κυψελίδες και να μην απορροφά υγρασία. Είναι άριστο θερμομονωτικό υλικό.

- **Διογκωμένη πολυουρεθάνη**

Παρασκευάζεται από ανάμιξη οργανικών ουσιών παρουσία καταλύτη και ακολούθως διογκώνεται. Αποτελείται από κλειστές κυψελίδες. Δεν διαβρώνεται από τοξικές ουσίες

Επίσης χρησιμοποιούνται

- **Θερμομονωτικά τούβλα**

Είναι τούβλα στη μάζα των οποίων έχουν δημιουργηθεί μικρές σφαιρικές κοιλότητες αέρα. Είναι ελαφρύτερα από τα κοινά τούβλα κατά 25-40%. Αντέχουν στον παγετό και τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες και παρά το γεγονός ότι απορροφούν την υγρασία, έχουν τη δυνατότητα να την επαναποδώσουν εύκολα στην ατμόσφαιρα και να στεγνώσουν. Έχουν μικρό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών ( $\mu=8-12$ ), επιτρέποντας έτσι την «αναπνοή του τοίχου». Χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των εξωτερικών τοίχων, χωρίς τη χρήση άλλου θερμομονωτικού υλικού.

- **Τούβλα με ενσωματωμένη μόνωση**

Κοινά τούβλα ενσωματωμένα έτσι ώστε στη διατομή τους να αφήνεται χώρος για την τοποθέτηση ενός θερμομονωτικού υλικού (κυρίως πολυουρεθάνης) μετά το ψήσιμο. Είναι άκαυστα, το βάρος τους διαφέρει ελάχιστα από τα κοινά τούβλα και η συμπεριφορά τους στην υγρασία μοιάζει με εκείνη των θερμομονωτικών τούβλων.

- **Μονωτικά σκυροδέματα**

Έχουν σα συνθετική ύλη το τσιμέντο και ως αδρανή ειδικά υλικά τα οποία εξασφαλίζουν την παρουσία φυσαλίδων αέρα και έτσι εμφανίζουν μονωτικές ιδιότητες.

Με γνώμονα την οικολογική δόμηση προτείνεται η παρακάτω αξιολόγηση μονωτικών υλικών.

### 1 προτίμηση

Φελλός, κυτταρίνη, ξυλόμαλλο, Διογκωμένος άργιλος, Λιναρόμαλλο

### 2 προτίμηση

Ορυκτοβάμβακας

### 3 προτίμηση

Διογκωμένη πολυστερίνη, υαολβάμβακας

#### **4 προτίμηση**

Εξηλασμένη πολυστερίνη, πολυουρεθάνη

### **7.2.B. ΥΑΛΟΣΤΑΣΙΑ-ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**

#### **7.2.B.I. ΟΡΙΣΜΟΙ-ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ**

Υαλοστάσια ονομάζονται τα πλαίσια των παραθύρων και οι υαλοπίνακες(τζάμια) που προσαρμόζονται σε αυτά.

Τα πρώτα πλαίσια ήταν ξύλινα, αργότερα εμφανίστηκαν τα σιδερένια, σήμερα χρησιμοποιούνται του αλουμινίου ενώ στο μέλλον διαφαίνεται να επικρατούν τα πλαστικά. Τα πλαίσια αλουμινίου είναι πιο οικονομικά και ανθεκτικά σε σχέση με τα ξύλινα, τα τελευταία όμως επιτρέπουν το φυσικό αερισμό του χώρου από τις χαραμάδες και επομένως την καλή ποιότητα του εσωτερικού αέρα. Γι αυτό το λόγο, η χρήση των πλαισίων αλουμινίου, επιβάλλει τον αερισμό του χώρου, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που έχουν αναφερθεί.

Οι υαλοπίνακες αποτελούν τα μέρη του κτιριακού κελύφους με τις μεγαλύτερες θερμικές απώλειες, καθώς ακόμη και στα υαλοστάσια υψηλής απόδοσης, ο συντελεστής θερμοπερατότητας K είναι τουλάχιστον 5 φορές μεγαλύτερος από σε σχέση με τα μονωμένα αδιαφανή μέρη του κελύφους.

Κατά την επιλογή των υαλοπινάκων, ο Μηχανικός θα πρέπει να λάβει υπόψη του ανταγωνιστικές παραμέτρους όπως τη θέα, το φυσικό φωτισμό, τα ηλιακά κέρδη, τις θερμικές απώλειες, την ηχομόνωση και την αισθητική.

Ειδικότερα, οι υαλοπίνακες εξυπηρετούν τις εξής απαιτήσεις.

1. Ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών το χειμώνα, δηλαδή μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας K
2. Είσοδο μέγιστης ηλιακής ακτινοβολίας το χειμώνα, δηλαδή μεγάλο συντελεστή ηλιακών κερδών
3. Μείωση στο ελάχιστο της ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι, δηλαδή μεγάλο συντελεστή ανακλαστικότητας
4. Περιορισμός του υπερβολικού φωτισμού του χώρου
5. Εξασφάλιση ηχομόνωσης
6. Αισθητική αρτιότητα
7. Μηχανική αντοχή
8. Χαμηλό κόστος
9. Εξασφάλιση πιστής οπτικής επαφής μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος
10. Εύκολη συντήρηση και αντικατάσταση



Συνεισφέρουν οπότε στην παθητική θέρμανση και το φυσικό φωτισμό του κτιρίου και ορισμένοι ειδικοί υαλοπίνακες στον παθητικό δροσισμό του.

Όπως θα γίνει περισσότερο κατανοητό στη συνέχεια, για το μεσογειακό κλίμα της Ελλάδας, με τους ήπιους χειμώνες και τη μεγάλη ηλιοφάνεια, εκτιμάται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν μονοί υαλοπίνακες σε συνδυασμό με κατάλληλα σκίαστρα.

Αναλυτική περιγραφή των ειδών των υαλοπινάκων και των απαιτήσεων που ικανοποιούν παρατίθεται στη συνέχεια.. Προηγουμένως, όμως, κρίνεται σκόπιμη η περιγραφή των μηχανισμών μετάδοσης της θερμότητας και της ακτινοβολίας μέσω των υαλοστασίων.

### 7.2.B.II. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η πορεία της ηλιακής ακτινοβολίας, που προσπίπτει σε ένα υαλοπίνακα παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί.

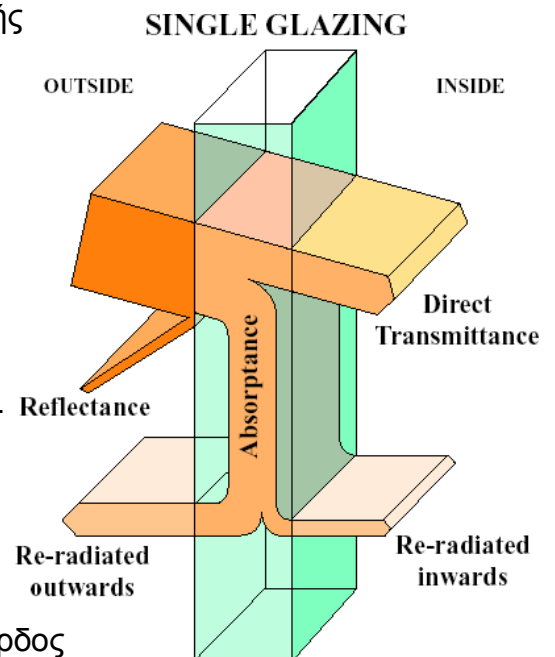
Όπως φαίνεται, 3 φαινόμενα λαμβάνουν χώρα.

- **ανάκλαση.** Εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας κάθετα στην επιφάνεια του γυαλιού που ανακλάται από το γυαλί
- **απορρόφηση.** Εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα στην επιφάνεια του γυαλιού και απορροφάται από τη μάζα του.
- **άμεση περατότητα.** Εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει κάθετα και διαπερνά άμεσα τη μάζα του γυαλιού.

Ένα μέρος της ακτινοβολίας ανακλάται άμεσα, ένα μέρος εισέρχεται άμεσα στο χώρο και το υπόλοιπο απορροφάται από τη μάζα του γυαλιού. Η ακτινοβολία που απορροφάται, κατά ένα μέρος εισέρχεται στο εσωτερικό και αποτελεί το ηλιακό κέρδος του υαλοπίνακα, ενώ το υπόλοιπο επανεκπέμπεται στο εξωτερικό περιβάλλον με τη μορφή απωλειών.

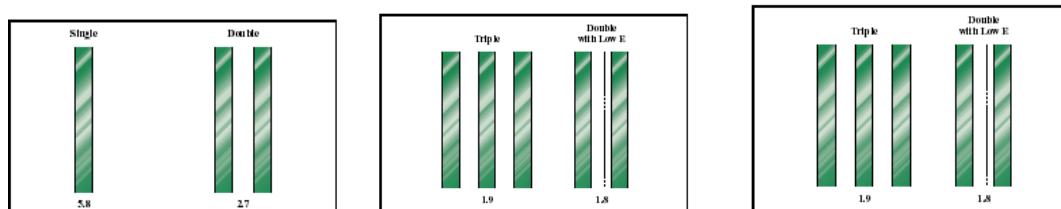
Η μείωση των θερμικών απωλειών διαμέσου των υαλοπινάκων, η μείωση, δηλαδή, του συντελεστή θερμοπερατότητας  $K$ , επιτυγχάνεται

- τοποθετώντας διπλούς ή τριπλούς υαλοπίνακες
- αυξάνοντας το πλάτος του διάκενου
- χρησιμοποιώντας υαλοπίνακες με επιστρώσεις χαμηλής εκπομπής (*Low-E*)



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- γεμίζοντας το διάκενο με αέρια χαμηλότερης αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα, πχ
    - μειώνοντας τη συναγωγή στην περιοχή του διακένου
    - δημιουργώντας συνθήκες μερικού ή ολικού κενού στο διάκενο
- Με τις παραπάνω μεθόδους, μειώνεται μερικώς ο συντελεστής ηλιακής διαπερατότητας και αυξάνεται η πιθανότητα εσωτερικής υπερθέρμανσης κατά τη διάρκεια του θέρους.



Σχήμα 7. 5

Για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας, μπορεί να χρησιμοποιηθούν

- χρωματιστά στη μάζα τους γυαλιά (αυξημένη απορροφητικότητα)
- γυαλιά ανακλαστικής επίστρωσης (αυξημένη ανακλαστικότητα και συνήθως και απορροφητικότητα)
  - συνδυασμός των παραπάνω
  - διπλές υαλώσεις με ενσωματωμένα σκιάδια
  - γυαλιά μεταβαλλόμενης περατότητας φωτός (τελευταία εμπορική εξέλιξη, ηλεκτροχρωμικοί υαλοπίνακες)

### 7.2.B.III. ΕΙΔΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Τα υαλοστάσια κατέχουν εξέχουσα θέση στην ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου, καθώς αποτελούν το πιο ευπαθές στοιχείο του κτιριακού κελύφους.

Γι αυτό το λόγο, πέρα από τα κλασσικά είδη υαλοπινάκων, η επιστημονική έρευνα στρέφεται στη μελέτη υαλοστασίων προηγμένης τεχνολογίας, τα οποία διαθέτουν βελτιωμένες θερμικές και οπτικές ιδιότητες, συνεισφέροντας σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας από θέρμανση, ψύξη και φωτισμό. Τα υαλοστάσια προηγμένης τεχνολογίας, ανάλογα με την ευελιξία τους σε προσαρμοστικότητα οπτικών ιδιοτήτων, διακρίνονται σε υαλοστάσια σταθερών οπτικών ιδιοτήτων, μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με χειροκίνητο ή φυσικό τρόπο και μεταβλητών οπτικών ιδιοτήτων με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και θερμοκρασιακές μεταβολές.

Οπότε, τα είδη των υαλοπινάκων που υπάρχουν στο εμπόριο είναι τα εξής.

- Απλός μονός υαλοπίνακας  
Έχουν το μεγαλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας, ο οποίος μειώνεται όταν αυξάνεται το πάχος του γυαλιού



- Απλός διπλός ή τριπλός υαλοπίνακας

Μεταξύ των υαλοπινάκων υπάρχει κενό ξηρού αέρα και ο συντελεστής θερμοπερατότητας μειώνεται όσο αυξάνεται το πλάτος του κενού. Καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες εμφανίζονται με πλήρωση του κενού με αέριο χαμηλότερης θερμικής αγωγιμότητας, πχ αργό, και/ή με την τοποθέτηση ειδικών μονωτικών διάφανων υλικών μέσα στο κενό, τα οποία εμποδίζουν την κίνηση του αέρα η του αερίου, δηλαδή δεν επιτρέπουν τη μετάδοση της θερμότητας με μετάβαση, εξασφαλίζοντας έτσι συντελεστή θερμοπερατότητας  $K=0,5-0,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

- Δίδυμος υαλοπίνακας

Στο ίδιο πλαίσιο στερεώνονται 2 υαλοπίνακες και ο αέρας που υπάρχει μεταξύ τους δεν είναι ξηρός. Έχουν καλύτερες θερμομονωτικές ιδιότητες από του απλούς και χειρότερες από τους διπλούς. Πλεονεκτούν, όμως, ως προς το κόστος. Μειονέκτημα τους είναι η θάμβωση λόγω της υγραποίησης του εσωτερικού αέρα

- Διπλός η τριπλός υαλοπίνακας με επίστρωση

Όπως ήδη αναφέρθηκε, υπάρχουν ανακλαστικές επιστρώσεις, οι οποίες ελαττώνουν τα θερμικά κέρδη και τη θάμβωση, επιστρώσεις χαμηλού συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (Low-e), που δεν επιτρέπουν τη διέλευση των υπέρυθρων ακτινών, και επιστρώσεις με φασματική επιλεκτικότητα, που έχουν μεγάλη διαπερατότητα στο οπτικό φάσμα και μικρή στο θερμικό.

- Υαλοπίνακας μεταβλητών ιδιοτήτων

Είναι υαλοπίνακας που μεταβάλλει τις ιδιότητες του, πχ διαπερατότητα και συντελεστή ηλιακών κερδών, ανάλογα την επίδραση ενός συγκεκριμένου παράγοντα.

Διακρίνονται στα παρακάτω είδη.

- Θερμοχρωμικός υαλοπίνακας

Με αύξηση της θερμοκρασίας γίνεται από διαφανής γαλακτόχρωμος.

- Φωτοχρωμικός υαλοπίνακας

Η διαπερατότητά του μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τα επίπεδα φωτισμού στα οποία εκτίθεται και έχει άριστα αποτελέσματα στον έλεγχο της θάμβωσης.

- Ηλεκτροχρωμικός υαλοπίνακας

Η διαπερατότητά του μεταβάλλεται ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τάση(1-3V)

- Υαλοπίνακας ομοιογενούς διάχυσης

Είναι διπλός υαλοπίνακας με ενδιάμεσο στρώμα κυψελοειδούς υλικού, το οποίο συλλέγει το ηλιακό φως και το αποδίδει στον εσωτερικό χώρο ομοιογενώς.

- Αντιθαμβωτικός υαλοπίνακας

Εξασφαλίζει καλύτερη κατανομή του φυσικού φωτισμού και ελαχιστοποιεί τα προβλήματα οπτικής θάμβωσης.

Τα σπουδαιότερα είδη είναι τα εξής.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- Διπλός υαλοπίνακας με εσωτερικά σκίαστρα

Τα σκίαστρα έχουν υψηλή ανακλαστικότητα, τοποθετούνται ανάμεσα στους υαλοπίνακες και μπορεί αν είναι σταθερά ή να κινούνται με τη χρήση μαγνητικών ή ηλεκτρικών μέσων, προσαρμόζοντας τη θέση τους ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Με το σύστημα αυτό ανακλάται το άμεσο ηλιακό φως ενώ το εισερχόμενο διάχυτο φως κατευθύνεται προς την οροφή, με άμεσο αποτέλεσμα τη βελτίωση της κατανομής του φυσικού φωτισμού στο χώρο.

- Πρισματικός υαλοπίνακας

Η πρισματική επιφάνεια ανακλά το άμεσο ηλιακό φως και επιτρέπει μόνο στο διάχυτο φως να εισέλθει στο χώρο.

- Διπλός υαλοπίνακας με ολογραφικό υμένιο στο εσωτερικό του

Ανακλά τη θερμική ακτινοβολία μειώνοντας τα θερμικά κέρδη, αλλά επιτρέπει τη διέλευση του διάχυτου φωτός.

Στον Πίνακα 7.11 παρουσιάζεται ο συντελεστής διαπερατότητας στων πιο συνηθισμένων ειδών υαλοπινάκων.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΓΙΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ			
Τύπος υαλοπίνακα	Πάχος υαλοπίνακα-διακένου-υαλοπίνακα (mm)	Αέριο διακένου	Συντελεστής Θερμοπερατότητας (W/m <sup>2</sup> K)
Μονός	6	-	5,7
Μονός	8	-	5
Διπλός	4-6-4	Αέρας	3,4
Διπλός	4-12-4	Αέρας	2,9
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-10-4	Αέρας	2,0 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αέρας	1,7 - 2,4
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-6-4	Αργό	2,1 - 2,6
Διπλός - χαμηλής εκπομπής	4-12-4	Αργό	1,3 - 1,7

Πίνακας 7. 11

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στην Ελλάδα προτιμούνται μονοί ή διπλοί απλοί υαλοπίνακες οι οποίοι είναι οικονομικοί και παράλληλα εξυπηρετούν τις ανάγκες συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Οι χειμώνες είναι ήπιοι, οπότε θερμικές απώλειες δεν είναι υψηλές και άρα δεν απαιτούνται τριπλά υαλοστάσια(και άρα πολύ χαμηλή τιμή του συντελεστή K). Υπάρχει υψηλή ηλιοφάνεια, επομένως γίνεται εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού ενώ η υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες αποφεύγεται με τη χρήση σκιάστρων.

Εάν το κόστος δεν είναι πρόβλημα, μπορεί να χρησιμοποιηθούν τα υαλοστάσια υψηλής (μόνιμης ή παροδικής) ανακλαστικότητας.

### 7.2.B.IV. ΔΙΑΦΑΝΕΙΣ ΠΡΟΣΟΨΕΙΣ

Σε πολλά αστικά κέντρα κατασκευάζονται κτίρια με γυάλινες προσόψεις. Αξίζει να σημειώσουμε ότι τα κτίρια αυτά είναι πολύ ενεργειακόβρα , καθώς απαιτούν υψηλά ποσά ενέργειας για θέρμανση και ψύξη. Επίσης προκαλούν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας, διαχέοντας τεράστια ποσά ενέργειας στα διπλανά τους κτίρια και ευθύνονται για το θάνατο πολλών πουλιών. Συνεπώς, η κατασκευή αυτών των κτιρίων πρέπει να αποφεύγεται, ειδικά στα θερμά κλίματα, όπως στην Ελλάδα.

### 7.2.C. ΣΚΙΑΣΕΙΣ

Ο πιο αποτελεσματικός τρόπος προστασίας ενός κτιρίου, από την άμεση ηλιακή ακτινοβολία, είναι η σκίαση. Το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας από την ψύξη , κυμαίνεται γύρω στο 20-30%.

Ο σκοπός της σκίασης είναι η ελαχιστοποίηση των ανεπιθύμητων ηλιακών κερδών και η παράλληλη εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού.

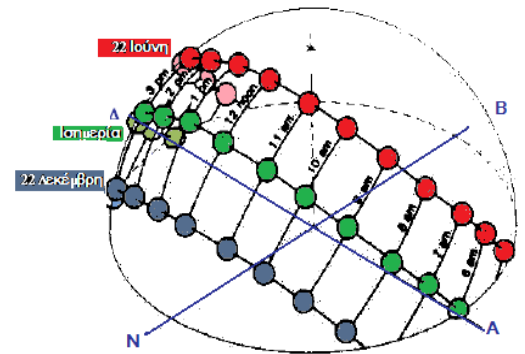
Ο βαθμός και ο τύπος της αναγκαίας σκίασης εξαρτάται από τη θέση του ηλίου, την τοποθεσία και τη γεωμετρία του τμήματος που πρέπει να σκιάζεται. Είναι περισσότερο απαραίτητη κατά τους θερινούς μήνες.

Η νότια πλευρά του κτιρίου προστατεύεται πιο εύκολα, καθώς το καλοκαίρι, η ηλιακή δέσμη βρίσκεται υψηλότερα σε σχέση με το χειμώνα. Τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα απαιτούν μεγαλύτερη προστασία, καθώς ο ήλιος είναι χαμηλά στον ουρανό όταν είναι στην ανατολή ή τη δύση και ένα μεγάλο ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας φτάνει σε αυτά τα παράθυρα.

Υπάρχουν διάφορων ειδών σκίαστρα, σταθερά ή ρυθμιζόμενα, συμπαγή ή διάτρητα.

### 7.2.C.I. ΣΤΑΘΕΡΗ ΣΚΙΑΣΗ

Η σταθερή σκίαση περιλαμβάνει τον πρόβολο. Στα νότια ανοίγματα τοποθετείται οριζόντιος πρόβολος, ώστε να εκμεταλλεύεται η ηλιακή ακτινοβολία το χειμώνα, που ο ήλιος βρίσκεται χαμηλότερα. Το βάθος του προβόλου καθορίζεται από την απόσταση του από το παράθυρο και το ύψος του ανοίγματος.



Σχήμα 7. 6

Στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα τοποθετούνται κατακόρυφα πετάσματα. Η διαστασιολόγησή τους γίνεται λαμβάνοντας υπόψη το πλάτος και το ύψος του ανοίγματος και τα διαγράμματα τροχιάς του ήλιου.

Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν κινητά πετάσματα, εφόσον η θέση του ήλιου μεταβάλλεται.

### **7.2.C.II. ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΗ ΣΚΙΑΣΗ**

Είναι προτιμότερη, καθώς μπορεί να ακολουθεί τις ηλιακές και κλιματικές εποχές,

Περιλαμβάνει τέντες, στόρια, ενετικά στόρια, ρολά και κουρτίνες. Εκτός από τη ρύθμιση του φωτός και την προστασία από την υπερθέρμανση κατά τους θερινούς μήνες, η ρυθμιζόμενη σκίαση μπορεί να χρησιμοποιηθεί το χειμώνα (πχ κατά τις βραδινές ώρες) για αύξηση της θερμομόνωσης.

Προτιμάται η εξωτερική σκίαση, ώστε να ανακλάται μεγαλύτερο ποσοστό του φωτός πριν φτάσει στα τζάμια. Εναλλακτικά χρησιμοποιούνται εσωτερικά ανακλαστικά πετάσματα ή πετάσματα τα οποία τοποθετούνται μεταξύ δύο στρωμάτων γυαλιού σε διπλό τζάμι. Προτείνεται η χρήση εξωτερικών σκιάστρων σε συνδυασμό με εσωτερικές κουρτίνες, τα οποία συμπληρώνουν τη λειτουργία της σκίασης όταν δεν επαρκεί, ενώ παράλληλα συντελούν στην αποφυγή της θάμβωσης.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο χρωματισμός και το είδος της επιφάνειας των σκιάστρων παίζουν ρόλο στην αποτελεσματικότητά του.

### **7.2.C.III. ΒΛΑΣΤΗΣΗ**

Η βλάστηση μπορεί να συνεισφέρει στο σκιασμό του κτιρίου. Ειδικά η χρήση φυλλοβόλων δέντρων, σε κατάλληλες θέσεις, ανακόπτουν την πορεία των ακτίνων του ηλίου κατά τη διάρκεια του θέρους μειώνοντας έτσι την ημερήσια θερμοκρασία, ενώ το χειμώνα αφήνουν την ηλιακή ακτινοβολία να περάσει ανεμπόδιστα. Κατά τη διάρκεια της νύχτας, εμποδίζουν τη διαφυγή της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος που εκπέμπεται από το έδαφος αυξάνοντας έτσι τη μέση θερμοκρασία.

### 7.2.D. ΤΟΙΧΟΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης αποτελεί μέθοδο παθητικής θέρμανσης του κτιρίου και συγκεκριμένα σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους.

Πρόκειται για το συνδυασμό

- τοίχου νότιου προσανατολισμού και
- εξωτερικού υαλοστασίου

Ο τοίχος είναι κατασκευασμένος από υλικό μεγάλης θερμοχωρητικότητας (μπετόν, πέτρες, τούβλα) , έχει μεγάλη θερμική μάζα και διασφαλίζει χρονική καθυστέρηση 6-8 ηστην απόδοση της θερμότητας, ώστε η εσωτερική του επιφάνεια να έχει τη μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας.

Η εξωτερική του επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος, για μεγαλύτερη απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας.

Όσο μεγαλύτερο είναι το γεωγραφικό πλάτος τόσο μικρότερη είναι η ηλιοφάνεια, οπότε απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια τοίχου.

Επίσης μεγαλύτερος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας απαιτεί μεγαλύτερο πάχος τοίχου, για την ίδια χρονική καθυστέρηση στην απόδοση της θερμότητας.

Ενδεικτικά, το βέλτιστο πάχος είναι: για μπετόν 30-40cm, τούβλο 40cm και τοίχο νερού 20-50cm.

Το υαλοστάσιο βρίσκεται σε απόσταση 10cm περίπου από τον τοίχο, σταθερό ή ανοιγόμενο, με μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες.

Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το υαλοστάσιο, εγκλωβίζεται στο κενό μεταξύ αυτού και του τοίχου, μετατρέπεται σε θερμότητα με αποτέλεσμα να θερμαίνονται σε σειρά η εξωτερική πλευρά του τοίχου , η μάζα του, η εσωτερική και ο εσωτερικός χώρος με αγωγιμότητα.

Η εσωτερική πλευρά του τοίχου έχει θερμοκρασία 18-23 οC. Η ελάχιστη τιμή της παρατηρείται το πρωί που όμως αρχίζουν να εμφανίζονται τα άμεσα ηλιακά κέρδη από τα νότια ανοίγματα.

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης δεν είναι αποτελεσματικό σε περιοχές με μέτρια ηλιοφάνεια.

Για προστασία από υπερθέρμανση το καλοκαίρι και θερμικές απώλειες κατά τη νύχτα του χειμώνα, χρησιμοποιείται κινούμενο σκίαστρο( απαραίτητα σε περιοχές με μεσογειακό κλίμα, όπως η Ελλάδα.)

Υπάρχουν διάφορα είδη τοίχων θερμικής αποθήκευσης. Αξίζει να αναφερθούν ο τοίχος Trombe και ο τοίχος νερού.

### 7.2.D.I. ΤΟΙΧΟΣ TROMBE

Πήρε το όνομά του από το μελετητή του, καθηγητή Trombe στη Γαλλία.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, πρόκειται για τοίχο θερμικής αποθήκευσης. Ο τοίχος είναι από μπετόν πάχους 30-40 cm και είναι βαμμένος εξωτερικά με σκούρο χρώμα. Το υαλοστάσιο βρίσκεται σε απόσταση 5 cm από τον τοίχο. Το χαρακτηριστικό του τοίχου Trombe είναι ότι στο ανώτερο και κατώτερο μέρος του τοίχου υπάρχουν θυρίδες για να διευκολύνουν την κίνηση του αέρα.

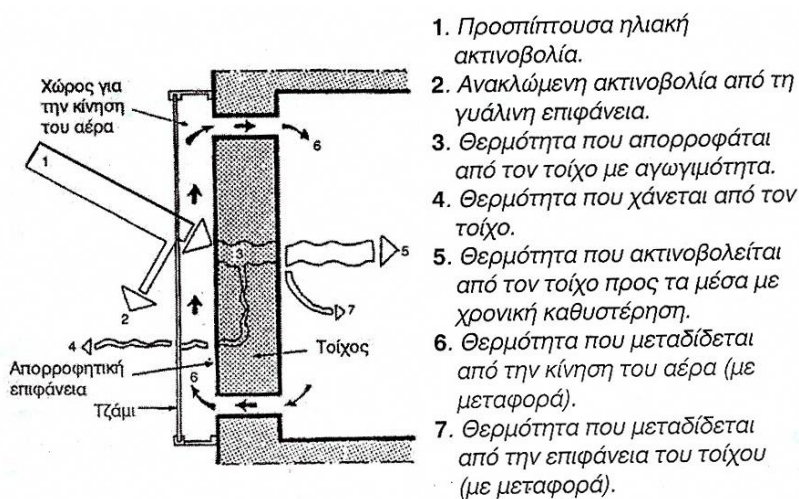
Το χειμώνα, οι θυρίδες είναι ανοιχτές κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλειστές κατά τη διάρκεια της νύχτας.

Κατά τη διάρκεια της μέρας ο χώρος θερμαίνεται με το φαινόμενο του θερμοσιφωνισμού. Ο αέρας μεταξύ του υαλοπίνακα και του τοίχου θερμαίνεται, κινείται προς τα επάνω, εξέρχεται από την ανώτερη θυρίδα προς το εσωτερικό και αντικαθίσταται από τον ψυχρότερο αέρα που εισέρχεται στο κενό από την κατώτερη θυρίδα.

Κατά τη διάρκεια της νύχτας, που οι θυρίδες είναι κλειστές, η θέρμανση του χώρου πραγματοποιείται με ακτινοβολία της θερμότητας που είναι αποθηκευμένη στον τοίχο.

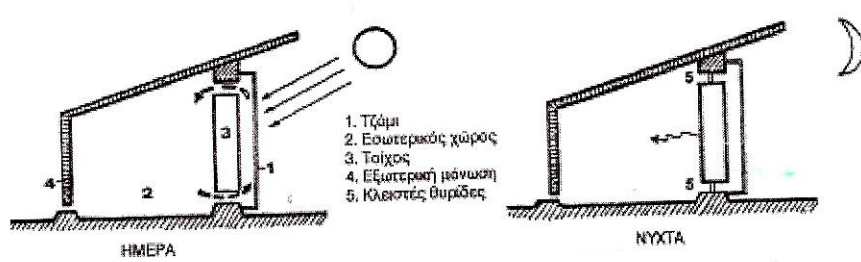
Το καλοκαίρι, η άνω θυρίδα παραμένει κλειστή και η απομάκρυνση του θερμού αέρα του κενού πραγματοποιείται από φεγγίτη στο ανώτερο σημείο του υαλοστασίου.

Όπως ήδη αναφέρθηκε, κινούμενο σκίαστρο προστατεύει από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και τις θερμικές απώλειες τη νύχτα του χειμώνα.



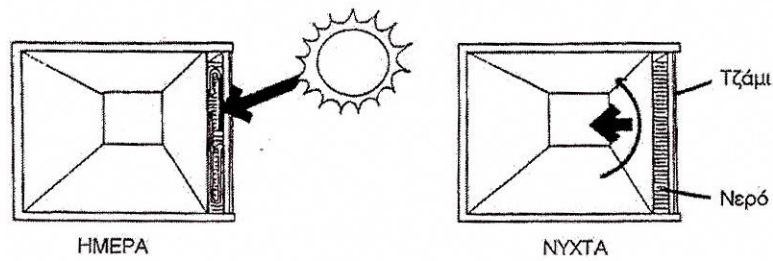
Σχήμα 7. 7





Σχήμα 7. 8. Λειτουργία τοίχου Trombe κατά τη διάρκεια του χειμώνα

## 7.2.D.II. ΤΟΙΧΟΣ ΝΕΡΟΥ



Σχήμα 7. Λειτουργία τοίχου νερού κατά τη διάρκεια του χειμώνα

Στην παραλλαγή αυτή του τοίχου θερμικής αποθήκευσης, χρησιμοποιείται νερό (για την αποθήκευση της θερμότητας) πίσω από ένα υαλοστάσιο.

Το πλεονέκτημα είναι ότι το νερό παρουσιάζει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα και επομένως απαιτείται μικρότερο πάχος για την αποθήκευση της ίδιας ποσότητας θερμότητας.

Το μειονέκτημα είναι ότι, επειδή το νερό θερμαίνεται ομοιόμορφα, η θερμοκρασία είναι ίδια στην εσωτερική και εξωτερική πλευρά του τοίχου, με αποτέλεσμα το βράδυ να ακτινοβολείται θερμότητα προς το εσωτερικό αλλά και προς το εξωτερικό του τοίχου.

Και σε αυτή την περίπτωση απαιτείται νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά του τοίχου.

## 7.2.Ε. ΟΡΟΦΗ

### 7.2.Ε.Ι. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΟΡΟΦΗ

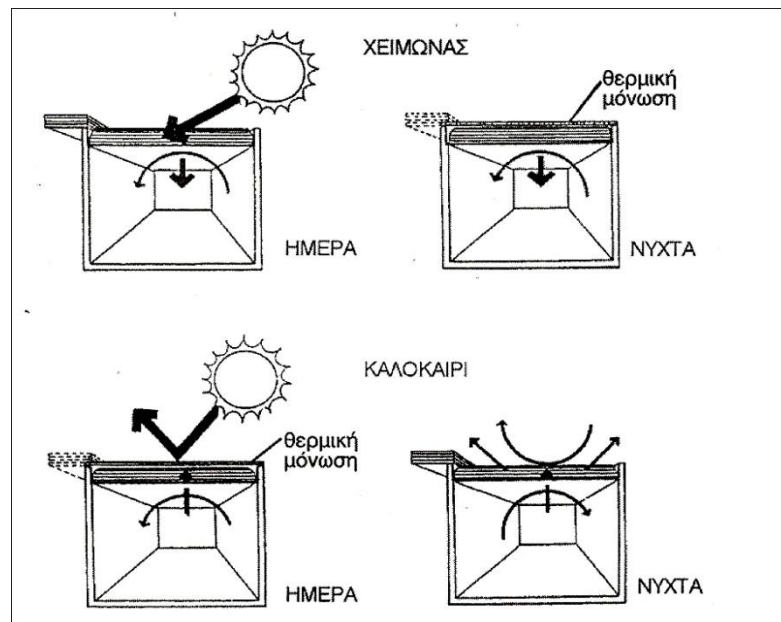
Η αεριζόμενη οροφή προσφέρει

- ελαχιστοποίηση των θερμογεφυρών στο περίβλημα του κτιρίου με την πλήρη επένδυσή τους σε ολόκληρη της εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου
- αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κελύφους του κτιρίου ώστε οι συνθήκες των εσωτερικών χώρων να παραμένουν ανεπηρέαστες στις απότομες καιρικές αλλαγές για σημαντικό χρόνο
- συνθήκες άνεσης στους εσωτερικούς χώρους και ομοιόμορφης κατανομής της εσωτερικής θερμοκρασίας επιφανείας οπότε αποφεύγεται η εμφάνιση επιφανειακών συμπυκνωμάτων υδρατμών
- προστατεύει την εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου από ρυγματώσεις λόγω της ετήσιας διακύμανσης της εξωτερικής θερμοκρασίας επιφανείας.

### 7.2.Ε.ΙΙ. ΟΡΟΦΗ ΝΕΡΟΥ

Η οροφή με ακτινοβολητή νερού αποτελεί ταυτόχρονα σύστημα παθητικής θέρμανσης(το χειμώνα) και παθητικής ψύξης (το καλοκαίρι).

Περιλαμβάνει σάκους με νερό που τοποθετούνται στην πλάκα του κτιρίου και αποτελεί παραλλαγή του τοίχου νερού, που έχει ήδη αναφερθεί.



Σχήμα 7. 9.Λειτουργία οροφής νερού



### 7.2.E.III. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Το φυτεμένο δώμα είναι ο γνωστός “ταρατσόκηπος”.

Διαθέτει καλές θερμομονωτικές ιδιότητες και οπότε μειώνει τα φορτία κλιματισμού και θέρμανσης σε ποσοστό ως και 30% το καλοκαίρι και 10% το χειμώνα.

Αναλυτικότερα, το καλοκαίρι το φυτεμένο δώμα εμποδίζει την ηλιακή ακτινοβολία να φθάσει στο κτιριακό κέλυφος, μέσω της σκιάς που δημιουργούν τα φυτά στην επιφάνειά του. Πρακτικά θεωρείται ότι μηδενίζει την επίδραση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας στην οροφή του κτιρίου, η οποία αποτελεί σημαντική πηγή θερμικής επιβάρυνσης. Προτιμώνται φυλλοβόλα φυτά ,έτσι ώστε το χειμώνα να μην εμποδίζεται η ηλιακή ακτινοβολία και οπότε, να μην εμφανίζεται απώλεια ηλιακού κέρδους.

Επιπλέον, κατά τη διάρκεια της νύχτας εμποδίζεται η διαφυγή της ακτινοβολίας μεγάλου μήκους κύματος και επομένως η θερμοκρασία του δώματος με βλάστηση είναι υψηλότερη.

Εκτιμάται ότι αν η Αθήνα είχε φυτεμένα δώματα, θα εξοικονομούσε 600MW ηλεκτρικής ενέργειας το καλοκαίρι(όσα παράγει η μονάδα της ΔΕΗ στη Μεγαλόπολη) και η θερμοκρασία θα ήταν 3οC χαμηλότερη.

Το φυτεμένο δώμα, πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας, παρουσιάζει και πολλά άλλα οφέλη.

- Μειώνει την ατμοσφαιρική ρύπανση λόγω της φωτοσύνθεσης
- Εμπλουτίζει τον αέρα με οξυγόνο και μειώνουν το διοξείδιο του άνθρακα, συνεισφέροντας στη δραστική μείωση του φαινομένου της αστικής νησίδας.
- Συγκρατεί και καθυστερεί την απορροή του βρόχινου νερού, μειώνοντας έτσι τα πλημμυρικά φαινόμενα.
- Δημιουργεί ευχάριστο περιβάλλον, πιο κοντά στη φύση.

Για το κλίμα της Ελλάδας, και ιδιαίτερα για την Αθήνα, συνίσταται η κατασκευή ταρατσόκηπου, σύμφωνα πάντα με την απαραίτητη μελέτη.

### 7.2.F. ΑΛΛΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ

Οι θερμικές απώλειες ενός κτιρίου εξαρτώνται και από άλλες παραμέτρους, εκτός από τις προαναφερθείσες.

- Η έντονη έκθεση του κτιρίου στους ανέμους αυξάνει τις θερμικές απώλειες. Αντίθετα η ύπαρξη γειτονικών κτιρίων, δέντρων ή άλλων εμποδίων τα οποία προφυλάσσουν το κτίριο από την άμεση επίδραση των ανέμων, μειώνουν τις θερμικές απώλειες.

- Ο αριθμός ελεύθερων πλευρών. Όσο περισσότερες είναι οι ελεύθερες πλευρές ενός κτιρίου, τόσο μεγαλύτερες είναι οι θερμικές απώλειες.

- Τα μεγάλα εξωτερικά παράθυρα αυξάνουν σημαντικά τις απώλειες θερμότητας, ακόμα και στην περίπτωση διπλών υαλοστασίων, οι οποίοι σε καμία περίπτωση δεν φτάνουν την καλή θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων τοιχοποιίας. Προτεινόμενο ποσοστό ανοιγμάτων ανά επιφάνεια κτιρίου είναι το 12-14%, ανάλογα τον προσανατολισμό και την χρήση των χώρων.

- Η θερμότητα διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος. Τις χαραμάδες στις πόρτες, τα παράθυρα κτλ. Η μείωση των ανεπιθύμητων ρευμάτων αέρα μπορεί να επιτευχθεί, επίσης, με τη χρήση ελαστικών παρεμβασμάτων στις χαραμάδες.

### 7.3. ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για τις ενεργητικές μεθόδους θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού στην Ελλάδα, έχουν θεσπιστεί κανονισμοί στα πλαίσια του Κανονισμού Ενεργειακής Αποδοτικότητας Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ).

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, κάθε κτίριο θα πρέπει να διαθέτει τις απαιτούμενες εγκαταστάσεις Θέρμανσης, Ψύξης, Κλιματισμού (ΘΨΚ) προκειμένου να εξασφαλίζεται η θερμική, οπτική και ακουστική άνεση των χρηστών, όπως ορίζεται από τις σχετικές οδηγίες του ΤΕΕ 2425 και 2423.

Οι εγκαταστάσεις ΘΨΚ θα πρέπει να είναι πιστοποιημένες όπως αναφέρεται στην παράγραφο 1 του ΚΕΝΑΚ, υψηλής απόδοσης και θα διαθέτουν τον απαραίτητο εξοπλισμό που διασφαλίζει την ορθολογική και αποδοτική χρήση τους, προκειμένου να επιτυγχάνεται η ελάχιστη δυνατή κατανάλωση ενέργειας.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται περιγραφή των προτεινόμενων συστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού και αερισμού για μία κατοικία, λαμβάνοντας υπόψη τις σχετικές οδηγίες.

#### 7.3.A. ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η θέρμανση μιας οικίας πραγματοποιείται κυρίως με το σύστημα κεντρικής θέρμανσης νερού, με λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου.

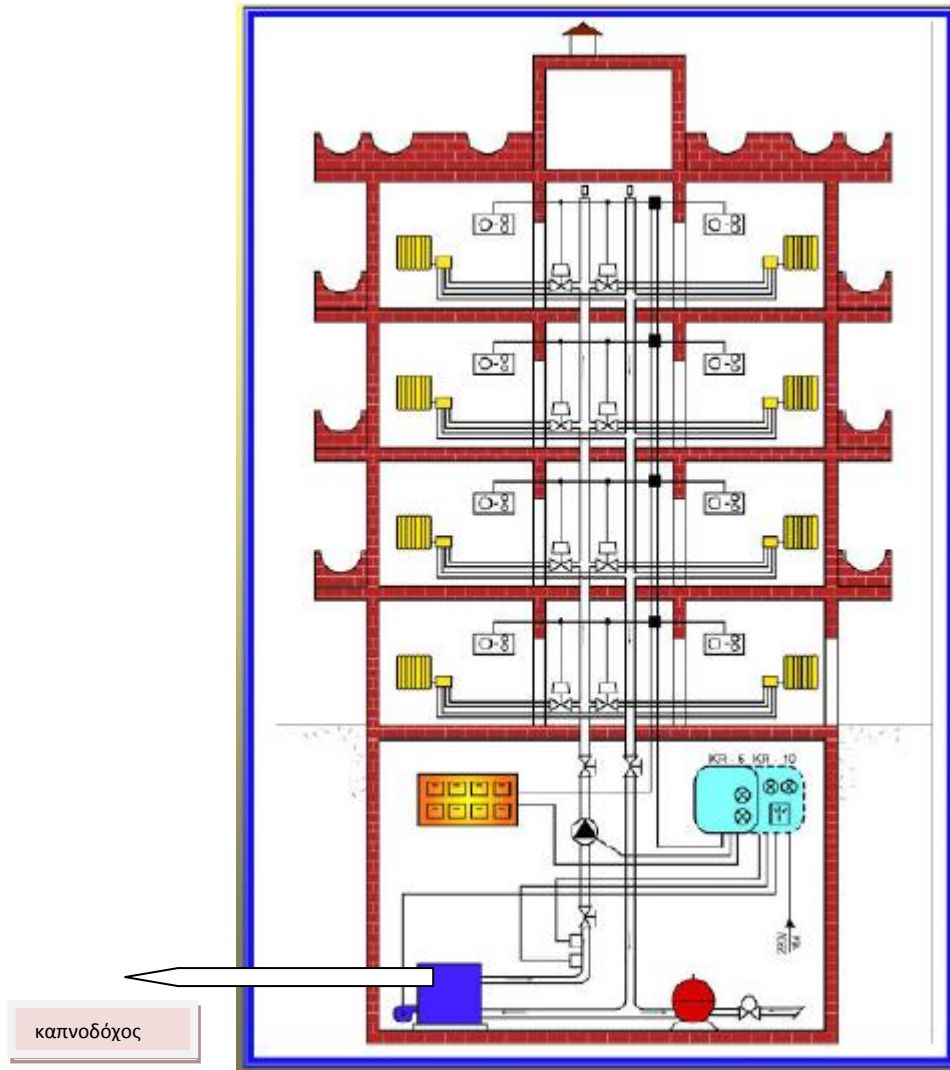
Κεντρική Θέρμανση ονομάζεται η παραγωγή θερμότητας για τη θέρμανση χώρων ή/και την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης από ένα κεντρικό σύστημα εγκατεστημένο σε ένα κτίριο (ή σύνολο κτιρίων) για το σκοπό αυτό.

Το κεντρικό αυτό σύστημα αποτελείται από ένα σύνολο αλληλοσυνδεδεμένων συσκευών και οργάνων, και συγκεκριμένα από το λέβητα, τον καυστήρα, τον κυκλοφορητή, τη δεξαμενή καυσίμων, τις διατάξεις ασφαλείας, τις σωληνώσεις, την καπνοδόχο και τα θερμαντικά σώματα. Η ενέργεια που παράγεται μεταφέρεται στους διάφορους χώρους μέσω ενός θερμαντικού μέσου (νερό, αέρας) ενώ η διανομή επιτυγχάνεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων ή αεραγωγών, ή ακόμη και με συνδυασμό και των δύο.

Εξοικονόμηση ενέργειας μπορεί να πραγματοποιηθεί στα διάφορα τμήματα του συστήματος.

Επίσης σημαντική για την εξοικονόμηση ενέργειας είναι η σωστή μελέτη θέρμανσης η οποία θα εξασφαλίσει την κατάλληλη εσωτερική θερμοκρασία χωρίς την υπερδιαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης.

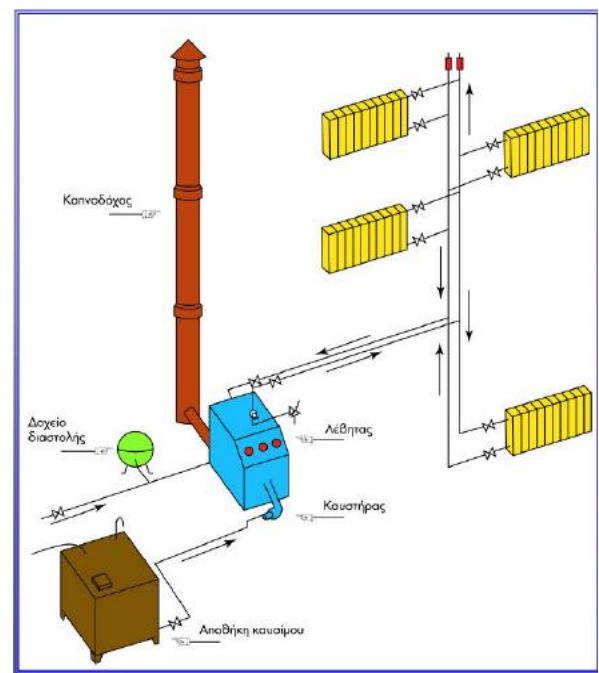
7.3.A.I. ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ



Σχήμα 7. 10

Η μελέτη θέρμανσης περιλαμβάνει προσδιορισμό

1. των θερμικών απωλειών κάθε χώρου
2. των θερμαντικών σωμάτων
3. τη θέση τοποθέτησης τους
4. του δικτύου των σωληνώσεων
5. του λέβητα
6. του καυστήρα
7. του κυκλοφορητή
8. του ακροφυσίου
9. της καπνοδόχου και
10. της δεξαμενής πετρελαίου



Σχήμα 7. 11

## 1. Υπολογισμός θερμικών απωλειών

### Από τις επιφάνειες

Οι θερμικές απώλειες μιας επιφάνειας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta\theta \cdot z \quad \text{σε kcal/h}$$

όπου:

- $A$  = η επιφάνεια σε  $m^2$ .
- $K$  = ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε  $kcal/m^2h^\circ C$
- $\Delta\theta$  = η διαφορά θερμοκρασίας:  $\Delta\theta = \theta_x - \theta_o$  σε  $^\circ C$ .
- $\theta_x$  = η (επιθυμητή) θερμοκρασία χώρου σε  $^\circ C$ .
- $\theta_o$  = η θερμοκρασία περιβάλλοντος
- $z$  = Ένας συντελεστής, ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας και τον προσανατολισμό του χώρου.

Αναλυτικότερα

- Η επιφάνεια

Ως γνωστόν δίνεται από τον τύπο  $A=L \cdot H$  ( $m^2$ )

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $K$

Όπως ήδη αναφέρθηκε στο κεφάλαιο 7.2.A.iii , ο συντελεστής θερμοπερατότητας εκφράζει την ευκολία μετάδοσης θερμότητας με αγωγή και μετάβαση μέσω ενός δομικού στοιχείου, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας του αέρα εκατέρωθεν αυτού και δίνεται από τον πίνακα που ακολουθεί

ή υπολογίζεται ακριβώς από τον τύπο

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}$$

όπου

- $\alpha_1$ : ο συντελεστής θερμικής μετάβασης της εξωτερικής επιφάνειας,
- $\alpha_2$ : ο συντελεστής θερμικής μετάβασης της εσωτερικής επιφάνειας,
- $\lambda_1$ : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας των διαφορών στοιχείων
- $\delta_1$ : το πάχος των διαφορών στοιχείων

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	K σε kcal/m <sup>2</sup> h°C
Μπατικός εξωτερικός τοίχος	1,93
» εσωτερικός »	1,3
Δρομικός » »	1,8
Διπλός δρομικός τοίχος με ενδιάμεσο κενό – συνολικό πάχος τοίχου 28cm	1,4
Διπλός δρομικός τοίχος με μόνωση από υαλοβάμβακα η διογκωμένη πολυστερίνη	0,65
Οροφή από σκυρόδεμα (χωρίς μόνωση)	2,2
Οροφή με μόνωση (διογκωμένη πολυστερίνη και επικάλυψη με κισσιροσιμεντόπλακες)	0,42
Εξωτερικά ξύλινα συνήθη κουφώματα	4
Εξωτερικά μεταλλικά συνήθη κουφώματα	5

*Πίνακας 7.7: Ορισμένες προσεγγιστικές τιμές του συντελεστή K, σύμφωνα με το βιβλίο «Εφαρμογές Βιομηχανικών και κτιριακών εγκαταστάσεων» του Καθηγητή Π.Α. Μπούρκα.*

Δεχόμαστε επίσης ότι οι τιμές K και θ<sub>0</sub> για δάπεδα επί του εδάφους και τοίχους, που εγγίζονται στο έδαφος είναι:

Δάπεδο επί εδάφους:  $K=2 \cdot 2 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  και  $\theta_0 = 13 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Τοίχος που εγγίζει στο έδαφος:  $K = 2 \cdot 2 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  και  $\theta_0 = 10^\circ\text{C}$ .

Στους πίνακες που ακολουθούν δίνονται αναλυτικότερα οι προσεγγιστικές τιμές του συντελεστή K για τους τοίχους, τα ανοίγματα, την οροφή και το δάπεδο σύμφωνα με τους Γερμανικούς κανονισμούς DIN 4701/77.

### Συντελεστές θερμοπερατότητας τοιχωμάτων

	Είδος Τοίχου	K (kcal/m <sup>2</sup> °C)
Εξωτερικός	Διπλός Δρομικός αμόνωτος με κενό	1,55
	Διπλός Δρομικός με μόνωση 4cm	0,55
	Διπλός Ορθοδρομικός αμόνωτος με κενό	1,4
	Διπλός Ορθοδρομικός με μόνωση 6cm	0,6
	Δρομικός – Ορθοδρομικός μόνωση 4cm	0,58
	Δρομικός – Ορθοδρομικός μόνωση 6cm	1,28
	Τοίχος Συρόμενων με μόνωση 5cm	0,47
	Τοίχος Συρόμενων χωρίς μόνωση	1,43
	Λιθοδομή 60cm	2
	Τοιχίο 10cm με μόνωση 5cm	0,6
	Τοιχίο 20cm με μόνωση 3cm	0,92
	Τοιχίο 20cm με μόνωση 5cm	0,56
	Εσωτερικός	Τοίχος 10cm
Τοίχος 15cm		1,3

*Πίνακας 7.12*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### Συντελεστές θερμοπερατότητας Ανοιγμάτων

Είδος Ανοιγματος		K (kcal/m <sup>2</sup> °C)
Παράθυρα	Απλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο	4,5
	Απλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο	5
	Διπλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο διακένου 6mm	2,8
	Διπλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο διακένου 6mm	3,2
	Διπλό τζάμι με ξύλινο πλαίσιο διακένου 12mm	2,6
	Διπλό τζάμι με μεταλλικό πλαίσιο διακένου 12mm	3
Πόρτες	Ξύλινες χωρίς τζάμι	3
	Μεταλλικές χωρίς τζάμι	5
	Μπαλκονιού ξύλινες με απλό τζάμι	5
	Μπαλκονιού ξύλινες με διπλό τζάμι	2,5

Πίνακας 7.13

### Συντελεστές θερμοπερατότητας Δαπέδων

Είδος Δαπέδου	K (kcal/m <sup>2</sup> °C)
Μαρμάρινο δάπεδο με μόνωση	0,52
Μαρμάρινο δάπεδο χωρίς μόνωση	2,12
Ξύλινο δάπεδο με μόνωση	0,56
Ξύλινο δάπεδο χωρίς μόνωση	2,3

Πίνακας 7.14

### Συντελεστές θερμοπερατότητας Οροφών

Είδος Οροφής	K (kcal/m <sup>2</sup> °C)
Ταράτσα με μόνωση	0,38
Οροφή με μπετόν αμόνωτη	2,8
Στέγη μονωμένη με κεραμίδια	0,38
Στέγη αμόνωτη με κεραμίδια	1,91

Πίνακας 7.15

- $t_x = \eta$  (επιθυμητή) θερμοκρασία χώρου σε °C.

Είναι η επιθυμητή θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου (στη μία τουλάχιστον πλευρά της επιφάνειας.)

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης και την Τεχνική οδηγία του ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.) 2425 Η συνιστώμενη θερμοκρασία σχεδιασμού για θέρμανση στις κατοικίες είναι 22°C, όπως έχει ήδη αναφερθεί και στο κεφάλαιο 7.1.Α.

Επίσης, σε χώρους μετάβασης από το εξωτερικό σε θερμαινόμενους χώρους (πχ κλιμακοστάσια, διάδρομοι), είναι επαρκής θερμοκρασία σχεδιασμού 15°C, για την προσαρμογή του ατόμου στις συνθήκες του θερμαινόμενου χώρου.

Σε χώρους όπου τα άτομα φέρουν ελαφρά ενδυμασία (πχ λουτρά, αποδυτήρια) η θερμοκρασία σχεδιασμού είναι 22-24°C για να αντισταθμίζεται η αυξημένη απώλεια θερμότητας στο σώμα.

Σε συνεχές σύστημα δόμησης μεταξύ κτισμένων κτιρίων, για τα τμήματα που βρίσκονται σε επαφή, ως τιμή θερμοκρασίας του γειτονικού κτιρίου, εφόσον αυτό θερμαίνεται λαμβάνονται οι 15°C.

Όταν δε θερμαίνεται, λαμβάνονται οι τιμές

- 10°C για τη ζώνη Α
- 7°C για τη ζώνη Β
- 3°C για τη ζώνη Γ

Η ίδιες θερμοκρασίες λαμβάνονται για μη θερμαινόμενα υπόγεια ή ημιυπόγεια που έχουν πόρτες και παράθυρα προς τον εξωτερικό αέρα.

Ως θερμοκρασία χώρων που βρίσκονται κάτω από κεκλιμένη στέγη(πχ κεραμίδια), λαμβάνεται η μέση ελάχιστη θερμοκρασία αυξημένη κατά 3°C. Πχ για την Αθήνα 0+3=3°C.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- $\theta_0$  = η θερμοκρασία περιβάλλοντος

Είναι η θερμοκρασία στην άλλη πλευρά της επιφάνειας.

Για επιφάνεια (τοίχος, παράθυρο) εξωτερική, η θερμοκρασία  $\theta_0$  είναι η μέση ελάχιστη θερμοκρασία της περιοχής που υπάρχει ή πρόκειται να κατασκευαστεί το κτίριο.

Στον πίνακα που ακολουθεί φαίνονται οι προσεγγιστικές τιμές της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας περιβάλλοντος για τις διάφορες πόλεις της Ελλάδας, σύμφωνα με τα κλιματολογικά δεδομένα της τεχνικής οδηγίας του ΤΕΕ 2425/86.

Πόλη	θερμοκρασία $\theta_0$ σε οC	Πόλη	θερμοκρασία $\theta_0$ σε οC
Αγρίνιο	-3	Κόνιτσα	-8
Αθήνα	0	Κόρινθος	0
Αίγιο	0	Κύθηρα	+3
Αλεξανδρούπολη	-8	Κύμη	0
Άνδρος	0	Κυπαρισσία	+2
Αντίπαρος	+3	Κως	0
Αργοστόλι	+1	Λαμία	-3
Άρτα	-2	Λάρισα	-9
Βόλος	-3	Λευκάδα	-1
Βυτίνα	-12	Λήμνος	-1,5
Διδυμότειχο	-12,5	Μεγαλόπολη	-4,5
Δράμα	+8,5	Μέγαρο	0
Ζάκυνθος	+2	Μεθώνη	-1
Ηράκλειο	+3	Μεσολόγγι	0
Θεσσαλονίκη	-7	Μήλος	+2
Ικαρία	+2	Μυτιλήνη	0
Ιωάννινα	-7	Νάξος	+3,5
Καβάλα	-8	Ναύπλιο	-1
Καλάβρυτα	-7,5	Ορεστιάδα	-12
Καλαμάτα	0	Πάτρα	-2,5
Κάρπαθος	+4,5	Πρέβεζα	0
Κάρυστος	0	Πύργος	-1
Καστοριά	-15	Ρόδος	0
Κατερίνη	-6	Σέρρες	-9
Κέρκυρα	0	Σπάρτη	0
Κοζάνη	-10	Τρίκαλα	-7,5
Κομοτηνή	-7,5	Φλώρινα	-15

*Πίνακας 7.16*

Για την Αθήνα είναι  $\theta_0=0\text{oC}$ , όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 7.16

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Για τοίχο εσωτερικό, η θερμοκρασία θο θεωρείται 15οC όταν συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο. Όταν συνορεύει με θερμαινόμενο χώρο ισχύει Δθ=0οC.

- z = Ένας συντελεστής, ανάλογα με τις ώρες λειτουργίας και τον προσανατολισμό του χώρου.

Η τιμή του συντελεστή z ανάλογα με τον προσανατολισμό και τις ώρες λειτουργίας της κεντρικής θέρμανσης φαίνεται στον πίνακα που ακολουθεί. Για κάθε επίπεδο πάνω από το ισόγειο η τιμή του αυξάνεται κατά 0,05.

Η προσαύξηση, μέσω του συντελεστή z, λαμβάνεται υπόψη μόνο στις εξωτερικές επιφάνειες.

Προσανατολισμός επιφάνειας				Προσαύξηση λειτουργίας	Προσαύξηση πολλών επιφανειών
B.	BΔ.	BA	5%	20-30%	5% (+0,05)
N.	NΔ.	NA	-5%		
Δ.	A.		0%		

*Πίνακας 7.17*

### Από τα κουφώματα

Στις απώλειες των επιφανειών προστίθενται και οι απώλειες των κουφωμάτων οι οποίες υπολογίζονται προσεγγιστικά από τον τύπο

$$Q = \alpha \cdot L_{ολ}$$

σε kcal/h

Όπου α ένας συντελεστής (α=15) και L<sub>ολ</sub> το συνολικό μήκος των χαραμάδων του κουφώματος. Σε περίπτωση κουφωμάτων με σημαντικές απώλειες αερισμού, όπως είναι τα παλια ξυλινα κουφωματα, λαμβάνεται α=36

Το άθροισμα των απωλειών, όπως υπολογίζονται από τις 2 σχέσεις, συνιστούν τις **θερμικές απώλειες του χώρου**.

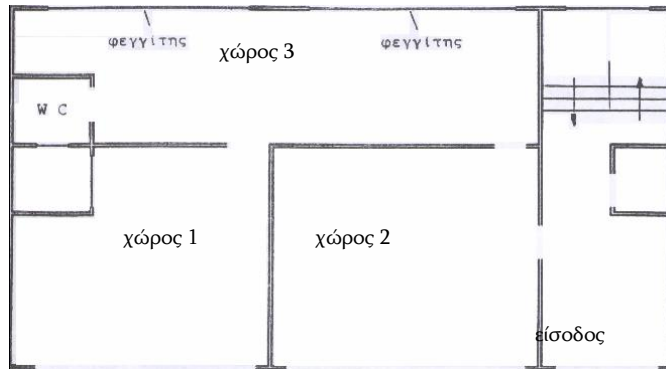
Τα παραπάνω τοποθετούνται στον Πίνακα 7.18

Χώρος....										
Είδος επιφάνειας	L(m)	H(m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	k	Δθ	A*k*Δθ (kcal/h)	z	Q(kcal/h)
Παράθυρο Εξωτερικό										.....
Τοίχος Εξωτερικός I										.....
Τοίχος Εσωτερικός										.....
Πόρτα										.....
Δάπεδο										.....
Παράθυρο Εσωτερικό										.....
.....										.....
.....										.....
Απώλειες κουφωμάτων (kcal/h)	15xL <sub>ολ</sub> =									
Σύνολο (kcal/h)										.....

*Πίνακας 7.18*

## Παράδειγμα

Ακολουθεί παράδειγμα υπολογισμού των θερμικών απωλειών για το χώρο 2 του Σχήματος 7.12.



Σχήμα 7. 12

Πρόκειται για το ισόγειο κτιρίου, το οποίο διαθέτει υπόγειο και κανένα όροφο και ταράτσα.

- Περιοχή ενδιαφέροντος : Αθήνα
- Διαστάσεις
  - Ύψος ισογείου : 5m
  - Ύψος κάθε πόρτας : 2m
  - Μήκος κάθε πόρτας : 0,8 m
  - Ύψος παραθύρου: 1,5 m
  - Μήκος παραθύρου :1.5 m
  - Χώρος 2 (δάπεδο): 6,6x5,5 m<sup>2</sup>
- Θερμοκρασία
  - Εξωτερικού χώρου :  $\theta_o = 0^\circ \text{C}$
  - Εσωτερικών μη θερμαινόμενων χώρων:  $\theta_o = 10^\circ \text{C}$
  - Εσωτερικού θερμαινόμενου χώρου:  $\theta_x = 22^\circ \text{C}$
  - Οπότε,
    - Η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών που συνορεύουν με εξωτερικούς τοίχους είναι  
 $\Delta\theta = \theta_x - \theta_o = 22^\circ - 0^\circ = 22^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta\theta = 22^\circ \text{C}$
    - Η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών που συνορεύουν με μη θερμαινόμενους χώρους (διάδρομος, κλιμακοστάσιο) είναι  
 $\Delta\theta' = \theta_x - \theta_o = 22^\circ - 10^\circ = 12^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta\theta' = 12^\circ \text{C}$   
(Θεωρούμε ότι η είσοδος και το κλιμακοστάσιο δε θερμαίνονται.)

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

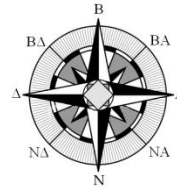
➤ *Συντελεστής θερμοπερατότητας K*

- Το παράθυρο είναι από αλουμίνιο άρα  $K=5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Η πόρτα είναι ξύλινη, άρα  $K=3 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Ο εξωτερικός τοίχος είναι διπλός δρομικός αμόνωτος με ενδιάμεσο κενό , άρα  $K=1,55 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι απλοί δρομικοί, άρα  $K=1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Η ταράτσα είναι αμόνωτη, άρα  $K=2,8 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Το δάπεδο είναι στρωμένο με πλακάκια, άρα  $K=2,12 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$

➤ *Συντελεστής z*

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι

Άρα σύμφωνα με τον Πίνακα 7.17



- Πόρτα  $z=1,2$
- Τοίχος εξωτερικός  $z=1.2$

➤ *Συνολικό μήκος των χαραμάδων του παραθύρου*  
 $L_{ολ}=3 \times 2 + 2 \times 6 = 18\text{m}$

Οι θερμικές απώλειες κάθε επιφάνειας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta\theta \cdot z$$

σε kcal/h

Οπότε προκύπτει ο πίνακας...

Χώρος 2										
Είδος επιφάνειας	L(m)	H(m)	A1	A2	A	k	$\Delta\theta$	$A \cdot k \cdot \Delta\theta$ (kcal/h)	z	Q (kcal/h)
Παράθυρο	6	2	12		12	5	22	1320	1,2	1584,0
Πόρτα	0,8	2	1,6		1,6	3	12	57,6	1	57,6
Τοίχος Εξωτερικός	6,6	5	33	12	21	1,6	22	716,1	1,2	859,3
Τοίχος Εσωτερικός	5,5	5	27,5	1,6	26	1,5	12	466,2	1	466,2
Δάπεδο	6,6	5,5	36,3		36	2,2	12	958,32	1	958,3
Οροφή	6,6	5,5			36	2,1	22	1693,03	1	1693,0
Απώλειες κουφωμάτων (kcal/h)	$15 \times L_{ολ} =$									270,0
Σύνολο (kcal/h)										5888,5

*Πίνακας 7. 19*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### Παρεμβάσεις για τη μείωση των θερμικών απωλειών

Εφαρμόζοντας τους κανονισμούς του ΚΕΝΑΚ για τη θερμομόνωση, κατά την κατασκευή του κτιρίου, μειώνονται οι θερμικές απώλειες.

Αναλυτικότερα,

- Στο παράθυρο τοποθετείται διπλό τζάμι με διάκενο 12mm. Το πλαίσιο είναι μεταλλικό. Άρα  $K=3 < 3,2 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Ο εξωτερικός τοίχος κατασκευάζεται διπλός δρομικός με μόνωση 4cm, οπότε  $K=0,55 < 0,7 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Η ταράτσα μονώνεται, οπότε  $K=0,38 < 0,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Το δάπεδο μονώνεται, οπότε  $0,52 < 1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Η πόρτα είναι ίδια, με  $K=3 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι ίδιοι, με  $K=1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$

Επομένως ο πίνακας θερμικών απωλειών διαμορφώνεται ως εξής

Χώρος 2										
Είδος επιφάνειας	L(m)	H(m)	A1	A2	A	k	$\Delta\theta$	$A \cdot k \cdot \Delta\theta$ (kcal/h)	z	Q (kcal/h)
Παράθυρο	6	2	12		12	3	22	792	1,2	950,4
Πόρτα	0,8	2	1,6		1,6	3	12	57,6	1	57,6
Τοίχος Εξωτερικός	6,6	5	33	12	21	0,55	22	254,1	1,2	304,9
Τοίχος Εσωτερικός	5,5	5	27,5	1,6	26	1,5	12	466,2	1	466,2
Δάπεδο	6,6	5,5	36,3		36	0,52	12	226,512	1	226,5
Οροφή	6,6	5,5			36	0,38	22	303,468	1	303,5
Απώλειες κουφωμάτων (kcal/h)	15xLολ=									270,0
Σύνολο (kcal/h)										2579,1

*Πίνακας 7. 20*

Παρατηρείται ότι, με τις παραπάνω απλές μεθόδους εξοικονόμησης ενέργειας, μειώθηκαν οι θερμικές απώλειες του υπό μελέτη χώρου κατά **56,2%!!!**

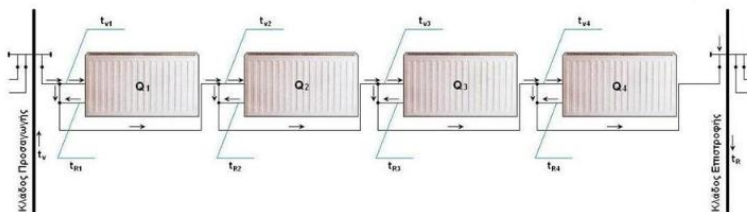
## 2.Θερμαντικά σώματα

Βάσει των θερμικών απωλειών κάθε χώρου, επιλέγονται τα κατάλληλα θερμαντικά σώματα τα οποία θα προσφέρουν στο χώρο ισχύ ίση με τις απώλειες.

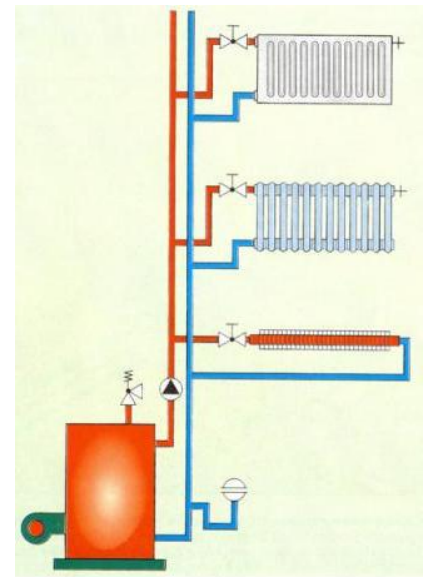
Για την επιλογή των σωμάτων, θα πρέπει να γνωρίζουμε εκτός από την ισχύ των θερμικών απωλειών,

- τη θέση τοποθέτησης τους και το διαθέσιμο χώρο. (Αν για παράδειγμα μπορεί να τοποθετηθεί ένα σώμα ή αν δεν υπάρχει αρκετός χώρος, οπότε πρέπει να τοποθετηθούν 2 σώματα της μισής ισχύος.)

- το είδος του δικτύου, μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο. Στο μονοσωλήνιο το νερό τροφοδοτεί τα σώματα σε σειρά ενώ στο δισωλήνιο παράλληλα.



*Σχήμα 7. 14. Μονοσωλήνιο σύστημα*



*Σχήμα 7. 13. Δισωλήνιο σύστημα*

- το είδος των σωμάτων:

χαλύβδινα , Panels, Fan coils, αλουμινίου, σωληνωτά, διπλής εκφορτίσεως κτλ



*Εικόνα 7. 1*



Για την επιλογή χαλύβδινων σωμάτων, που είναι τα πιο συνηθισμένα, χρησιμοποιούμε τους ακόλουθους πίνακες.

(Υπάρχουν διαφοροποιήσεις των τιμών ανάλογα τον κατασκευαστή)

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΙΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ**

**Διαστάσεις κοινών χαλύβδινων θερμαντικών σωμάτων**

Τύπος Θερμαντικών Σωμάτων	Δίστηλα				Τρίστηλα				Τετράστηλα				
	905	655	505	355	905	655	505	355	905	655	505	355	
Όλο ύψος από άκρη σε άκρη	A	1060	810	650	510	1060	810	650	510	1060	810	650	510
Όλο ύψος σώματος	B	995	745	595	445	995	745	595	445	995	745	595	445
Υψος κάθε μέρους σώματος	Γ	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Αξονική απόσταση	Δ	905	655	505	355	905	655	505	355	905	655	505	355
Πάχος στοιχείων	Ε	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Υψος επιστροφής	Ζ	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
Συνολικό πλάτος	Η	110	110	110	110	160	160	160	160	230	230	230	230
Πλάτος σώματος	Θ	80	80	80	80	130	130	130	130	200	200	200	200
Απόσταση από τον τοίχο	Ι	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Εκκέντρωση ύψους από το ορό	Κ	70	70	70	70	90	90	90	90	110	110	110	110

Πίνακας 7. 21. Πίνακας περιγραφής των διαστάσεων των διαφόρων ειδών σωμάτων

**ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΚΟΙΝΩΝ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ**

**(Δίστηλα. Θερμοκρασία εισαγωγής 90°C - εξαγωγής 70°C)**

Αριθμός Στοιχείων N	Μήκος Σώματος L (mm)	905		655		505		355	
		F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h
1	40	0,20	90	0,15	70	0,12	50	0,09	40
2	80	0,40	180	0,30	130	0,24	110	0,18	80
3	120	0,60	260	0,45	200	0,36	170	0,27	130
4	160	0,80	350	0,60	270	0,48	220	0,36	170
5	200	1,00	440	0,75	340	0,60	280	0,45	210
6	240	1,20	530	0,90	410	0,72	340	0,54	260
7	280	1,40	620	1,05	480	0,84	390	0,63	300
8	320	1,60	710	1,20	540	0,96	450	0,72	340
9	360	1,80	800	1,35	610	1,08	500	0,81	390
10	400	2,00	890	1,50	680	1,20	560	0,90	430
11	440	2,20	980	1,65	750	1,32	620	0,99	470
12	480	2,40	1060	1,80	820	1,44	670	1,08	520
13	520	2,60	1150	1,95	890	1,56	730	1,17	560
14	560	2,80	1240	2,10	950	1,68	780	1,26	600
15	600	3,00	1330	2,25	1025	1,80	840	1,35	650
16	640	3,20	1420	2,40	1090	1,92	900	1,44	690
17	680	3,40	1510	2,55	1150	2,04	950	1,53	730
18	720	3,60	1600	2,70	1230	2,16	1010	1,62	780
19	760	3,80	1690	2,85	1300	2,28	1060	1,71	820
20	800	4,00	1770	3,00	1370	2,40	1120	1,80	860
21	840	4,20	1850	3,15	1420	2,52	1170	1,89	900
22	880	4,40	1930	3,30	1480	2,64	1220	1,98	940
23	920	4,60	2020	3,45	1550	2,76	1280	2,07	980
24	960	4,80	2110	3,60	1620	2,88	1330	2,16	1020
25	1000	5,00	2190	3,75	1680	3,00	1390	2,25	1060
26	1040	5,20	2280	3,90	1750	3,12	1440	2,34	1100
27	1080	5,40	2370	4,05	1810	3,24	1490	2,43	1140
28	1120	5,60	2450	4,20	1880	3,36	1540	2,52	1180
29	1160	5,80	2530	4,35	1940	3,48	1600	2,61	1230
30	1200	6,00	2610	4,50	2010	3,60	1650	2,70	1270

Πίνακας 7. 22



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

ΑΠΟΔΩΣΕΙΣ ΚΟΙΝΩΝ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ									
(Τρίστηλα. Θερμοκρασία εισαγωγής 90°C - εξαγωγής 70°C)									
Αριθμός Στοιχείων N	Μήκος Σώματος L (mm)	905		655		505		355	
		F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h
1	40	0,30	130	0,23	100	0,18	80	0,14	65
2	80	0,60	250	0,46	200	0,36	160	0,28	130
3	120	0,90	380	0,69	300	0,54	240	0,42	190
4	160	1,20	510	0,92	400	0,72	320	0,56	250
5	200	1,50	640	1,15	500	0,90	400	0,70	320
6	240	1,80	770	1,38	600	1,08	480	0,84	390
7	280	2,10	890	1,61	700	1,26	570	0,98	450
8	320	2,40	1020	1,84	800	1,44	650	1,12	520
9	360	2,70	1150	2,07	900	1,62	730	1,26	580
10	400	3,00	1280	2,30	1000	1,80	810	1,40	640
11	440	3,30	1400	2,53	1100	1,98	890	1,54	710
12	480	3,60	1530	2,76	1200	2,16	970	1,68	770
13	520	3,90	1660	2,99	1300	2,34	1050	1,82	840
14	560	4,20	1790	3,22	1400	2,52	1130	1,96	900
15	600	4,50	1910	3,45	1500	2,70	1210	2,10	970
16	640	4,80	2040	3,68	1600	2,88	1300	2,24	1030
17	680	5,10	2170	3,91	1700	3,06	1380	2,38	1100
18	720	5,40	2300	4,14	1800	3,24	1460	2,52	1160
19	760	5,70	2420	4,37	1900	3,42	1540	2,66	1230
20	800	6,00	2550	4,60	2000	3,60	1620	2,80	1290
21	840	6,30	2660	4,83	2100	3,78	1690	2,94	1340
22	880	6,60	2780	5,06	2200	3,96	1760	3,08	1400
23	920	6,90	2900	5,29	2300	4,14	1840	3,22	1470
24	960	7,20	3030	5,52	2400	4,32	1920	3,36	1530
25	1000	7,50	3160	5,75	2490	4,50	2000	3,50	1590
26	1040	7,80	3280	5,98	2580	4,68	2080	3,64	1650
27	1080	8,10	3400	6,21	2670	4,86	2150	3,78	1710
28	1120	8,40	3520	6,44	2760	5,04	2230	3,92	1770
29	1160	8,70	3640	6,67	2850	5,22	2300	4,06	1840
30	1200	9,00	3760	6,90	2940	5,40	2380	4,20	1900

Πίνακας 7. 23

ΑΠΟΔΩΣΕΙΣ ΚΟΙΝΩΝ ΧΑΛΥΒΔΙΝΩΝ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ									
(Τετράστηλα. Θερμοκρασία εισαγωγής 90°C - εξαγωγής 70°C)									
Αριθμός Στοιχείων N	Μήκος Σώματος L (mm)	905		655		505		355	
		F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h	F m <sup>2</sup>	Q kcal/h
1	40	0,42	170	0,32	130	0,25	110	0,19	80
2	80	0,84	340	0,64	270	0,50	210	0,38	170
3	120	1,26	510	0,96	400	0,75	320	0,57	250
4	160	1,68	680	1,28	540	1,00	430	0,76	340
5	200	2,10	860	1,60	670	1,25	540	0,95	420
6	240	2,52	1030	1,92	800	1,50	650	1,14	500
7	280	2,94	1200	2,24	940	1,75	750	1,33	590
8	320	3,36	1370	2,56	1070	2,00	860	1,52	670
9	360	3,78	1540	2,88	1210	2,25	970	1,71	760
10	400	4,20	1710	3,20	1340	2,50	1080	1,90	840
11	440	4,62	1880	3,52	1480	2,75	1190	2,09	930
12	480	5,04	2060	3,84	1610	3,00	1290	2,28	1010
13	520	5,46	2230	4,16	1750	3,25	1400	2,47	1100
14	560	5,88	2400	4,48	1880	3,50	1510	2,66	1180
15	600	6,30	2570	4,80	2010	3,75	1620	2,85	1270
16	640	6,72	2740	5,12	2150	4,00	1730	3,04	1350
17	680	7,14	2910	5,44	2280	4,25	1830	3,23	1430
18	720	7,56	3080	5,76	2420	4,50	1940	3,42	1520
19	760	7,98	3250	6,08	2550	4,75	2050	3,61	1600
20	800	8,40	3430	6,40	2690	5,00	2160	3,80	1680
21	840	8,82	3590	6,72	2800	5,25	2250	3,99	1750
22	880	9,24	3730	7,04	2920	5,50	2350	4,18	1930
23	920	9,66	3900	7,36	3060	5,75	2450	4,37	1910
24	960	10,08	4060	7,68	3180	6,00	2560	4,56	1990
25	1000	10,50	4230	8,00	3300	6,25	2660	4,75	2080
26	1040	10,92	4400	8,32	3430	6,50	2770	4,94	2160
27	1080	11,34	4570	8,64	3570	6,75	2870	5,13	2240
28	1120	11,76	4730	8,96	3700	7,00	2970	5,32	2320
29	1160	12,18	4900	9,28	3830	7,25	3080	5,51	2400
30	1200	12,60	5070	9,60	3960	7,50	3180	5,70	2480

Πίνακας 7. 24



### 3.Θέση των θερμαντικών σωμάτων

Για την επίτευξη της επιθυμητής αλλά και ομοιόμορφης θερμοκρασίας του χώρου, τα σώματα τοποθετούνται στα πιο ψυχρά σημεία του δωματίου.

Με γνώμονα αυτόν τον κανόνα , προτείνεται η τοποθέτηση των σωμάτων στο χώρο κατά προτεραιότητα

- κάτω από τα παράθυρα. Στην περίπτωση αυτή η κουρτίνα δεν πρέπει να καλύπτει το σώμα
- εναλλακτικά τα σώματα τοποθετούνται δίπλα από τα εξωτερικά παράθυρα
- δίπλα από την εξωτερική πόρτα, αυτή που ανοιγοκλείνει συχνότερα
- στη γωνία που σχηματίζουν 2 εξωτερικοί τοίχοι
- στους βορεινούς εξωτερικούς τοίχους
- αν δεν υπάρχει βορινός εξωτερικό τοίχος, τότε η σειρά επιλογής του τοίχου είναι ανατολικός, δυτικός και τέλος νότιος.

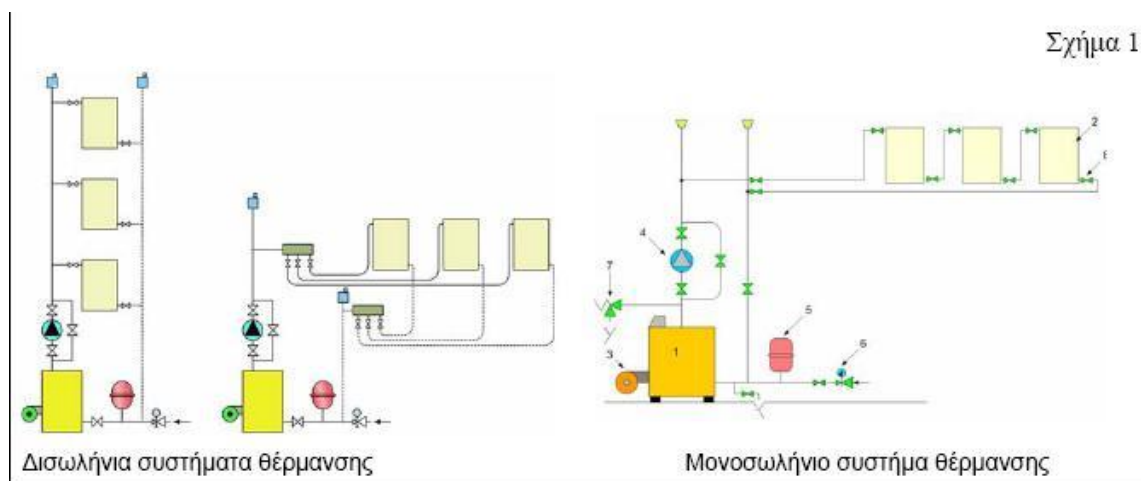
Επίσης,

- Τα σώματα πρέπει να τοποθετούνται κοντά στο δάπεδο , γιατί εκεί βρίσκονται τα πιο κρύα στρώματα αέρα, αλλά όχι σε απόσταση μικρότερη από 10 cm ώστε να κυκλοφορεί ο αέρας (μετάδοση της θερμότητας με μετάβαση- Κεφάλαιο 7.2.A.ii).
- Ομοίως, η απόσταση από τον τοίχο θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 2cm, για τον ίδιο λόγο.
- Αν τοποθετούνται σε εσοχή του τοίχου, θα πρέπει να υπάρχει 15cm απόσταση του ανώτερου σημείου του θερμαντικού σώματος από τον τοίχο.
- Απαγορεύεται η χρήση καλυμμάτων ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται, επίσης, η τοποθέτηση αντικειμένων μπροστά από το σώμα.
- Ο τοίχος πίσω από το σώμα πρέπει να είναι μονωμένος, ώστε να αποφεύγεται η απώλεια θερμότητας, που πραγματοποιείται κυρίως με ακτινοβολία(Κεφάλαιο 7.2.A.ii)
- Όταν το μήκος του σώματος είναι 1,5 φορές μεγαλύτερο από το ύψος του, η σύνδεση στο δίκτυο πρέπει να γίνεται διαγώνια.
- Η είσοδος του νερού πρέπει να πραγματοποιείται από την πάνω μούφα και η έξοδος από την κάτω.

## 4. Δίκτυο σωληνώσεων

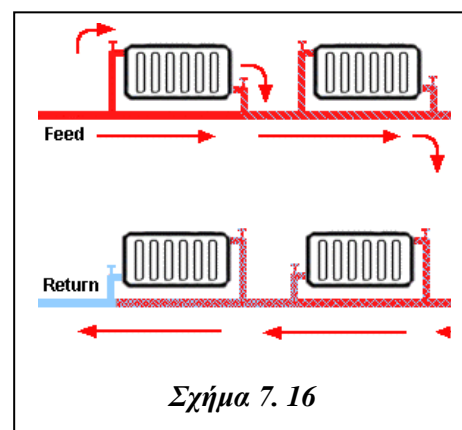
Αποτελεί το σύστημα μεταφοράς του νερού στα θερμαντικά σώματα και κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνες και πλαστικούς σωλήνες, που χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο. Διακρίνεται στο μονοσωλήνιο και το δισωλήνιο σύστημα.

### Μονοσωλήνιο και Δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης



Σχήμα 7. 15

Στο **μονοσωλήνιο** σύστημα τα σώματα συνδέονται σε σειρά, υπάρχει, δηλαδή, ένας σωλήνας ο οποίος αναχωρεί από το λέβητα και επιστρέφει σε αυτόν. Στο σωλήνα αυτό είναι συνδεδεμένα τα σώματα. Σε κάθε σώμα, ένα μέρος του θερμού νερού που διέρχεται από το σωλήνα εισέρχεται μέσω διακλάδωσης (by pass), όπως στο σχήμα, ή τετράοδου διακόπτη, στο θερμαντικό σώμα και και εξερχόμενο από το σώμα επιστρέφει στο σωλήνα.



Είναι φανερό ότι κατά μήκος του σωλήνα, πέφτει η θερμοκρασία του νερού και αυξάνεται η πτώση πίεσης. Συνεπώς, το πρώτο σώμα θερμαίνεται περισσότερο από το τελευταίο. Γι αυτό το λόγο, σε κάθε σωλήνα δε θα πρέπει να συνδέονται περισσότεροι από 3-4 θερμοπομποί.

Επίσης, είναι σημαντική η ρύθμιση-εξισορρόπηση των υδραυλικών δικτύων.

Ο βασικό πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου συστήματος είναι η δυνατότητα αυτονομίας, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για διαμερίσματα πολυκατοικιών.

Η αυτονομία συμβάλλει σημαντικά στην **εξοικονόμηση ενέργειας**, καθώς δεν καταναλώνεται ενέργεια για τη θέρμανση χώρων που δε χρησιμοποιούνται και επιπλέον σε κάθε χώρο ρυθμίζεται ανεξάρτητα η επιθυμητή θερμοκρασία. Αυτή η δυνατότητα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις πολυκατοικίες, όπου, για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τα διαμερίσματα του ισογείου είναι πιο ζεστά από εκείνα του ρετιρέ.

Επίσης, το σύστημα αυτό εξυπηρετεί περιπτώσεις όπου είναι επιθυμητή η ακρίβεια στην επίτευξη θερμοκρασίας σε έναν χώρο και βέβαια συνίστανται για

εξοικονόμηση ενέργειας, ιδίως σε περιπτώσεις που παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στους χώρους, όσον αφορά τις θερμιδικές τους απαιτήσεις, για παράδειγμα υπόγεια ή σαλονοτραπεζαρίες με τζάκι. Οπότε, με κατάλληλους θερμοστατικούς διακόπτες και κεφαλές, σε κάθε σώμα η θερμοκρασία μπορεί να ρυθμιστεί ανάλογα με τις ανάγκες κάθε δωματίου εξοικονομώντας ενέργεια.

Ένα αρχιτεκτονικό πλεονέκτημα του μονοσωλήνιου συστήματος, έναντι του δισωλήνιου, που θα περιγραφεί ακολούθως, είναι ότι το οριζόντιο δίκτυο των σωληνώσεων είναι απλούστερο, χρησιμοποιούνται λιγότεροι σωλήνες και αποφεύγεται η ενσωμάτωση συνδέσεων σωλήνων μέσα στο δάπεδο, μειώνοντας έτσι σημαντικά τον κίνδυνο διαρροής σε απροσπέλαστα σημεία της εγκατάστασης.

Στο **δισωλήνιο** σύστημα υπάρχουν δύο σωλήνες, Ο σωλήνας προσαγωγής (τροφοδοσίας) και ο σωλήνας επιστροφής.

Ο σωλήνας προσαγωγής συνδέεται στις εισόδους των θερμοπομπών και μεταφέρει το θερμό νερό.

Οι έξοδοι των θερμοπομπών είναι συνδεδεμένοι στο σωλήνα αναχώρησης, ο οποίος επιστρέφει το κρύο πλέον νερό.

Σε αυτό το σύστημα, σε κάθε θερμαντικό σώμα εισέρχεται νερό στην ίδια περίπου θερμοκρασία, με αποτέλεσμα το εσωτερικό περιβάλλον να θερμαίνεται ομοιόμορφα.

Μία βαλβίδα εκτόνωσης(ή αυτόματη βαλβίδα by pass) τοποθετείται μεταξύ του αγωγού τροφοδοσίας και επιστροφής και επιτρέπει στην αντλία να κυκλοφορεί το νερό, στην περίπτωση που όλα τα σώματα έχουν βγει εκτός λειτουργίας.

Ένας περιορισμός που τίθεται από τη βαλβίδα κυκλοφορίας, λόγω της ροής του νερού, είναι ότι μπορούν να τροφοδοτηθούν έως 12 θερμοπομποί.

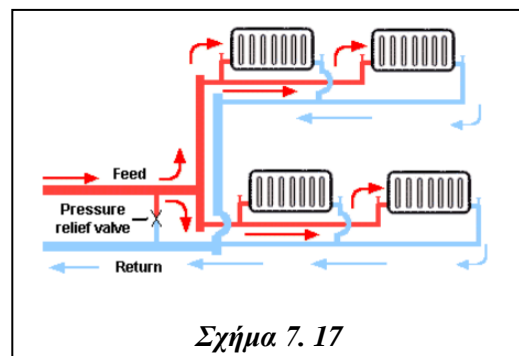
Ένας άλλος περιορισμός προέρχεται από το μέγεθος της διατομής του σωλήνα. Το σύστημα αυτό δεν προσφέρει αυτονομία, είναι όμως ενεργειακά αποδοτικότερο στην περίπτωση που η λειτουργία όλων των σωμάτων είναι επιθυμητή, καθώς η ομοιόμορφη θέρμανση του χώρου επιτρέπει τη χρήση σωμάτων μικρότερου μεγέθους.

Συνδυασμό των δύο παραπάνω συστημάτων αποτελεί το

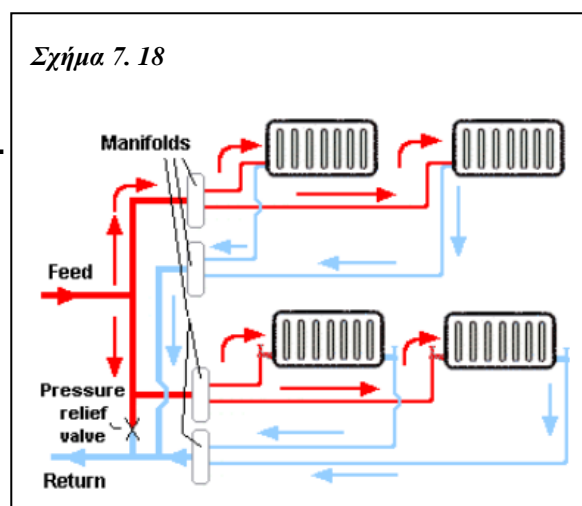
**σύστημα πολλαπλών οριζόντιων κυκλωμάτων.**

Σε αυτό το σύστημα κάθε οριζόντιο κύκλωμα (μονοσωλήνιο ή δισωλήνιο) τροφοδοτεί συνήθως ένα διαμέρισμα. Με την εγκατάσταση σε κάθε κύκλωμα μιας διάταξης ελέγχου του κυκλώματος μέσω θερμοστάτη και μιας διάταξης μέτρησης της κατανάλωσης (θερμιδομετρητή, ωρομετρητή, υδρομετρητή), επιτυγχάνεται μερική αυτονομία με σχετικά οικονομικό τρόπο και ο καταμερισμός των δαπανών θέρμανσης γίνεται ανάλογα με την κατανάλωση του κάθε χρήστη. Επομένως, αυτό το σύστημα προσφέρει ένα σχετικά οικονομικό τρόπο για μερική αυτονομία σε κάθε ιδιοκτησία

Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζονται συνθήκες θερμικής άνεσης και υπάρχει σημαντική μείωση των δαπανών θέρμανσης. Στα οριζόντια κυκλώματα με



Σχήμα 7.17



Σχήμα 7.18

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

σωλήνες ενσωματωμένους στο δάπεδο, απαιτείται καλή θερμομόνωση των σωλήνων ιδιαίτερα των απομακρυσμένων σωμάτων.

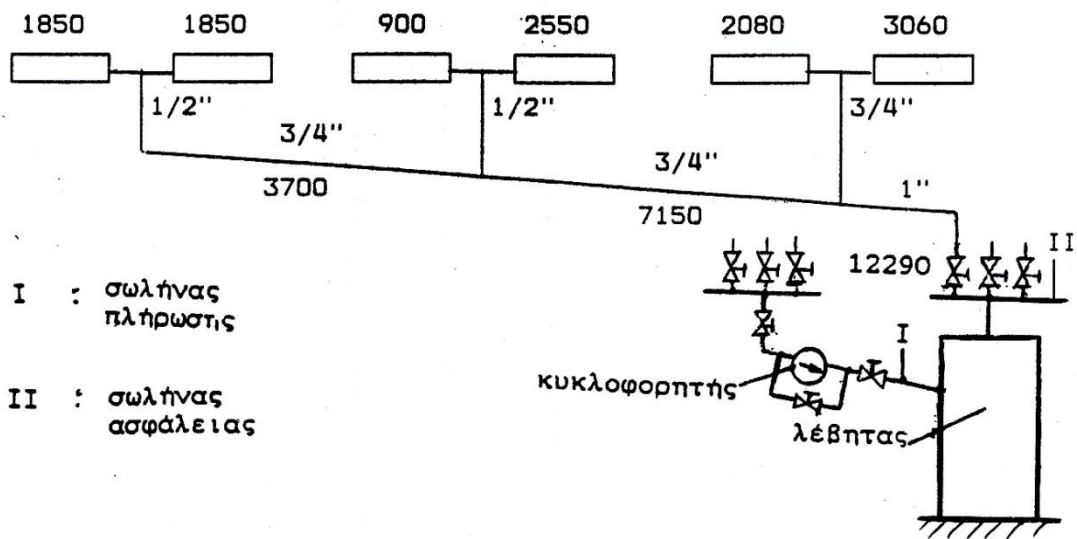
Μετά την επιλογή του συστήματος σωληνώσεων, ακολουθεί η κατάστρωση του μονογραμμικού σχεδίου της εγκατάστασης.

Στη συνέχεια με τη βοήθεια του Πίνακα 7.25 και το μέγιστο θερμικό φορτίο, όπως αυτό έχει υπολογιστεί από τη μελέτη θερμικών απωλειών, υπολογίζεται η διατομή των σωληνώσεων και σχεδιάζεται αντίστοιχα το μονογραμμικό διάγραμμα. (Σχήμα 7.19)

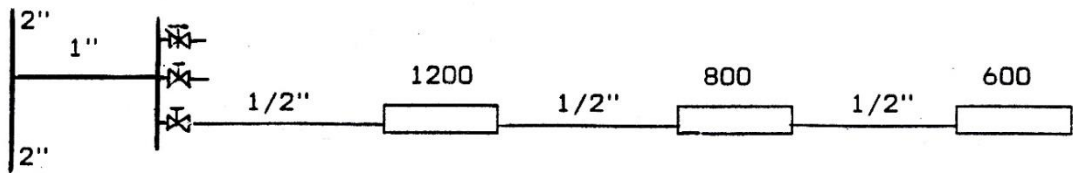
Προσωρινή διατομή σωλήνα		Μέγιστο θερμικό φορτίο
μαύρος σε ίντρες	χάλκινος σε mm	kcal/h
1/2	Φ 15	3500
3/4	Φ 18	8500
1	Φ 22	17000
1 & 1/4	Φ 28	25000
1 & 1/2	Φ 35	42000
2	Φ 42	63000
57/63	-	80000
64/70	-	100000

Πίνακας 7. 25

Παράδειγμα υπολογισμού των προσωρινών διατομών των σωλήνων σε  
δισωλήνιο σύστημα με τη βοήθεια του μονογραμμικού σχεδίου



Παράδειγμα προσωρινών διατομών μονοσωλήνιου συστήματος



Σχήμα 7. 19

### 5.Λέβητας

Λέβητας είναι το δοχείο όπου θερμαίνεται το νερό το οποίο κυκλοφορεί στις σωληνώσεις και μεταφέρει τη θερμότητα στα θερμαντικά σώματα. Εντός του λέβητα βρίσκονται τα καυσαέρια (θερμαντικό μέσο) τα οποία θερμαίνουν το νερό (θερμαινόμενο μέσο) που κυκλοφορεί σε αυλούς(κανάλια) στο εσωτερικό του. Πρόκειται, δηλαδή, για έναν εναλλάκτη θερμότητας, μεταξύ των καυσαερίων και του νερού.

Οι λέβητες διακρίνονται σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους σε χαλύβδινους και χυτοσιδηρούς.



Εικόνα 7. 3



Εικόνα 7. 2

Η επιλογή του λέβητα γίνεται σύμφωνα με τις θερμικές απώλειες και την απόδοση του.

Η ζητούμενη ισχύς του λέβητα υπολογίζεται από τις θερμικές απώλειες του κτιρίου Q<sub>ολ</sub> και τον τύπο

$$Q_L = (1.05 \dots 1.2) Q_{ολ}$$

σε Kcal/h

Ο συντελεστής του Q<sub>ολ</sub> εξαρτάται από την απόδοση του λέβητα. Ο βαθμός απόδοσης ενός κοινού λέβητα κυμαίνεται στο 80-90%.

Στις καινούριες εγκαταστάσεις ο βαθμός απόδοσης θα πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 85%.

Η χρήση λέβητων υψηλής απόδοσης επιτρέπει σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση καυσίμου, άρα και το κόστος λειτουργίας, κατά 15-20%. Η απόσβεση τους είναι 4-5 χρόνια.

Σ αυτή την κατηγορία συμπεριλαμβάνονται ο λέβητας συμπύκνωσης και ο λέβητας αερίου υψηλής καύσης.

- **Λέβητας συμπύκνωσης**

Ο λέβητας συμπύκνωσης εκμεταλλεύονται τη θερμότητα καύσης εκπέμποντας καυσαέρια πολύ χαμηλής θερμοκρασίας, κάτω των 100°C, στα οποία οι υδρατμοί από την καύση υγροποιούνται. Οι λέβητες αυτοί



έχουν ονομαστικό βαθμό απόδοσης (με βάση την κατωτέρα θερμογόνο δύναμη) που φθάνει ή ξεπερνά το 105% (πραγματικό βαθμό απόδοσης με βάση την ανωτέρα θερμογόνο δύναμη πάνω από 93%).

- **Λέβητας αερίου παλμικής καύσης**

Οι λέβητες παλμικής καύσης λειτουργούν ουσιαστικά όπως οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Ο αέρας και το αέριο καύσιμο εισάγονται σε ένα στεγανό θάλαμο καύσης σε κατάλληλες ποσότητες. Στη συνέχεια, το μίγμα αναφλέγεται με σπινθήρα και, όταν καεί πλήρως, απάγεται μέσω ενός σωλήνα εξαγωγής. Σχεδόν όλη η θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, αφού τα καυσαέρια έχουν σχετικά χαμηλή θερμοκρασία, της τάξης των 50°C. Όταν θερμανθεί πλήρως ο θάλαμος καύσης, τα επόμενα μίγματα αέρα/καυσίμου (οι «παλμοί») αναφλέγονται αυτόματα (χωρίς ανάγκη ηλεκτρικού σπινθήρα). Έτσι, δεν απαιτείται ούτε καυστήρας που καταναλώνει καύσιμο, ούτε φλόγα που να διατηρείται συνεχώς αναμμένη.

Κατά τη λειτουργία τους οι παλμικοί λέβητες απάγουν τη λανθάνουσα θερμότητα από τα προϊόντα της καύσης, συμπυκνώνοντας τα καυσαέρια. Έτσι, αυξάνεται η απόδοση του λέβητα και τα καυσαέρια έχουν μικρή περιεκτικότητα σε υδρατμούς, οπότε αποφεύγονται τα προβλήματα διάβρωσης της καμινάδας. Η απόδοση των λεβήτων παλμικής καύσης μπορεί να φθάσει το 95 έως 99%. Όταν συνδυαστούν με άλλες υψηλής απόδοσης διατάξεις μεταφοράς της θερμότητας, η ολική θερμική απόδοση του συστήματος θέρμανσης μπορεί να ανέλθει στο 90%. Εξάλλου, οι λέβητες αυτοί μπορούν να φθάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτόν των συμβατικών, ενώ εκπέμπουν σαφώς λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα.

### **6.Καυστήρας**

**Ο καυστήρας** είναι η συσκευή η οποία, προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα, επιτυγχάνει την ανάμειξη του καυσίμου υλικού, (στερεού, υγρού ή αερίου) με τον αέρα έτσι ώστε να πραγματοποιείται αλλά και να συντηρείται η καύση.

Οι καυστήρες διακρίνονται σε τρεις τύπους ανάλογα με το καύσιμο (υγρό ή αέριο)

που χρησιμοποιούν ή/και τον τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου και την ανάμειξή

του με τον αέρα καύσης:

- Καυστήρες εξάτμισης
- Καυστήρες διασκορπισμού
- Καυστήρες περιστροφής/φυγοκεντρικοί

**Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες** στους οποίους η καύση λαμβάνει τόπο σε μια λεκάνη. Η προθέρμανση του καυσίμου γίνεται επιτόπου από το καύσιμο το οποίο ήδη καίγεται και για την τροφοδότηση του καυστήρα αυτού με πετρέλαιο υπεύθυνη

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

είναι μια συσκευή η οποία ελέγχει την ροή του καυσίμου (παλαιού τύπου). Τυπικό παράδειγμα αποτελεί η σόμπα πετρελαίου.

**Οι φυγόκεντρικοί** που επιτυγχάνουν την ανάμειξη διασκορπίζοντας το καύσιμο στον θάλαμο καύσης μέσω περιστρεφόμενων ποτηριών. Λόγω της περιστροφικής ταχύτητας που αποκτά κατά την περιστροφή του τύμπανου, λεπτές σταγόνες εκσφενδονίζονται και πραγματοποιείται η ανάμειξη με τον αέρα καύσης. Στους φυγόκεντρους καυστήρες το καύσιμο εισχωρεί σε ένα περιστρεφόμενο τύμπανο το οποίο φέρει κατάλληλη διαμόρφωση και οπές.

**Οι πιεστικοί καυστήρες ή διασκορπισμού** (οι οποίοι κατέχουν ακόμα το μεγαλύτερο τμήμα των εφαρμογών έναντι των άλλων περιπτώσεων) που ονομάζονται έτσι γιατί διασκορπίζουν το καύσιμο πρεσάροντάς το. Στους πιεστικούς καυστήρες μια αντλία ανεβάζει την πίεση του καυσίμου και μέσω ενός εγχυτήρα (μπέκ) γίνεται η εκνέφωση του. Διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια τα οποία αναμειγνύονται με τον αέρα σε ιδανική αναλογία και πραγματοποιείται η καύση (10-20 bar πίεση λειτουργίας).

Οι συνηθέστεροι καυστήρες πετρελαίου για τους λέβητες θερμού νερού είναι οι καυστήρες διασκορπισμού.

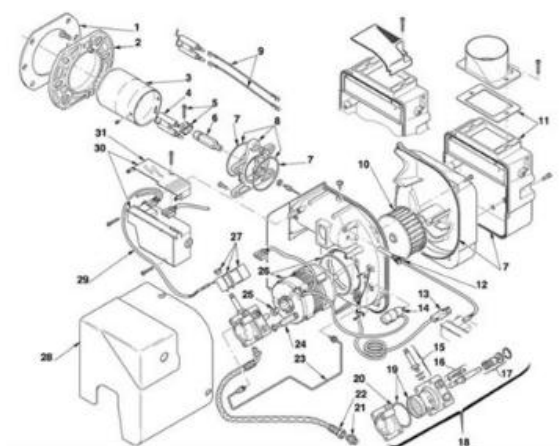
Από τους καυστήρες διασκορπισμού οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι σήμερα στις εγκαταστάσεις θερμάνσεως είναι εκείνοι του διασκορπισμού πετρελαίου υψηλής πίεσης.

Στους καυστήρες διασκορπισμού υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης της ποσότητας του πετρελαίου και του αέρα καύσης, προκειμένου να πετύχουμε τέλειο διασκορπισμό και ανάμειξη.

**Τα βασικά τμήματα που απαρτίζουν ένα καυστήρα πετρελαίου είναι :**

Αντλία πετρελαίου  
Ανεμιστήρας  
Μπέκ καυσίμου  
Φωτοκύτταρο  
Μετασχηματιστής έναυσης  
Ηλεκτρόδια έναυσης  
Στροβιλιστής  
Τάμπερ αέρα  
Ηλεκτρονικός πίνακας

Σχήμα 7. 20



Η αναγκαία παροχή καυσίμου στον καυστήρα είναι

$$W = Q_0 \lambda / 2500 \text{ σε Gal/h}$$



## 7.Ακροφύσιο

Το ακροφύσιο ή εγχυτήρας καυσίμου (μπεκ) είναι ένα πολύ βασικό εξάρτημα του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου στον καυστήρα διασκορπισμού, γιατί ψεκάζει το πετρέλαιο μέσα στο λέβητα με τη μορφή νέφους σταγόνων και εξασφαλίζει την καλύτερη ανάμιξή του με τον αέρα.

Αναλυτικότερα, το ακροφύσιο καθορίζει την ποσότητα του πετρελαίου που ψεκάζεται, το μέγεθος των σταγόνων και το σχήμα του νέφους. Το σχήμα του νέφους πρέπει να ταιριάζει με το σχήμα του αέρα που δίνει ο καυστήρας. Επίσης, καθορίζει τη γωνία ψεκασμού (συνήθως 45° ή 60° ) και διαθέτει φίλτρο για τον καθαρισμό του πετρελαίου.

Η κατάλληλη επιλογή ακροφυσίου συνεπάγεται επιτυχημένη ανάμιξη πετρελαίου και αέρα, που αποτελεί βασική προϋπόθεση για να έχουμε σωστή καύση του μίγματος.

Η επιλογή του κατάλληλου ακροφυσίου προϋποθέτει τον υπολογισμό της παροχής του. Οι δυνατές τιμές παροχής είναι οι εξής.

Παροχή ακροφυσίου (gal/h)						
0,50	1,00	1,35	2,00	3,00	4,00	5,00
0,65	1,10	1,50	2,25	3,25	4,50	5,50
0,75	1,20	1,65	2,50	3,50		
0,85	1,25	1,75	2,75			
0,90						

*Πίνακας 7.26*

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης παροχής πετρελαίου δίνεται από τον τύπο

$$W_b = W \sqrt{\frac{p_a}{7}} \text{ σε gal/h}$$

Όπου

- $P_a$  η πίεση της αντλίας πετρελαίου σε bar και
- $W$  η ωριαία κατανάλωση καυσίμου στον καυστήρα, όπως έχει υπολογιστεί στην παράγραφο 6 του ίδιου κεφαλαίου

Στη συνέχεια επιλέγεται το ακροφύσιο, από τον παραπάνω πίνακα, με την αμέσως μικρότερη παροχή από αυτή που υπολογίστηκε από τον τύπο.

### 8.Κυκλοφορητής

Σε μια εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης, οι κυκλοφορητές μεταφέρουν το νερό από τον λέβητα στα θερμαντικά σώματα και αντιστρόφως. Ο κυκλοφορητής είναι αντλία φυγοκεντρικού τύπου και κινείται με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος. Συνήθως τοποθετούνται μέσα στο λεβητοστάσιο και κοντά στον λέβητα.

Ο υπολογισμός του κυκλοφορητή συνίσταται βασικά στον προσδιορισμό της παροχής  $G$  ( $m^3/h$ ) και το μανομετρικό ύψος  $H$  (m).

Η παροχή του κυκλοφορητή υπολογίζεται από τον τύπο

$$G = Q_{o\lambda} / 15000 \text{ σε } m^3/h$$

και το μανομετρικό του ύψος από τον πίνακα

$Q_{o\lambda}$ (kcal/h)	<80000	80000-120000	120000-180000	180000-250000
$H$ (m Σ.Υ.)	1,3	1,3-1,8	1,8-2,5	2,5-3

*Πίνακας 7.27*

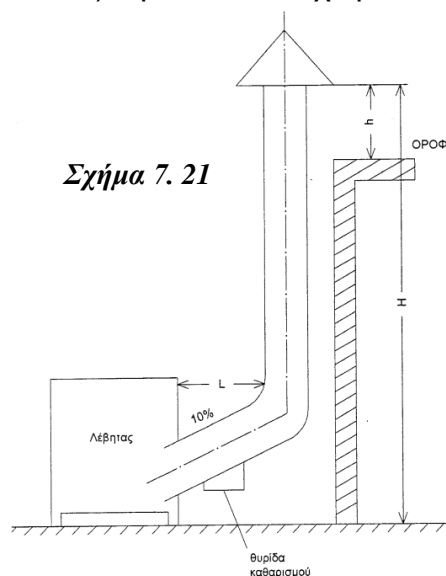
## 9. Καπνοδόχος

Μέσω της καπνοδόχου απομακρύνονται τα καυσαέρια από το λέβητα.

Για την κατασκευή της καπνοδόχου θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη τα εξής:

- Η διατομή θα πρέπει να είναι σταθερή καθ' όλο το ύψος της.
- Το οριζόντιο τμήμα της καπνοδόχου δεν πρέπει να υπερβαίνει το ¼ του ύψους της καπνοδόχου.
- Θα πρέπει να αποφεύγεται κατά το δυνατόν η αλλαγή διεύθυνσης της καπνοδόχου. Σε περίπτωση αλλαγής θα πρέπει να υπάρχει κλίση τουλάχιστον 30°.
- Το άνοιγμά της θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ένα μέτρο πάνω από το ανώτερο σημείο του κτιρίου.
- Η κλίση του καπναγωγού θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 10%.
- Η οριζόντια απόσταση της εξόδου των καυσαερίων της καπνοδόχου από εξωτερικά ανοίγματα (παράθυρα, μπαλκονόπορτες, κ.λ.π) γειτονικών χώρων να είναι μεγαλύτερη από 10m.

Σχήμα 7. 21



Η διατομή της καπνοδόχου υπολογίζεται από το  $Q_{ολ}$  και το ύψος του κτιρίου σύμφωνα με τον Πίνακα 7.28.

ύψος κτιρίου (cm)						Διατομή	
10	12	15	20	25	30	τετραγωνική	κυλινδρική
$Q_{ολ}(kcal)$						cmxcm	$\Phi$ σε cm
50000	50000	50000	-	-	-	20x20	23
75000	75000	80000	90000	950000	-	20x27	26
110000	115000	125000	140000	150000	180000	27x40	33
250000	280000	300000	320000	360000	380000	40x40	45
-	400000	420000	470000	500000	550000	40x53	53

Πίνακας 7.28

## 10. Δοχείο διαστολής

Σκοπός του δοχείου διαστολής είναι η διατήρηση της πίεσης του δικτύου κεντρικής θέρμανσης σε αποδεκτά όρια.

Η διατήρηση της πίεσης είναι απαραίτητη για

- Να αναπληρώνονται οι απώλειες νερού του δικτύου, που οφείλονται σε εξαερώσεις στα σώματα ή τυχόν μικροδιαρροές
- Να παραλαμβάνεται η διαστολή του νερού λόγω αύξησης της θερμοκρασίας του
- Να μη δημιουργούνται υποπτώσεις οι οποίες γίνονται αιτία ατμοποιήσεων στο δίκτυο

Υπάρχουν 2 είδη δοχείων διαστολής,

- Τα ανοιχτά και
- τα κλειστά

Τα **ανοιχτού** τύπου είναι δεξαμενές που βρίσκονται στο υψηλότερο τμήμα της εγκατάστασης και επικοινωνούν με την ατμόσφαιρα.

Μέσω σωλήνα κατάλληλης διαμέτρου το δίκτυο καταλήγει σε υψηλότερο σημείο από την ελεύθερη στάθμη του νερού στο δοχείο.

Έτσι, σε περίπτωση ανύψωσης της θερμοκρασίας του νερού, ο όγκος του πλεονάζοντος υγρού οδηγείται στο δοχείο.

Σωλήνας κατάλληλης διαμέτρου αναχωρεί από τη βάση του δοχείου και συνδέεται στην επιστροφή του λέβητα.

Από τον σωλήνα αυτό γίνεται- μέσω φυσικής κυκλοφορίας- η πλήρωση του κυκλώματος με νερό σε περίπτωση έλλειψης.

Μειονέκτημα της εφαρμογής αυτής αποτελεί ο κίνδυνος παγώματος του νερού σε περιπτώσεις χαμηλών θερμοκρασιών και η σχετικά γρήγορη διάβρωση των τοιχωμάτων.

Το κόστος της εγκατάστασης είναι αυξημένο και επίσης μπορεί να δημιουργηθούν λειτουργικά προβλήματα στα σώματα του τελευταίου ορόφου.

Επίσης, υπάρχει ο κίνδυνος εισχώρησης αέρα στο δίκτυο ενώ είναι αντιαισθητική η παρουσία του δοχείου στην ταράτσα του οικοδομήματος.

Στην πλειοψηφία των σύγχρονων κατασκευών έχει επικρατήσει η τοποθέτηση **κλειστών** δοχείων διαστολής λόγω των πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν.

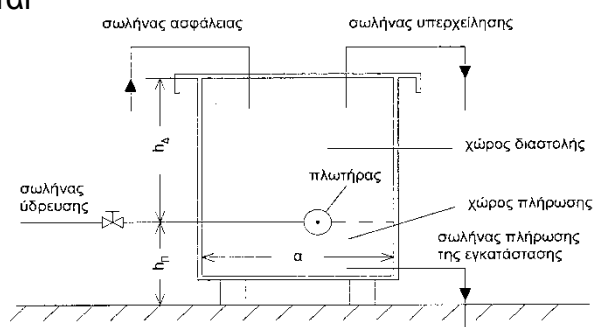
Τοποθετούνται στο λεβητοστάσιο στο κύκλωμα πλήρωσης του λέβητα με νερό από το δίκτυο. Είναι σχετικά μικρού μεγέθους και έχουν ελάχιστες ανάγκες συντήρησης.

Τα δοχεία αυτά χωρίζονται σε δυο μέρη από μια κατάλληλη μεμβράνη. Στον έναν χώρο βρίσκεται αέριο (άζωτο) κατάλληλης πίεσης ενώ στον άλλο εισέρχεται το νερό το οποίο διαστέλλεται.

Στο επάνω μέρος του δοχείου υπάρχει βαλβίδα από την οποία μπορούμε να αυξήσουμε την πίεση του αερίου που βρίσκεται μέσα στο δοχείο.

Εάν η μεμβράνη που διαχωρίζει τους δυο θαλάμους έχει διαρροή, το δοχείο καθίσταται ανενεργό και θα πρέπει να αλλαχθεί. Αυτό όμως μπορεί εύκολα να ελεγχθεί εφόσον ανοίξουμε στιγμιαία την βαλβίδα του δοχείου. Εάν εκρεύσει νερό, η μεμβράνη έχει

Σχήμα 7. 22



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

καταστραφεί. Ο έλεγχος αυτός δεν πρέπει να γίνεται συνεχώς και αλόγιστα καθώς σταδιακά η πίεση του αερίου θα μειωθεί και το δοχείο θα καταστεί αναποτελεσματικό.

Στη μελέτη θέρμανσης θα χρησιμοποιηθεί δοχείο διαστολής ανοιχτού τύπου, γιατί?

Απαιτείται ο προσδιορισμός του όγκου του δοχείου και η διάμετρος των σωλήνων υπερχείλισης και πλήρωσης.

Ο όγκος του δοχείου διαστολής υπολογίζεται από τη σχέση

$$V = Q_{0\lambda} / 1000 \text{ σε lit}$$

Η διάμετρος των σωλήνων υπερχείλισης (D) και πλήρωσης (d) προσδιορίζονται από τον πίνακα που ακολουθεί.

Q <sub>0λ</sub> (kcal)	D ίντσες	d ίντσες
<70000	1	3/4
701000-160000	1 & 1/4	1
160000-350000	2 & 1/2	1 & 1/4
350000-650000	2	2 & 1/2
650000-1000000	2 & 1/2	2

*Πίνακας 7.29*



### 7.3.A.ii. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Μερικές βασικές παρεμβάσεις που μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης είναι οι ακόλουθες:

- Μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας  
Μείωση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας αναφοράς κατά ένα βαθμό συμβάλλει σε εξοικονόμηση καυσίμων 6% περίπου.
- Κατάλληλη διαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος θέρμανσης  
Ένα κεντρικό σύστημα πρέπει να διαστασιολογείται μετά από ειδική μελέτη θέρμανσης από Μηχανολόγο ή Ηλεκτρολόγο μηχανικό και πάντα βάσει των θερμικών απωλειών του κτιρίου προκειμένου να αποφευχθούν υπερδιαστασιολογήσεις και σπατάλη καυσίμων.
- Ενεργειακός σχεδιασμός κτιριακού κελύφους  
Κατάλληλες επιλογές για τα ανοίγματα, τους υαλοπίνακες, την τοιχοποιία, την οροφή, που μειώνουν το απαραίτητο θερμικό φορτίο χειμώνα, έχουν αναφερθεί αναλυτικά στα κεφάλαια 2 και 7.2, «Χωροταξικός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός» και «Παθητικές μέθοδοι» αντίστοιχα.
- Μόνωση τοίχων  
Καλό είναι, όταν ένα σώμα βρίσκεται τοποθετημένο δίπλα σε εξωτερικό τοίχο να τοποθετείται μονωτικό υλικό μεταξύ των δύο και επίσης να μην τοποθετούνται καλύμματα στα σώματα, όπως συνηθίζεται.  
Ο ρόλος της μόνωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας έχει αναφερθεί ήδη αναλυτικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο.
- Χρήση των ρολών και των κουρτινών  
Η χρήση τους κατά τη διάρκεια της νύχτας μειώνει τις απώλειες θερμότητας.
- Θερμομόνωση περιβλήματος λέβητα  
Η απώλειες ενός μονωμένου λέβητα δεν ξεπερνούν το 1% ενώ ενός αμόνωτου είναι πάνω από 5%.
- Θερμομόνωση σωληνώσεων και θερμαντήρα νερού  
Είναι απαραίτητη η επιλογή του κατάλληλου μεγέθους σωληνώσεων και η μόνωσή τους, ειδικά αν διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους.
- Επιλογή κατάλληλου λέβητα  
Η επιλογή του λέβητα θα πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τη μελέτη απωλειών.  
Καλό είναι να αποφεύγονται οι μεγάλοι λέβητες που δεν λειτουργούν σε πλήρη ισχύ. Συνήθως αυτό συμβαίνει σε μεγαλύτερες εγκαταστάσεις από τις οικιακές, όταν η απαιτούμενη ισχύς ενός λέβητα ξεπερνά τα 350 kW, οπότε ενδείκνυται η εγκατάσταση δύο και πλέον λεβήτων. Έτσι, σε περιόδους μεγάλης ζήτησης, δίνεται η δυνατότητα να λειτουργεί ένας μόνο

λέβητας. Η εξοικονόμηση που προκύπτει αντισταθμίζει πολύ γρήγορα το αυξημένο κόστος αγοράς περισσότερων λεβήτων και καυστήρων αντί ενός. Επίσης, τυχόν χαραμάδες στο λέβητα επιτρέπουν την είσοδο κρύου αέρα στο εσωτερικό του μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο την απόδοσή του.

➤ Επιλογή λέβητα υψηλής απόδοσης

Επίσης θα πρέπει να έχει υψηλή απόδοση. Με δεδομένη την κλίμακα απόδοσης που δίνουν οι κατασκευαστές σε ένα λέβητα (80%-110%) ένας λέβητας θεωρείται ικανοποιητικά αποδοτικός από 90% και πάνω. Επομένως ένας λέβητας υψηλής απόδοσης μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας 15-20% και έχει περίοδο απόσβεσης 4-5 χρόνια.

Εδώ πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο «ετήσιος βαθμός απόδοσης» μιας εγκατάστασης, ο οποίος εκφράζει την ενέργεια που παράγει ένας λέβητας, μείον τις απώλειες των καυσαερίων που προκύπτουν, τις απώλειες διακοπής λειτουργίας της εγκατάστασης και τις θερμικές απώλειες του λέβητα.

➤ Επιλογή κατάλληλου ακροφυσίου

Η επιλογή του κατάλληλου ακροφυσίου είναι σημαντική για την τέλεια καύση και επομένως την εξοικονόμηση πετρελαίου και άρα ενέργειας και γίνεται σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν στην παράγραφο 7 του ίδιου κεφαλαίου.

➤ Επιλογή κατάλληλου καυστήρα

Όσον αφορά τους καυστήρες, κυκλοφορούν σήμερα καυστήρες προηγμένης τεχνολογίας στους οποίους μπορούν να γίνουν οι σωστές και απαραίτητες ρυθμίσεις για τέλεια καύση.

➤ Τοποθέτηση διαφράγματος στον καπναγωγό

Το διάφραγμα (τάμπερ) περιορίζει τις θερμικές απώλειες λόγω ελκυσμού όταν δε λειτουργεί ο καυστήρας. Τοποθετείται στον καπναγωγό και περιστρέφεται από έναν ηλεκτρομαγνήτη που παίρνει τη σχετική εντολή από τον καυστήρα. Οι σύγχρονοι καυστήρες φέρουν ενσωματωμένο αυτόματο διάφραγμα.

➤ Χρήση θερμοστατικών διακοπών

Προτείνεται η χρήση θερμοστάτη στα θερμαντικά σώματα καθώς έτσι μόνο επιτυγχάνεται η απαραίτητη και επιθυμητή θερμοκρασία σε έναν χώρο. Μοιάζουν με τους απλούς διακόπτες, τους οποίους μπορούν να αντικαταστήσουν, αλλά στη θέση της κεφαλής έχουν μία θερμοστατική κεφαλή, που φέρει αριθμούς για την αρίθμηση. Όταν ο αέρας είναι κρύος το θερμό νερό διέρχεται ελεύθερα από το διακόπτη, ενώ όταν η θερμοκρασία του χώρου φτάσει την επιθυμητή, ο διακόπτης περιορίζει ή σταματά τη ροή του θερμού νερού και η θερμοκρασία διατηρείται στα προκαθορισμένα επίπεδα.



- Χωρισμός της εγκατάστασης σε ζώνες  
Με βάση τη χρήση ενός κτιρίου, μπορεί να γίνει ο χωρισμός του σε ζώνες, που χρειάζονται θέρμανση σε διαφορετικά χρονικά διαστήματα. Στην περίπτωση αυτή, η ρύθμιση της λειτουργίας γίνεται για κάθε ζώνη με χρονοδιακόπτες και θερμοστάτες. Το συγκεκριμένο μέτρο εφαρμόζεται κυρίως σε εγκαταστάσεις μεγαλύτερες των οικιακών.
- Κατάλληλη θέση των θερμαντικών σωμάτων  
Τα θερμαντικά σώματα πρέπει να τοποθετούνται σε κατάλληλη θέση, όπως αναφέρθηκε και στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Επίσης δεν πρέπει να τοποθετούνται σε αυτά καλύμματα.
- Η αυτονομία θέρμανσης  
Αυτονομία θέρμανσης, που εξασφαλίζεται πχ με το μονοσωλήνιο σύστημα, επιτρέπει την κατανάλωση θερμότητας για τη θέρμανση, πχ μόνο των διαμερισμάτων που χρησιμοποιούνται, σε μία πολυκατοικία.
- Τακτική επιθεώρηση και συντήρηση της εγκατάστασης
- Σύστημα αντιστάθμισης  
Για να αποφευχθεί κατασπατάληση ενέργειας όταν θερμαίνονται χώροι δίχως αυτό να είναι αναγκαίο υπάρχουν τρόποι ώστε ο λέβητας να ρυθμίζεται με ειδικά συστήματα και ανάλογα να ανταποκρίνεται στην εξωτερική θερμοκρασία (αντιστάθμιση). Τα συστήματα ρύθμισης διατηρούν την εσωτερική θερμοκρασία σταθερή ανεξάρτητα από τις εξωτερικές μεταβολές, συνεισφέροντας έτσι στην αποφυγή υπερθέρμανσης των εσωτερικών χώρων. Αυτές οι ρυθμίσεις μπορούν να εφαρμοστούν ανάλογα με τον τύπο της εγκατάστασης και ο βαθμός ακριβείας τους εξαρτάται από τον αυτοματισμό που επιλέγεται. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα ρύθμισης έχουν ένα αισθητήριο που μεταδίδει τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας σε μια ηλεκτρονική συσκευή η οποία προσαρμόζει τη θερμοκρασία του νερού ανάλογα. Υπάρχουν ακόμη και οι θερμοστατικοί διακόπτες που μπορούν να ρυθμίσουν επιτυχώς τη θερμοκρασία διαφορετικών και ξεχωριστών χώρων, καθώς επίσης και να εξαλείψουν τυχόν λάθη και μειονεκτήματα που προκύπτουν από λάθη στις μελέτες, αλλαγές στη χρήση των χώρων κλπ. Τέτοιοι διακόπτες μπορούν να ρυθμίζουν αυτόματα την ποσότητα ζεστού νερού και τη θερμοκρασία ενός χώρου. Το κόστος αγοράς τους είναι μικρό ενώ τα οφέλη στην εξοικονόμηση που προκύπτουν από τη χρήση τους μεγάλα.
- Αποφυγή κυκλικής λειτουργίας λέβητα  
Οι λέβητες έχουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης όταν λειτουργούν σε φορτίο αιχμής, το οποίο όμως συμβαίνει σπάνια. Έτσι πραγματοποιούν μία συνεχή λειτουργία έναρξης-διακοπής η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια θερμότητας από την καμινάδα και το νερό που ψύχεται στους σωλήνες. Η αποφυγή της κυκλικής λειτουργίας πραγματοποιείται με
  - Τη χρήση πολλών λεβήτων, οι οποίοι ανάλογα τις θερμικές ανάγκες τίθενται διαδοχικά εντός ή εκτός λειτουργίας
  - Τον καθορισμό ελέγχων που χρησιμοποιούν βηματικούς η μεταβλητούς ρυθμούς καύσης.

## ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

### Ενδοδαπέδια θέρμανση



*Εικόνα 7. 4*

Το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης Στο ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης με θερμό νερό, εύκαμπτοι πλαστικοί ή μεταλλικοί σωλήνες ενσωματώνονται μέσα στο δάπεδο, έτσι ώστε η θερμαντική επιφάνεια του χώρου να είναι το ίδιο το δάπεδο. Ο βασικός περιορισμός στην εφαρμογή του ενδοδαπέδιου συστήματος θέρμανσης είναι η θερμοκρασία της επιφάνειας του δαπέδου, η οποία σε δάπεδα με μεγάλη περίοδο επαφής του ανθρώπινου ποδιού δεν πρέπει να υπερβαίνει τη θερμοκρασία των 27-29 C. Στην περίπτωση αυτή η μέγιστη θερμική ισχύς που μπορεί να επιτευχθεί είναι περίπου 90-110 kcal/ώρα/τετ. μέτ. δαπέδου. Αν το κλίμα είναι σχετικά ψυχρό και το κτίριο δεν είναι επαρκώς θερμομονωμένο, υπάρχει το ενδεχόμενο η ισχύς αυτή να μην επαρκεί. Το ενδοδαπέδιο σύστημα δεν καταλαμβάνει κατοικήσιμο χώρο, όμως η ισχύς του μειώνεται από την ύπαρξη χαλιών, επίπλων κτλ. Κύριος μηχανισμός απόδοσης θερμότητας είναι η ακτινοβολία. Το ενδοδαπέδιο σύστημα είναι κατάλληλο για ψύξη και για σύνδεση με ηλιακά, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του νερού (μέχρι 55 C περίπου), ενώ εμφανίζει θερμοκρασιακή στρωμάτωση μικρότερη από κάθε άλλο σύστημα που

επιτρέπει την ικανοποιητική χρησιμοποίησή του σε χώρους με μεγάλο ύψος. Παρουσιάζει μεγάλη θερμική αδράνεια. Συνδέσεις σωλήνων δεν επιτρέπονται μέσα στο δάπεδο και απαιτείται μεγάλη προσοχή ώστε να μην υποστούν μηχανικές καταπονήσεις κατά το στάδιο της κατασκευής και μέχρι να καλυφθούν. Προσοχή πρέπει επίσης να δίνεται στη δημιουργία αρμών διαστολής στο δάπεδο

- **φυσικό αέριο**

### Προστασία του Περιβάλλοντος

Το φυσικό αέριο είναι η καθαρότερη πηγή πρωτογενούς ενέργειας, μετά τις ανανεώσιμες μορφές. Τα μεγέθη των εκπεμπόμενων ρύπων είναι σαφώς μικρότερα σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, ενώ η βελτίωση του βαθμού απόδοσης μειώνει τη συνολική κατανάλωση καυσίμου και συνεπώς περιορίζει την ατμοσφαιρική ρύπανση.

### Εξοικονόμηση ενέργειας

Με την υποκατάσταση ηλεκτρικής ενέργειας από φυσικό αέριο, κυρίως στις οικιακές και εμπορικές χρήσεις, θα αποφευχθούν οι απώλειες μετατροπής του σε ηλεκτρική ενέργεια καθώς και στη μεταφορά της. Η χρησιμοποίηση φυσικού αερίου σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου θα έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση του βαθμού απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού σε 52-55% έναντι 35-40% των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών. Λόγω της "καθαρότητας" των προϊόντων καύσης του φυσικού αερίου, αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απ'ευθείας σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές χωρίς την παρεμβολή εναλλακτών που έχουν ως συνέπεια ενεργειακές απώλειες.

### Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο

Η χρήση του φυσικού αερίου θα έχει σημαντικές θετικές επιδράσεις στη δομή του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας, μια και θα μειωθεί η εξάρτησή μας από το πετρέλαιο.

### Τόνωση της απασχόλησης

Η διεύρυνση της χρήσης του φυσικού αερίου στον οικιακό, εμπορικό και βιομηχανικό τομέα συμβάλλει αποτελεσματικά στην αντιμετώπιση της ανεργίας με τη δημιουργία νέων θέσεων και ειδικοτήτων στην αγορά εργασίας.

### Οφέλη από τη χρήση του φυσικού αερίου στον οικιακό και εμπορικό τομέα

- Είναι η πιο οικονομική ενέργεια.
- Οδηγεί σε γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
- Η μέτρηση γίνεται με ακρίβεια
- Ο λογαριασμός πληρώνεται μετά την κατανάλωσή του
- Δεν απαιτείται αποθηκευτικός χώρος

### Φυσικό Αέριο στο σπίτι

Περισσότερο από 50 εκατομμύρια νοικοκυριά στην Ευρώπη και πάνω από τα μισά νοικοκυριά της Αμερικής απολαμβάνουν καθημερινά τις ευκολίες, την αυτονομία, την ασφάλεια και την οικονομία που τους προσφέρει η μόνιμη και σταθερή παροχή του φυσικού αερίου:

- στη θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή κάτω από τον απόλυτο έλεγχό σας,
- στο μαγείρεμα, χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας,
- στο ζεστό νερό, τη στιγμή που το θέλετε, όπου και όταν το θέλετε,
- και σε πολλές άλλες λειτουργίες του νοικοκυριού,
- με μια σειρά νέων προϊόντων όπως στεγνωτήρια ρούχων, τζάκια και μπάρμπεκιου.

Και όλα τα παραπάνω με έναν απλό και γρήγορο τρόπο σύνδεσης και με μία συγκριτικά χαμηλή οικονομική δαπάνη που γίνεται εφάπαξ.

Βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:

- Αυτονομία, αμεσότητα και ταχύτητα,
- Σταθερή και μόνιμη παροχή, χωρίς εξαρτήσεις,
- Ασφάλεια στη χρήση, χωρίς οσμές, θορύβους και ρύπους,
- Εύκολη και απλή εγκατάσταση εξοπλισμού με καθαριότητα και οικονομία χώρων,
- Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των συσκευών και του εξοπλισμού, με υψηλότερη απόδοση και μικρότερο κόστος συντήρησης, χωρίς πρόσθετες δαπάνες για την ομαλή λειτουργία του (δεξαμενές, αντλίες, προθερμαντήρες, κ.λπ.),
- Οικονομία αφού χρεώνεται όσο ακριβώς χρησιμοποιείται. Δεν προπληρώνεται όπως το πετρέλαιο,
- Είναι οικονομικότερο από το πετρέλαιο και είναι αρκετά φθηνότερο από τον ηλεκτρισμό.

### Φυσικό αέριο σε επιχειρήσεις του τριτογενούς τομέα

Ξενοδοχεία και νοσοκομεία, εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά και πολιτιστικά κέντρα, μεγάλα κτίρια γραφείων, χώροι αναψυχής, εμπορικά κέντρα και καταστήματα, μπορούν τώρα να χρησιμοποιήσουν το Φυσικό Αέριο για θέρμανση των χώρων, παραγωγή ζεστού νερού, μαγείρεμα καθώς και άλλες εξειδικευμένες

εργασίες, εκμεταλλεζόμενα τα ασύγκριτα πλεονεκτήματά του και επιτυγχάνοντας μεγάλες οικονομίες κλίμακας και απόλυτη λειτουργικότητα.

Ακόμα και μια σειρά επαγγελματιών θα βρουν στο φυσικό αέριο τη συμφέρουσα λύση στις καθημερινές ανάγκες των επιχειρήσεών τους. Αρτοποιεία, εστιατόρια, εργαστήρια ζαχαροπλαστικής, εργαστήρια αργυροχρυσόχοϊας, πλυντήρια και στεγνωτήρια, συνεργεία αυτοκινήτων με φούρνους βαφής περιλαμβάνονται στον μακρύ κατάλογο των καταναλωτών του φυσικού αερίου.

Βασικά Πλεονεκτήματα του Φυσικού Αερίου στον τριτογενή τομέα:

- Συνεχής παροχή και έλλειψη ενασχόλησης με παραγγελίες και παραλαβές καυσίμων.
- Δυνατότητα εκμετάλλευσης σημερινών αποθηκευτικών χώρων (δεξαμενών).
- Αισθητική αρτιότητα, αυξημένη καθαριότητα χώρων και συσκευών.
- Μειωμένη συντήρηση, ορθολογική χρήση ενέργειας, μείωση λειτουργικών δαπανών, οικονομία.
- Επιμήκυνση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού, υψηλότερη απόδοση.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### 7.3.B. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ.

Η αναγκαιότητα εφαρμογής μέτρων εξοικονόμησης στον κλιματισμό των κτιρίων είναι αδιαμφισβήτητη. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι η απαιτούμενη εγκατεστημένη ισχύς για την κάλυψη των φορτίων αιχμής κυρίως τους θερινούς μήνες, λόγω κλιματισμού, αυξάνεται συνεχώς με μέσο ετήσιο ρυθμό τα 400MW, που σημαίνει ένας σταθμός παραγωγής ετησίως.

Επιδίωξη του συστήματος κλιματισμού είναι η δημιουργία ομοιόμορφων συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας.

Τα επιθυμητά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας έχουν άμεση σχέση με το είδος και τη χρήση του χώρου όπου εγκαθίσταται ο κλιματισμός.

Ειδικά για τις κατοικίες, όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 7.1.A., σύμφωνα με οδηγία του ΤΕΕ, οι συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για το καλοκαίρι είναι 25οC θερμοκρασία και υγρασία 40%, και αντίστοιχα για το χειμώνα 22οC και 30%, όπως φαίνεται και στον πίνακα που ακολουθεί.

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

Πίνακας 7.1

Το σύστημα κλιματισμού εξασφαλίζει τις απαραίτητες συνθήκες θερμικής άνεσης αλλά ποιότητας αέρα στο χώρο.

Συγκεκριμένα, οι **βασικές λειτουργίες** που επιτελεί είναι

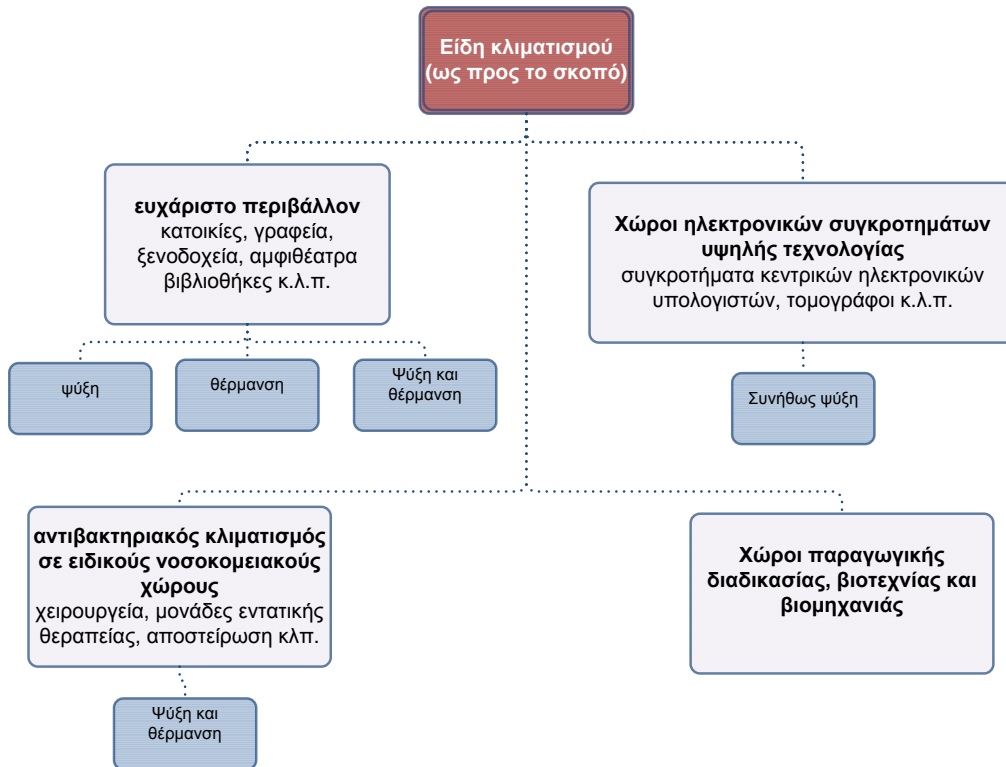
- **Θέρμανση:**  
Η διεργασία πρόσθεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.
- **Ψύξη**  
Η διεργασία αφαίρεσης θερμικής ενέργειας (θερμότητας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της θερμοκρασίας ή τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε ορισμένα όρια.
- **Ύγρανση**  
Η διεργασία πρόσθεσης νερού (υγρασίας) στον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την άνοδο της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.
- **Αφύγρανση:**  
Η διεργασία αφαίρεσης νερού (υγρασίας) από τον αέρα του κλιματιζόμενου χώρου με σκοπό την πτώση της σχετικής υγρασίας ή τη διατήρησή της σε ορισμένα όρια.
- **Ανανέωση**  
Η διεργασία λήψης εξωτερικού αέρα και απόρριψης αέρα από τους χώρους του κτιρίου, με σκοπό την αραίωση των αέριων προσμίξεων του αέρα και την εξασφάλιση της απαραίτητης ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
- **Καθαρισμός**  
Η διεργασία αφαίρεσης των σωματιδιακών και βιολογικών προσμίξεων του αέρα με σκοπό τη βελτίωση και τη διατήρηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα.
  - Η θέρμανση επιτυγχάνεται με τη δίοδο του αέρα ανάμεσα από κατάλληλα θερμαντικά σώματα, που τροφοδοτούνται με ατμό ή με θερμό αέρα.
  - Η ψύξη μπορεί να γίνει είτε σε ιδιαίτερες εγκαταστάσεις είτε σε αυτές όπου γίνεται και η θέρμανση, με κυκλοφορία ψυχρού αέρα ή ψυκτικού μείγματος.
  - Η ύγρανση επιτυγχάνεται με σταγονίδια νερού.
  - Η αφύγρανση γίνεται με συμπύκνωση του ατμού στα ψυκτικά σώματα. Σε ορισμένες συσκευές η υγρασία απορροφάται από ειδικά υγροσκοπικά σώματα.
  - Η κυκλοφορία του αέρα πραγματοποιείται με ηλεκτρικούς ανεμιστήρες διαφόρων τύπων, οι οποίοι εισάγουν τον εξωτερικό αέρα στους χώρους μέσα από τα ειδικά μηχανήματα κλιματισμού, και εξάγουν από τους χώρους την αντίστοιχη ποσότητα μολυσμένου αέρα. Η διανομή εκτελείται με ένα σύστημα αγωγών, αναγκαστικά μεγάλης διατομής και συνεπώς μεγάλου όγκου. Εναλλακτικά, η γίνεται με θερμό ή ψυχρό νερό που κυκλοφορεί σε σωλήνες μικρής διαμέτρου στις μικρές μονάδες κλιματισμού, οι οποίες επικοινωνούν απευθείας με τον έξω χώρο για την εισαγωγή και την εξαγωγή του αέρα



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Υπάρχουν διάφορα είδη κλιματισμού, ανάλογα με το σκοπό της εφαρμογής του, και διάφορα είδη κλιματιστικών συστημάτων, όπως φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν.

### Είδη κλιματισμού



Διάγραμμα 7. 6

Όπως φαίνεται και στο ανωτέρω διάγραμμα, οι εφαρμογές του κλιματισμού μπορούν να διακριθούν:

- Στον κλασικό κλιματισμό “άνεσης”, που συνήθως απασχολεί τους μελετητές μηχανικούς, και όπου το κέντρο του ενδιαφέροντος είναι ο άνθρωπος. Οι εγκαταστάσεις αυτές χρησιμεύουν για τη δημιουργία *ευχάριστου περιβάλλοντος* σε χώρους παραμονής κάθε είδους όπως κτίρια γραφείων, θέατρα, κατοικίες, αίθουσες συγκεντρώσεων, χώρους πώλησης κλπ.
- Στον βιομηχανικό κλιματισμό, ο οποίος προορίζεται για την εξυπηρέτηση στόχων της βιοτεχνίας, της βιομηχανίας και γενικότερα παραγωγικών ή εργασιακών χώρων. Οι εγκαταστάσεις βιομηχανικού κλιματισμού έχουν ως στόχο τον άνθρωπο (προστασία της υγείας των εργαζομένων), ή την *παραγωγική διαδικασία* (δημιουργία ειδικού περιβάλλοντος που ευνοεί κάποια χημική ή

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

βιολογική εξέλιξη ή κάποια μηχανική κατεργασία) ή και τα δύο (βελτίωση της παραγωγικότητας ανθρώπων και μηχανών).

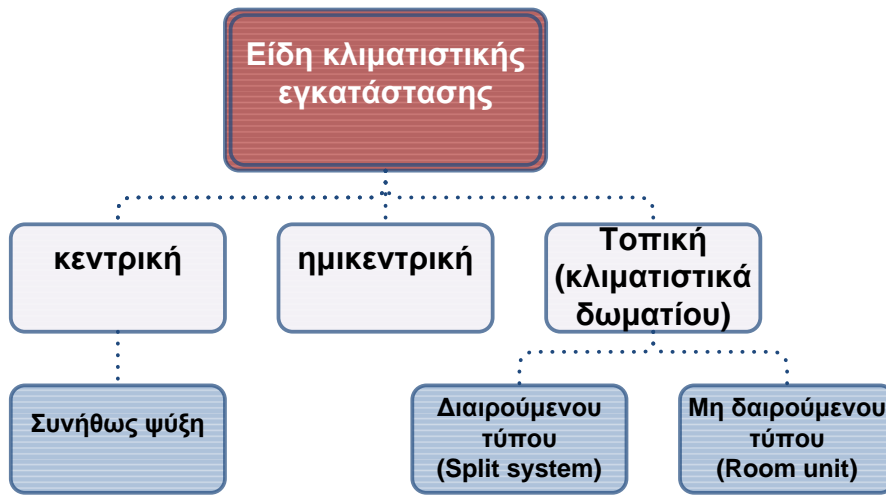
- Στον κλιματισμό ειδικών εφαρμογών, που έχει ως στόχο να εξυπηρετήσει τις ειδικές ανάγκες και τις υψηλές απαιτήσεις νοσηλευτηρίων, χειρουργικών χώρων, εργαστηρίων ερευνών, ειδικών κατεργασιών κ.λπ.

Οι εγκαταστάσεις αυτές εξασφαλίζουν ιδιαίτερες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας καθώς και πολύ υψηλές απαιτήσεις καθαρότητας του αέρα, ώστε να εξασφαλίζεται ο έλεγχος της περιεκτικότητας των αιωρούμενων σωματιδίων, των μικροβίων, των βακτηριδίων και των διαφόρων άλλων μικροοργανισμών στον αέρα.

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

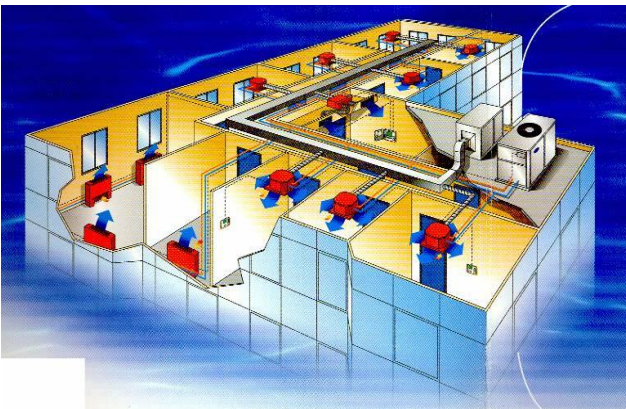
*Πίνακας 7.30*

## Συστήματα κλιματισμού

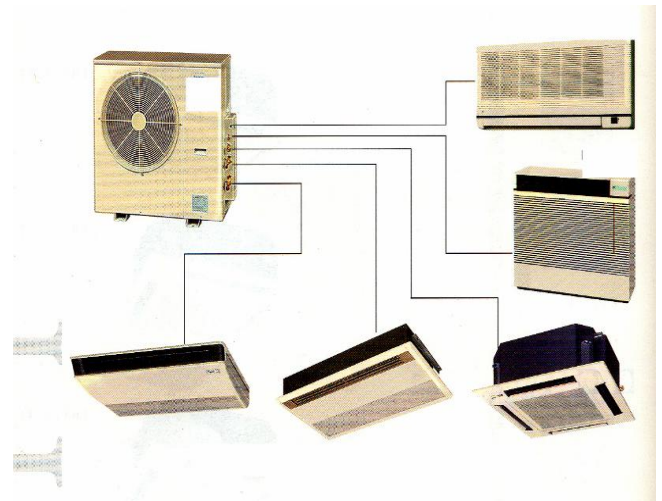


Διάγραμμα 7.7

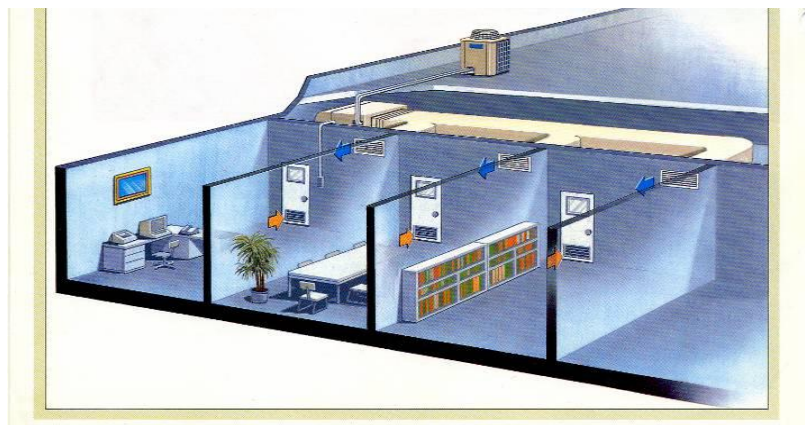
Εικόνα 7.5



κεντρικό σύστημα κλιματισμού



τοπικό σύστημα κλιματισμού

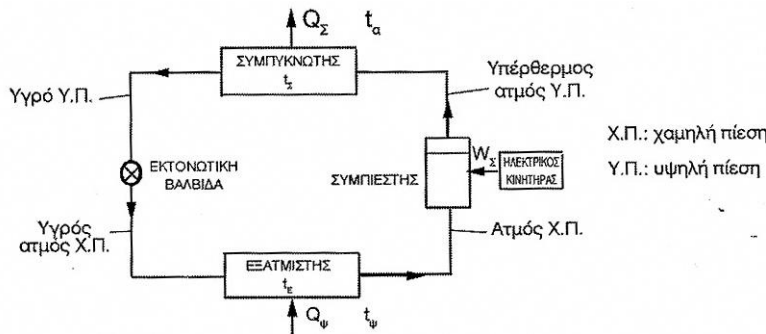


ημικεντρικό σύστημα κλιματισμού

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Τα συστήματα κλιματισμού χρησιμοποιούνται στις οικίες χρησιμοποιούνται κυρίως για ψύξη των χώρων. Η θέρμανση καλύπτεται από το σύστημα κεντρικής θέρμανσης.

Κάθε σύστημα ψύξης αποτελείται από το συμπιεστή, το συμπυκνωτή, την εκτονωτική βαλβίδα, τον εξατμιστή και τον ηλεκτρικό κινητήρα, όπως φαίνεται στο ακόλουθο σχήμα.



Σχήμα 7. 24

Στο παρελθόν, ως ψυκτικό μέσο χρησιμοποιούνταν χλωροφθοράνθρακες(CFC),των οποίων η χρήση καταργήθηκε το 1996 και υδροχλωροφθοράνθρακες(HCFC), που θα σταματήσουν να χρησιμοποιούνται πλήρως το 2030 και οι υδροφθοράνθρακες (HFC) που χαρακτηρίζονταν και ως «οικολογικά ψυκτικά μέσα».

Ωστόσο, σύμφωνα την Ευρωπαϊκή Ένωση, και παραπάνω ουσίες, ακόμη και τα HFCs, αποτελούν ισχυρότατα αέρια του θερμοκηπίου και συντελούν αύξηση της τρύπας του όζοντος, γι αυτό και πρόκειται να καταργηθούν στο μέλλον σύμφωνα με χρονοδιάγραμμα της ΕΕ.

Πίνακας 7.30

Χρονοδιάγραμμα κατάργησης CFCs & HCFCs στην ΕΕ	
1/1/2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απαγόρευση χρήσης CFCs σε υπάρχοντα εξοπλισμό</li> <li>• Τα ανακτώμενα CFCs πρέπει να καταστρέφονται καταλλήλως</li> <li>• Απαγόρευση χρήσης HCFCs σε νέο εξοπλισμό ψυκτικής ικανότητας &gt; 100 kW</li> </ul>
1/7/2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απαγόρευση χρήσης HCFCs σε νέο εξοπλισμό ψυκτικής ικανότητας &lt; 100 kW</li> </ul>
1/1/2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απαγόρευση χρήσης HCFCs σε νέα συστήματα inverter και αντλίες θερμότητας</li> </ul>
1/1/2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απαγόρευση χρήσης παρθέτων HCFCs σε υπάρχοντα εξοπλισμό</li> </ul>
1/1/2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Απαγόρευση χρήσης όλων των HCFCs σε υπάρχοντα εξοπλισμό</li> </ul>

Στο μέλλον πρόκειται να χρησιμοποιηθούν «φυσικά ψυκτικά», όπως οι υδρογονάνθρακες, ουσίες φιλικές προς το περιβάλλον.

### Είδη συστημάτων κλιματισμού

- Οι κεντρικές μονάδες κλιματισμού διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες:
  - Εγκατάσταση ψύξης με κυκλοφορία ψυχρού νερού
  - Εγκατάσταση ψύξης με κυκλοφορία ψυκτικού υγρού
  - Εγκατάσταση ψύξης μέσω αυτόνομης μονάδας κλιματισμού, που έχει τα απαιτούμενα στοιχεία επεξεργασίας του αέρα.
- Οι ημικεντρικές μονάδες ψύξης έχουν αυτόνομη λειτουργία και χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό μεγάλων χώρων ενός κτιρίου. Πρόκειται για μονάδες, που συνδυάζονται με δίκτυο αεραγωγών, ή που είναι εγκατεστημένες εντός του κλιματιζόμενου χώρου. Ο κλιματισμός π.χ. των αιθουσών των χειρουργείων ενός συγκροτήματος χειρουργείων είναι μια ημικεντρική μονάδα με δίκτυο αεραγωγών. Ημικεντρικός μπορεί να είναι ο κλιματισμός σε μεγάλες αίθουσες τραπεζών, καταστημάτων κλπ.).
- Οι τοπικές μονάδες κλιματισμού ενδείκνυται κυρίως για μικρούς χώρους (π.χ. κλιματισμός ενός γραφείου ή ενός δωματίου και μικρά εμπορικά κτίρια)..Μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε χώρο χωρίς την ύπαρξη κεντρικού μηχανοστασίου. Είναι το είδος του κλιματιστικού συστήματος που χρησιμοποιείται κατά κόρον στις κατοικίες και με το οποίο θα ασχοληθούμε στη συνέχεια. Έχουν μικρό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας, συγκριτικά με την κεντρική ή ημικεντρική εγκατάσταση κλιματισμού, αλλά και μικρότερη απόδοση και διάρκεια ζωής.

Διακρίνονται σε

- **Αντλίες θερμότητας**  
Χρησιμοποιούνται για ψύξη ή θέρμανση με αντιστροφή της ψυκτικής ροής αντίστοιχα,
- **Μονάδες διαιρούμενου τύπου(split units)**  
Αποτελείται από 2 μέρη. Η μία συσκευή περιλαμβάνει τον εξατμιστή και τοποθετείται στον επιθυμητό χώρο και η άλλη περιλαμβάνει το συμπυκνωτή και τον συμπιεστή (μονάδα συμπύκνωσης) και τοποθετείται σε εξωτερικό χώρο.
- **Πολλαπλές μονάδες διαιρούμενου τύπου (multi split units)**  
Αποτελείται από πολλές συσκευές. Μία εξωτερική που συνδέεται με πολλές εσωτερικές.  
Η εξωτερική μονάδα είναι συνήθως μια πλήρης κλιματιστική μονάδα η οποία παραλαμβάνει νωπό αέρα από το περιβάλλον, τον κλιματίζει και με ηχητικά και θερμικά μονωμένους αγωγούς τον οδηγεί σε μία ή περισσότερες εσωτερικές συσκευές. Οι συσκευές αυτές διαθέτουν στόμια ρυθμιζόμενου ανοίγματος για την παραλαβή εσωτερικού αέρα, φίλτρα καθαρισμού, χώρο αναμείξεως και ανεμιστήρα, ο οποίος από ειδικό στόμιο, με ρυθμιζόμενα

πτερύγια, παρέχει στο χώρο μείγμα νωπού (κλιματισμένου) και ανακυκλοφορούντος αέρα.

Χρησιμοποιείται για τον κλιματισμό γραφείων ή πολλών χώρων σε μία κατοικία.

- **Τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan Coil Units).** Επιλέγονται για εμφανή ή αφανή τοποθέτηση και περιλαμβάνουν τα κατωτέρω:
  - α. κέλυφος (μόνο για τις εμφανείς μονάδες).
  - β. στοιχείο.
  - γ. λεκάνη συμπυκνωμάτων.
  - δ. συγκρότημα ανεμιστήρα-ηλεκτροκινητήρα.
  - ε. φίλτρο.
  - ζ. διάφορα ειδικά εξαρτήματα, σύμφωνα με τα σχέδια.
- **Κάθετα συστήματα (ντουλάπες)**  
Τοποθετούνται εσωτερικά και παρέχουν τη δυνατότητα κλιματισμού μεγάλων χώρων

Στις κατοικίες εγκαθίστανται συνήθως split units αλλά και fan coil units.

### **Split Units**

Αναλυτικότερα, όσον αφορά στα Split units, στη μονάδα συμπύκνωσης περιλαμβάνονται: ο συμπιεστής, ο συμπυκνωτής (εναλλάκτης ψυκτικού ρευστού-αέρα περιβάλλοντος), ο ανεμιστήρας του συμπυκνωτή και όλα τα ηλεκτρικά εξαρτήματα εκκινήσεως και ελέγχου.

Το εσωτερικό τμήμα της μονάδας περιλαμβάνει τον εξαμιστή (εναλλάκτης ψυκτικού ρευστού-αέρα του χώρου), τον αθόρυβο ανεμιστήρα- ο οποίος ανακυκλοφορεί τον αέρα του χώρου- φίλτρα καθαρισμού, περσίδες εισόδου του εσωτερικού αέρα και πτερύγια κατευθύνσεως της ροής του κλιματισμένου αέρα. Επίσης περιλαμβάνεται η διάταξη ελέγχου, δηλαδή το χειριστήριο ελέγχου με τους διακόπτες (χειμώνας- θέρος), τη ρύθμιση της ταχύτητας του ανεμιστήρα και τον θερμοστάτη χώρου.

Τα δύο τμήματα συνδέονται με σωλήνες καταθλίψεως και αναρροφήσεως του ψυκτικού ρευστού και με τις καλωδιώσεις της ηλεκτρικής παροχής.

Εκτός των μικρών μονάδων split units, που χρησιμοποιούνται για τον κλιματισμό κυρίως δωματίων, υπάρχουν και διαιρούμενες μονάδες ικανότητας μέχρι και 50.000 kcal/h, που μπορούν να εξυπηρετήσουν μεγάλους χώρους ή και ορόφους γραφείων ή διαμερισμάτων.

Οι μονάδες split units, παρουσιάζουν πολλά πλεονεκτήματα έναντι των λοιπών αυτόνομων κλιματιστικών μονάδων, όπως:

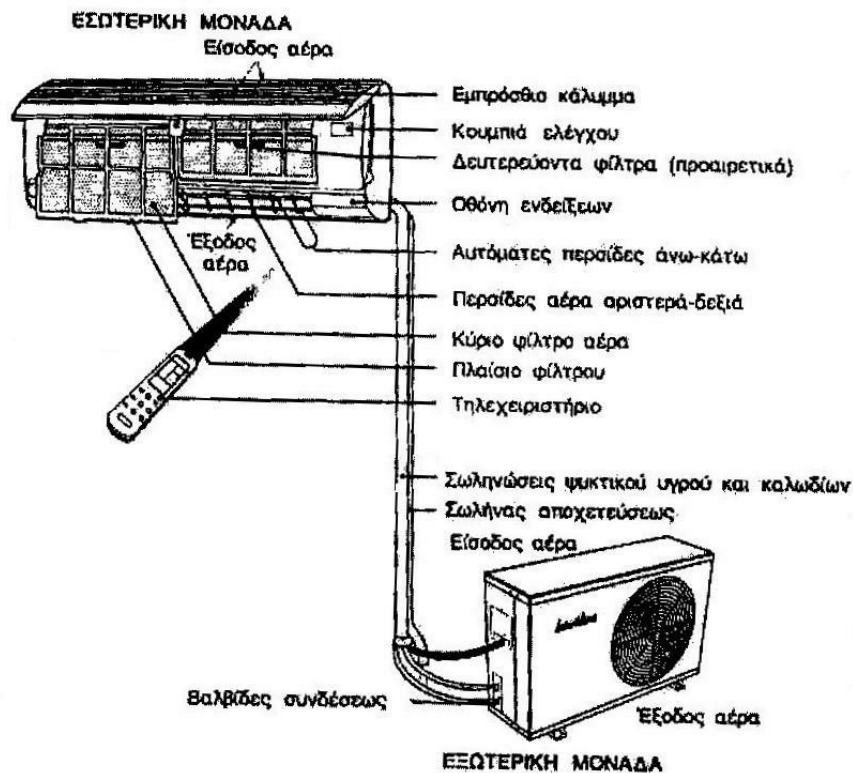


## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- Αθόρυβη λειτουργία. Αυτό οφείλεται στο ότι η μονάδα συμπύκνωσης που προξενεί το θόρυβο, μπορεί να τοποθετηθεί αρκετά μακριά από τον κλιματιζόμενο χώρο.
- Εύκολη και χωρίς ζημιές τοποθέτηση της μονάδας, αφού η τρύπα που χρειάζεται για να συνδεθεί δεν ξεπερνά σε διάμετρο τα 5 cm.
- Μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιοδήποτε σημείο του χώρου και όχι μόνο σε εξωτερικό τοίχο, όπως στην περίπτωση μονάδων παραθύρου, αλλά και στην ψευδοροφή ή ακόμα και στο δάπεδο (split units τύπου οροφής και ντουλάπας, αντίστοιχα).

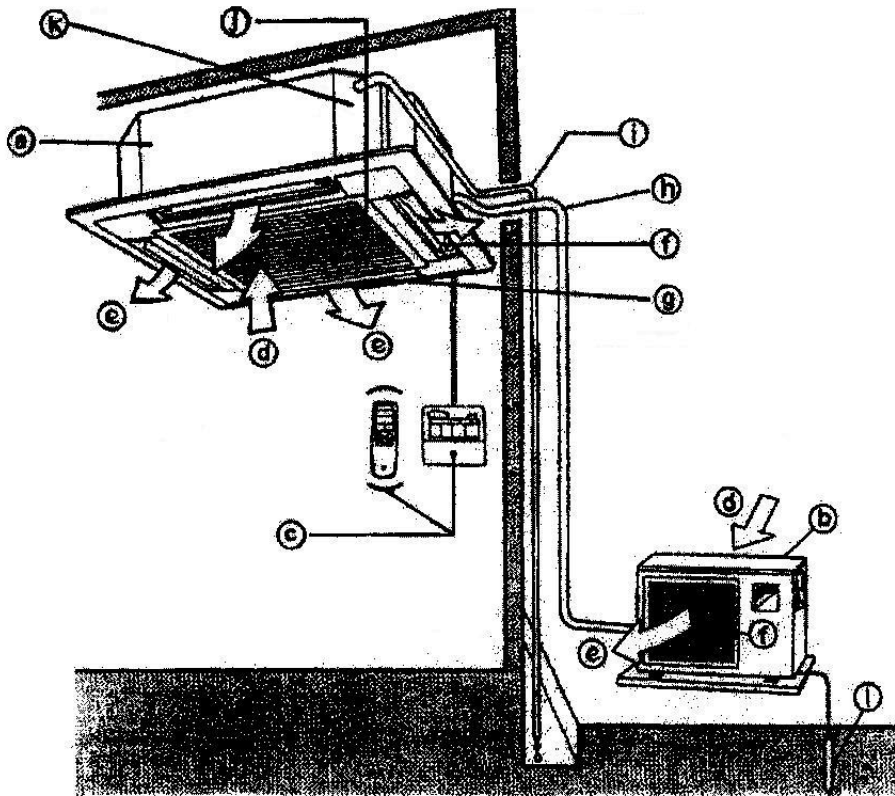
Το μόνο μειονέκτημα που θα μπορούσε να αναφερθεί για τις διαιρούμενες μονάδες, είναι ότι κοστίζουν ακριβότερα από τις άλλες αυτόνομες μονάδες.

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνονται μονάδες split units.



Σχήμα 7. 25





- Ⓐ εσωτερική μονάδα
- Ⓑ εξωτερική μονάδα
- Ⓒ τηλεχειριστήριο
- Ⓓ αέρας επιστροφής
- Ⓔ αέρας προσαγωγής
- Ⓕ στόμιο εξόδου (προσαγωγής)
- Ⓖ περσίδες
- Ⓖ σωληνώσεις ψυκτικού υγρού και καλωδίων
- Ⓙ σωλήνας αποχέτευσης (συμπυκνώματος)
- Ⓚ στόμιο εισόδου (επιστροφής). Το ενσωματωμένο φίλτρο αέρα απομακρύνει σκόνες και ακαθαρσίες.
- Ⓛ αντλία συμπυκνωμάτων (εγκατεστημένη). Το ψυκτικό υγρό απομακρύνεται από το χώρο κατά τη διάρκεια της ψύξης.
- Ⓛ καλώδιο γείωσης. Καλώδιο γείωσης στο έδαφος από την εξωτερική μονάδα, για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας.

Σχήμα 7. 26

### **Fan Coil Units**

Τα Fan Coil Units, αποτελούμενα από ένα στοιχείο, ένα ή περισσότερους φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες, ένα φίλτρο αέρα κλπ, συνδεδεμένα σε ένα ενιαίο σύνολο, προσφέρουν ιδανικές συνθήκες κλιματισμού με χαμηλή στάθμη θορύβου σε κάθε δωμάτιο ανεξάρτητα, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου όταν είναι συνδεδεμένα με ένα ψύκτη νερού και με ένα λέβητα. Χρησιμοποιούνται πολύ για κλιματισμό κατοικιών, διαμερισμάτων, γραφείων, ξενοδοχείων και γενικά όπου απαιτούνται ξεχωριστές συνθήκες κλιματισμού στον κάθε χώρο. Τα FCU διατίθενται σε διάφορους τύπους και μεγέθη, έτσι ώστε να μπορεί να επιλεγεί το καλύτερο που να ταιριάζει με το χώρο και να ικανοποιεί τις θερμικές ή κλιματιστικές απαιτήσεις.

Το κύριο μειονέκτημα των κεντρικών συστημάτων κλιματισμού είναι ότι δεν μπορούν να ρυθμίσουν ιδιαίτερες συνθήκες ανά χώρο. Οπωσδήποτε με τα FCU είναι δυνατή η ρύθμιση της θερμοκρασίας, της παροχής αέρα κλπ, ώστε να επιτευχθούν οι ιδανικές συνθήκες για κάθε χώρο ξεχωριστά.

Συγκρινόμενα με τα εκτεταμένα συστήματα αεραγωγών των κεντρικών κλιματιστικών συστημάτων, τα FCU απαιτούν τροφοδοσία μόνο με μικρές σωληνώσεις για ζεστό ή κρύο νερό. Επιπρόσθετα τα FCU είναι κατασκευασμένα με πολύ μεγάλη οικονομία χώρου και μικρό πάχος, ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν στο δάπεδο, στον τοίχο, κάτω από την οροφή ή μέσα στη ψευδοροφή χωρίς να δημιουργούν προβλήματα στο χώρο.

Ο υψηλής απόδοσης εναλλάκτης των FCU, επιτυγχάνει υψηλή θέρμανση και ψύξη. Επιπλέον, ο ισχυρός του ανεμιστήρας σε συνδυασμό με τα ειδικά στόμια εξόδου του αέρα, πετυχαίνουν πολύ σωστή διανομή της θερμότητας σε όλο το χώρο.

Λόγω της δυνατότητας ρύθμισης της επιθυμητής θερμοκρασίας κάθε χώρου ξεχωριστά μέσω του θερμοστάτη του FCU, επιτυγχάνεται μεγάλη οικονομία στη λειτουργία του λέβητα ή του ψύκτη νερού.

Κατασκευάζονται οι ακόλουθοι βασικοί τύποι FCU:

- FV: δαπέδου με έξοδο αέρα πάνω, με κέλυφος, για φανερή τοποθέτηση.
- FH: οροφής, χωρίς κέλυφος, για κρυφή τοποθέτηση.
- FHF: οροφής, με φίλτροθέσιο, χωρίς κέλυφος, για κρυφή τοποθέτηση.
  
- FHB: οροφής, με κέλυφος, για φανερή τοποθέτηση.
- FVB: δαπέδου, με έξοδο αέρα επάνω ή μπροστά, χωρίς κέλυφος, για κρυφή τοποθέτηση.

Τα FCU αποτελούνται από τα ακόλουθα μέρη:

#### **1. Περίβλημα:**

Το βασικό περίβλημα κατασκευάζεται από ισχυρά χαλυβδοελάσματα κατάλληλα διαμορφωμένα. Ο χώρος του στοιχείου μονώνεται με θερμική και ηχοαπορροφητική μόνωση. Στους εμφανείς τύπους, το εξωτερικό κέλυφος είναι

κατασκευασμένο από ισχυρά χαλυβδοελάσματα, αρίστης ποιότητας, τα οποία κατόπιν επιφανειακής επεξεργασίας επικαλύπτονται ηλεκτροστατικά με ειδική εποξική πολυεστερική πούδρα ψημένη στους 200 °C. Το στόμιο εξόδου του αέρα αποτελείται από πλαστικές περσίδες ρυθμιζόμενες κατά τέσσερις κατευθύνσεις. Στους τύπους με κέλυφος δαπέδου προβλέπονται δύο θυρίδες επίσκεψης για το χειρισμό της συσκευής και την εξαέρωση του στοιχείου.

### **2. Στοιχείο:**

Κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνες τριγωνικής διάταξης χωρίς ραφή με πτερύγια αλουμινίου. Η στερέωση των πτερυγίων επί των χαλκοσωλήνων γίνεται με μηχανική εκτόνωση με αποτέλεσμα πολύ υψηλό συντελεστή μετάδοσης θερμότητας. Το στοιχείο έχει βάθος 3 σειρών και διαθέτει χειροκίνητο εξαεριστικό. Κατόπιν ειδικής παραγγελίας προσφέρονται οι παρακάτω παραλλαγές:

a) Στοιχείο με 3 σειρές βάθους για ψύξη και 1 σειρά για θέρμανση, κατάλληλο για 4- σωλήνιο σύστημα, με δύο χειροκίνητα εξαεριστικά.

b) Στοιχείο απευθείας εκτόνωσης.

c) Πτερύγια από χαλκό.

d) Αυτόματο εξαεριστικό.

### **3. Ανεμιστήρες:**

Είναι φυγοκεντρικοί, διπλής αναρρόφησης. Το κέλυφος είναι κατασκευασμένο από βαμμένη λαμαρίνα και οι κώνοι αναρρόφησης του αέρα έχουν αεροδυναμική διαμόρφωση για την ομαλή είσοδο του αέρα, χωρίς στροβιλισμούς και αφαιρούνται εύκολα. Οι πτερωτές από αλουμίνιο είναι του τύπου με εμπρός κεκλιμένα πτερύγια, ειδικά κατασκευασμένες για συσκευές αυτού του τύπου, αθόρυβης λειτουργίας, στατικά και δυναμικά ζυγостаθμισμένες.

### **4. Κινητήρες:**

Οι Ευρωπαϊκής προέλευσης ηλεκτροκινητήρες, ειδικά για FCU, είναι μονοφασικοί 220/1/50 με πυκνωτή λειτουργίας. Είναι συνδεσμολογημένοι για λειτουργία της συσκευής σε 3 ταχύτητες και φέρουν προστασία για υπερφόρτιση. Η έδραση γίνεται πάνω σε ειδική βάση με ελαστικούς αντικραδασμικούς δακτυλίους. Το σύνολο ανεμιστήρα- κινητήρα εδράζεται σε ειδικά διαμορφωμένη πλάκα, που αφαιρείται εύκολα από τη συσκευή. Είναι δυνατή, κατόπιν παραγγελίας, η παράδοση κινητήρων κατάλληλων για άλλες τάσεις ή συχνότητες.

### **5. Λεκάνη συμπυκνωμάτων:**

Είναι κατασκευασμένη από γαλβανισμένα χαλυβδοελάσματα με πρόσθετη προστασία.

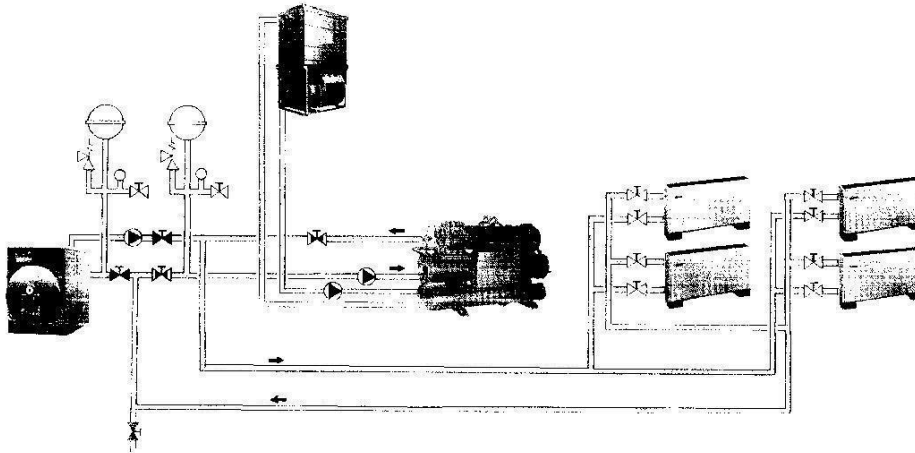
### **6. Φίλτρο αέρα:**

Είναι συνθετικό, πλενόμενο, με αλουμινένιο πλαίσιο και είναι αφαιρείται εύκολα από το φίλτροθέσιο για καθαρισμό.

### **7. Όρια λειτουργίας:**

Πίεση δοκιμής: 30 bar, πίεση αέρα και δοκιμή με εμβάπτιση σε νερό. Πίεση λειτουργίας (max): 15 bar. Θερμοκρασία λειτουργίας (νερού): max 120 °C.

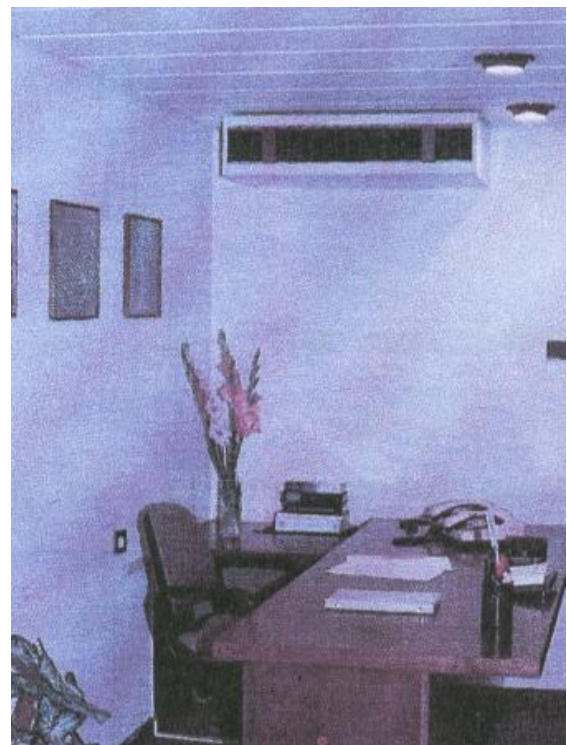
Στο σχήμα 4 φαίνεται ένα τυπικό παράδειγμα εγκατάστασης Fan Coil Unit σε κλιματιστική εγκατάσταση.



*Σχήμα 7. 27. Παράδειγμα εγκατάστασης Fan Coil Units σε κλιματιστική εγκατάσταση*



*Σχήμα 7. 29 Fan Coil δαπέδου (εμφανές) σε αίθουσα γραφείων.*



*Σχήμα 7. 28 Fan Coil οροφής (εμφανές) σε αίθουσα γραφείων.*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ, κάθε κατοικία θα πρέπει να τοπικά (ενός ή πολλαπλών (multi) εσωτερικών στοιχείων) που καλύπτουν τμήμα των εσωτερικών χώρων της κατοικία ή του διαμερίσματος.

Τα πρότυπα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης για το κτίριο αναφοράς είναι τα εξής:

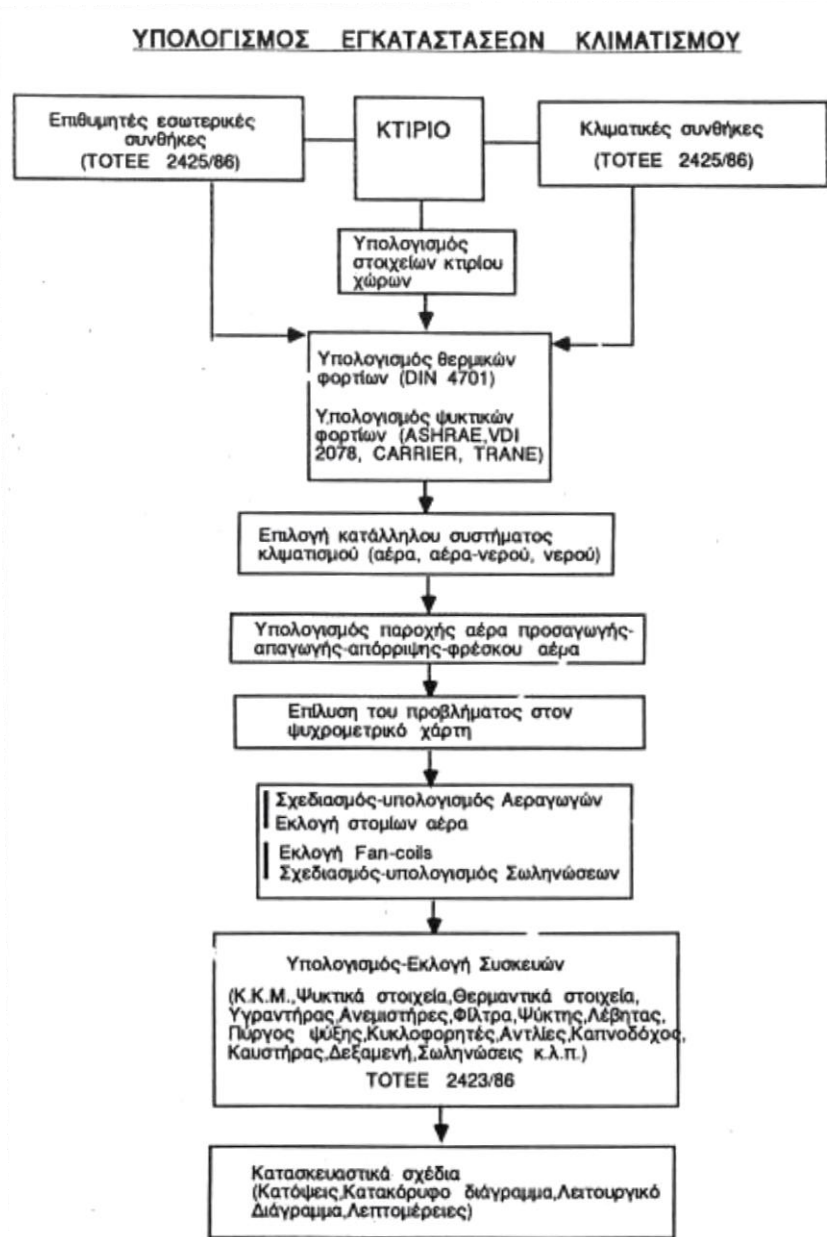
1. Τοπικά ή κεντρικά συστήματα ψύξης με συντελεστή ενεργειακής απόδοσης EER = 3,0.
2. Διαστασιολόγηση της εγκατάστασης ψύξης σύμφωνα με τις αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες του ΤΕΕ.
3. Τα συστήματα ψύξης του κτιρίου αναφοράς καλύπτουν το 40% της καθαρής επιφανείας της κατοικίας, (ισοδύναμα το 40% του συνολικού θερμαινόμενου χώρου).
4. Εφ' όσον το εξεταζόμενο κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης/κλιματισμού, τότε θεωρείται ότι κλιματίζεται όπως ακριβώς και το κτίριο αναφοράς. (τι εννοεί?)

Επιπλέον, σε περίπτωση ύπαρξης ανεμιστήρων οροφής στους κλιματιζόμενους χώρους, τότε η υπολογιζόμενη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό γίνεται με θερμοκρασία 3ο C, μεγαλύτερη από την επιθυμητή.

Στη συνέχεια, ακολουθεί αναλυτικά η μελέτη κλιματισμού για τις κατοικίες.



## 7.1.A.II. ΜΕΛΕΤΗ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ



Διάγραμμα 7.8

Στο Διάγραμμα 7.8, περιγράφεται η διαδικασία της μελέτης κλιματισμού.

### Κλιματικές συνθήκες και επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες

Οι επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και οι κλιματικές συνθήκες κάθε πόλης έχουν ήδη περιγραφεί στα κεφάλαια 7.3.A.IV και 7.3.A.I (παράγραφος 1).

Οι συνιστώμενες συνθήκες σχεδιασμού για το καλοκαίρι είναι 25-26οC θερμοκρασία και υγρασία 40-50%, και αντίστοιχα για το χειμώνα 22οC και 30-50% και η μέση ελάχιστη θερμοκρασία της Αθήνας είναι 0οC (το χειμώνα) ενώ η εξωτερική θερμοκρασία που λαμβάνεται υπόψη για το φορτίο καλοκαιριού είναι 29,4οC με ημερήσια διακύμανση 11,6οC.

## Υπολογισμός ψυκτικών και θερμικών φορτίων

Στη μελέτη κλιματισμού είναι απαραίτητο να προσδιοριστούν οι κλιματιστικές απαιτήσεις του χώρου, υπολογίζοντας θερμικό φορτίο χειμώνα  $Q_H$  και το ψυκτικό φορτίο καλοκαιριού  $Q_C$ .

Ως θερμικό φορτίο ορίζεται το ποσό θερμότητας που πρέπει να **προστεθεί** στο κτίριο ώστε να διατηρείται στους διάφορους χώρους ή θερμοκρασία που έχει επιλεγεί και να πληρούνται οι συνθήκες ευεξίας, όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού χειμώνα.

Ο υπολογισμός του θερμικού φορτίου γίνεται σύμφωνα με τα Γερμανικά πρότυπα DIN 4701 όπως έχει περιγραφεί στη μελέτη θέρμανσης στο κεφάλαιο 7.3.A.I (παράγραφος 1).

Στο θερμικό φορτίο λαμβάνονται υπόψη οι θερμικές απώλειες λόγω αγωγιμότητας  $Q_{trans}$  από τις επιφάνειες και οι απώλειες λόγω μεταφοράς  $Q_{air}$  από τον αέρα που διεισδύει από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.

$$Q_H = Q_{trans} + Q_{air}$$

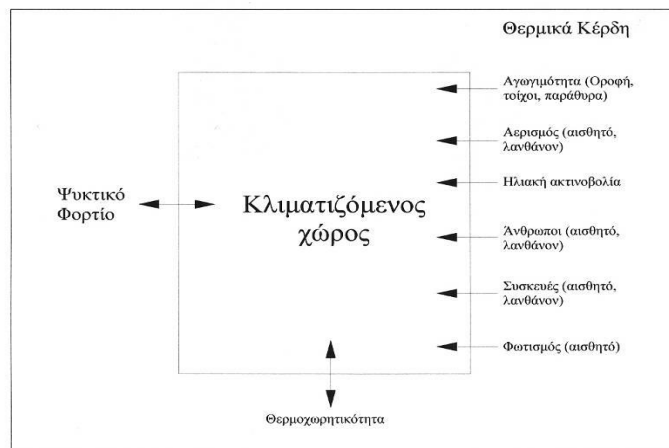
Ως ψυκτικό φορτίο ορίζεται το ποσό της θερμότητας, το οποίο πρέπει να **αφαιρεθεί** από το κτίριο, ώστε να διατηρείται στους διάφορους χώρους η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία ή οι οποιεσδήποτε άλλες ειδικές απαιτήσεις που έχουν επιλεγεί, όταν στο εξωτερικό περιβάλλον επικρατούν οι συνθήκες σχεδιασμού θέρους.

Ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου γίνεται σύμφωνα με τη μεθοδολογία της ASHRAE η οποία περιγράφεται στη συνέχεια.

Το συνολικό ψυκτικό φορτίο κάθε χώρου  $Q_C$  αποτελείται από το αισθητό φορτίο  $Q_S$ , το οποίο μεταβάλλει τη θερμοκρασία του χώρου, και το λανθάνον φορτίο  $Q_L$ , το οποίο μεταβάλλει την υγρασία του χώρου.

$$Q_C = Q_S + Q_L$$

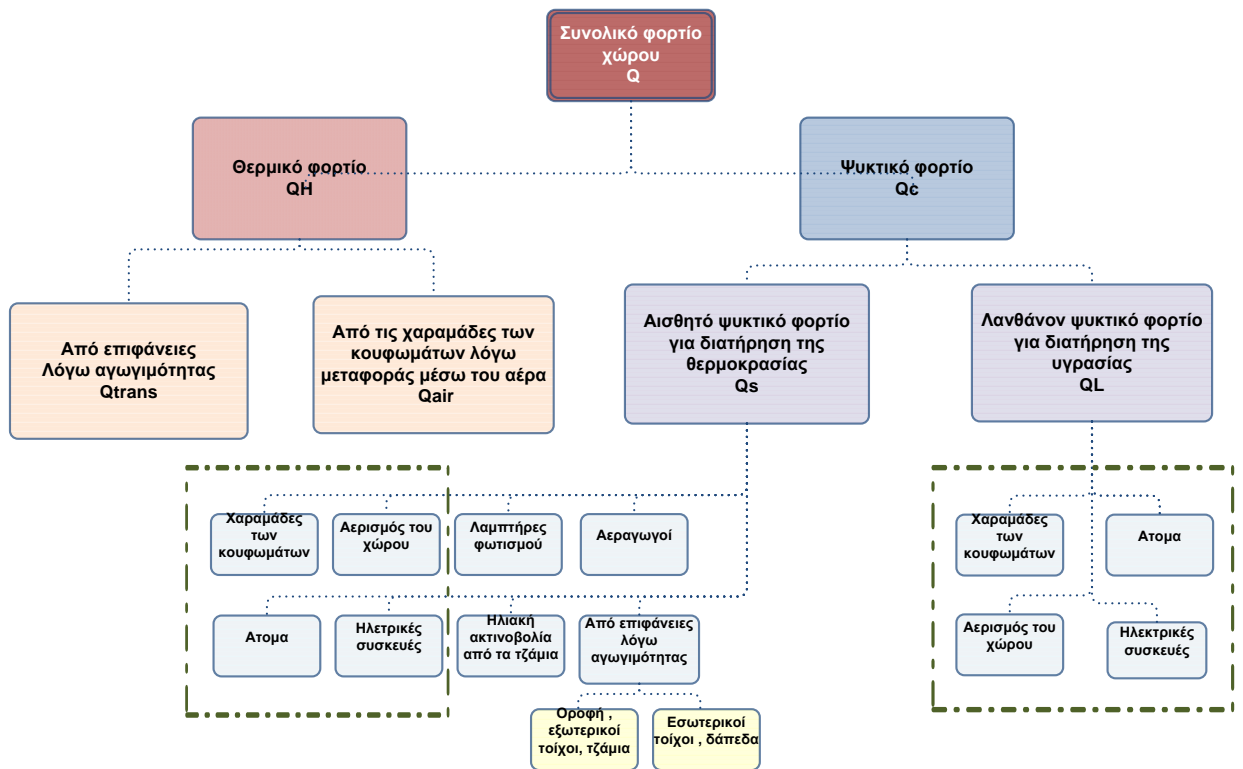
Στον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου λαμβάνονται υπόψη τα θερμικά κέρδη από όλες τις θερμικές πηγές στο χώρο, όπως φαίνεται στο *Διάγραμμα 7.9*.



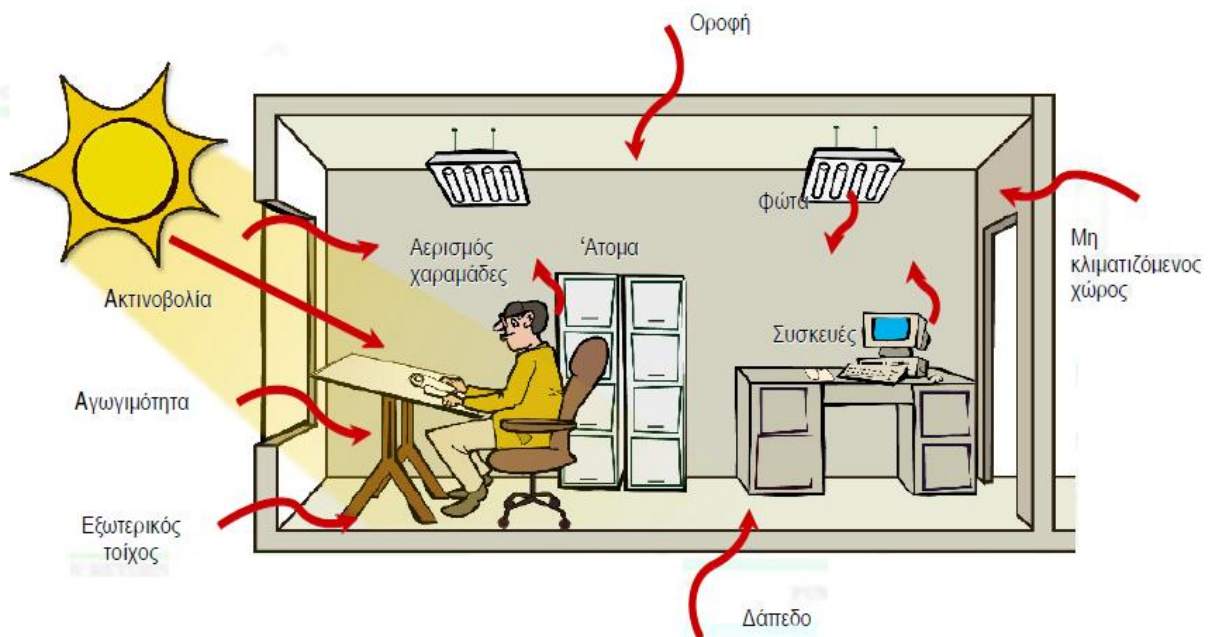
Σχήμα 7. 30



# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ



Διάγραμμα 7.9



Εικόνα 7.6

### 1) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από επιφάνειες

- **Από οροφές, εξωτερικούς τοίχους και τζάμια**

Το θερμικό κέρδος από μία επιφάνεια υπολογίζεται από τη σχέση από τη σχέση:

$$Q = A \cdot K \cdot \Delta\theta$$

σε kcal/h

όπου:

- A: η επιφάνεια σε m<sup>2</sup>.
- K: ο συντελεστής θερμοπερατότητας σε kcal/m<sup>2</sup>h°C
- Δθ: η θερμοκρασιακή διαφορά ψυκτικού φορτίου κατά ASHREA σε °C

Αναλυτικότερα

- Η επιφάνεια  
Ως γνωστόν δίνεται από τον τύπο  $A=L \cdot H$  (m<sup>2</sup>)

- Ο συντελεστής θερμοπερατότητας K

Ισχύει ακριβώς ότι έχει αναφερθεί στο κεφάλαιο 7.3.A.1. «Μελέτη Θέρμανσης» στην παράγραφο 1 «Υπολογισμός θερμικών απωλειών» και στο κεφάλαιο 7.2.A.iii. «Θερμομονωτική ικανότητα-Συντελεστής K»

- Η θερμοκρασιακή διαφορά Δθ κατά ASHRAE

Πρόκειται για τη διαφορά θερμοκρασίας του χώρου ως προς το περιβάλλον, στην οποία λαμβάνονται υπ' όψη πολλοί παράγοντες, όπως το γεωγραφικό πλάτος, ο μήνας και η ώρα, ο προσανατολισμός και το χρώμα της επιφάνειας.

Η τιμή της  $\Delta\theta=\Delta\theta_1$  για τις εξής συνθήκες

- 1) βόρειο γεωγραφικό πλάτος 40°C
- 2) εσωτερική θερμοκρασία 25,5°C
- 3) εξωτερική θερμοκρασία 29,4°C (με ημερήσια διακύμανση 11,6°C)
- 4) την 21 Ιουλίου

φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Είδος επιφάνειας	K kcal/m <sup>2</sup> h°C	-προσανατολισμός	Ωρα							
			08.00	10.00	12.00	14.00	15.00	16.00	18.00	20.00
			Δθ1 (οC)							
Εξωτερικός Τοίχος	0,85 έως 1,47	B	4	4	4	5	6	6	8	9
		BA	6	7	10	11	12	12	13	13
		A	7	9	13	15	16	16	17	16
		NA	6	7	10	14	15	16	16	16
		N	6	5	5	8	9	11	13	14
		NΔ	8	7	6	7	8	10	14	18
		Δ	9	7	7	7	8	9	13	18
		BΔ	7	6	5	6	6	7	10	14
Τζάμια	5,1	-	0	2	5	7	8	8	7	4
Οροφή	0,57	-	8	8	10	15	18	20	24	25

*Πίνακας 7.31*

Σε περίπτωση που δεν ισχύουν οι παραπάνω συνθήκες, η τιμή της Δθ υπολογίζεται από τους εξής τύπους.

για εξωτερικούς τοίχους

$$\Delta\theta = (\Delta\theta_1 + \alpha)\beta + (25,5 - \theta_x) + (\theta_o - 29,4)$$

για οροφές:

$$\Delta\theta = \{(\Delta\theta_1 + \alpha)\beta + (25,5 - \theta_x) + (\theta_o - 29,4)\}\gamma$$

για τζάμια

$$\Delta\theta = \Delta\theta_1 + (25,5 - \theta_x) + (\theta_o - 29,4)$$

όπου:

- $\theta_x$  : η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου
- $\theta_o$  : η μέση ημερήσια εξωτερική θερμοκρασία την 21 Ιουλίου
- $\Delta\theta_1$  : η τιμή Δθ την 21 Ιουλίου, για Βόρειο γεωγραφικό πλάτος 40°, εξωτερική θερμοκρασία 29,4°C (με ημερήσια διακύμανση 11,6°C) και εσωτερική θερμοκρασία 25,5°C.
- α: συντελεστής, που εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος, το μήνα και τον προσανατολισμό (συμβολίζεται ως LM στους πίνακες της ASHRAE).
- β: συντελεστής, που εξαρτάται από το χρώμα της επιφάνειας (συμβολίζεται ως K στους πίνακες ASHRAE), και
- γ: συντελεστής, που αφορά τη ροή του αέρα μέσω της οροφής (συμβολίζεται ως f στους πίνακες της ASHRAE).

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Οι τιμές των συντελεστών β, γ και α για βόρειο γεωγραφικό πλάτος 40°, την 21 Ιουλίου, φαίνονται στους πίνακες που ακολουθούν.

*Πίνακας 7.32*

Προσανατολισμός		B, BA, A, NA, ΝΔ, Δ, ΒΔ	N
α (LM κατά ASHRAE) (21 Ιουλίου – γεωγραφικό πλάτος 40°)	τοίχος	0	0,5
	οροφή	0,5	

*Πίνακας 7.33*

Εξωτερική επιφάνεια	β(K κατά ASHRAE)	
	Ανοιχτό χρώμα	Σκούρο χρώμα
Οροφή	0,5	1
Τοίχος	0,65	1

*Πίνακας 7.34*

γ (f κατά ASHRAE) (για οροφές)	
με ροή αέρα μέσω της οροφής:	1
χωρίς ροή αέρα μέσω της οροφής:	0,5

Οι τιμές του α (ή LM) για διαφορετικό γεωγραφικό πλάτος και μήνα θα πρέπει να αναζητηθούν στους πίνακες της ASHRAE. Ο σχετικός πίνακας της ASHRAE δίνει τις τιμές αυτές για τα γεωγραφικά πλάτη: 0, 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56 και 64°.

Η **Αθήνα** έχει βόρειο γεωγραφικό πλάτος 37° 58'. Την 21 Ιουλίου η μέση εξωτερική θερμοκρασία στην Αθήνα είναι περίπου  $\Theta_o = 32,2^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Επομένως, για  $\Theta_x = 25^{\circ}\text{C}$  ισχύει για την Αθήνα ο Πίνακας 7.35:

*Πίνακας 7.35*

Επιφάνεια στην ΑΘΗΝΑ	Προσανατολισμός	
	B, BA, A, NA, ΝΔ, Δ ΚΑΙ ΒΔ	N
Τοίχος εξωτερικός	$\Delta\theta = \Delta\theta_1 \cdot \beta + 3,3$	$\Delta\theta_1 = (\Delta\theta_1 - 0,5)\beta + 3,3$
Οροφή	$\Delta\theta_1 = \{(\Delta\theta_1 + 0,5)\beta + 3,3\}\gamma$	
Τζάμι	$\Delta\theta = \Delta\theta_1 + 3,3$	

Εναλλακτικά, η τιμή της  $\Delta\theta$  μπορεί να υπολογιστεί προσεγγιστικά, όπως στη μελέτη θέρμανσης, ως η διαφορά θερμοκρασίας εκατέρωθεν της επιφάνειας.

### από γειτονικούς τοίχους και δάπεδο

Το θερμικό κέρδος από γειτονικούς μη κλιματιζόμενους χώρους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$Q = A \cdot K (\theta_{\gamma} - \theta_{\chi}) \text{ σε kcal/h}$$

όπου:

- A: η επιφάνεια,
- K :ο συντελεστής θερμοπερατότητας του εσωτερικού τοίχου,
- $\theta_{\gamma}$ : η θερμοκρασία του γειτονικού χώρου και
- $\theta_{\chi}$ : η θερμοκρασία του χώρου. Συνήθως είναι :  $\theta_{\gamma} - \theta_{\chi} = 6 \div 8 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ομοίως το θερμικό κέρδος από το δάπεδο υπολογίζεται από την ίδια σχέση.

$$Q = A \cdot K (\theta_{\gamma} - \theta_{\chi}) \text{ σε kcal/h}$$

Προϋπόθεση χρήσης της σχέσης είναι το δάπεδο να είναι μεταξύ 2 ορόφων με διαφορετική εσωτερική θερμοκρασία (πχ ο ένας κλιματιζόμενος και ο άλλος μη κλιματιζόμενος).

Στην περίπτωση που η εσωτερική θερμοκρασία είναι ίδια ή το δάπεδο είναι επί του εδάφους, ισχύει  $Q_{a1} = 0$ .

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### 2) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από τα τζάμια

Ισχύει η σχέση:

$$Q = A \cdot \delta \cdot \varepsilon \cdot z$$

όπου:

- A: η επιφάνεια τζαμιού
- δ: ο συντελεστής λόγω ηλιακής ακτινοβολίας ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και το μήνα.
- ε: ο συντελεστής σκίασης του τζαμιού, και
- z: ο συντελεστής ψυκτικού φορτίου

Ορισμένες τιμές των συντελεστών δ, ε και z (ή αντίστοιχα κατά ASHRAE HGFmax, SC & CLF) για συνήθεις χώρους δίνονται στους ακόλουθους πίνακες.

Για μεγάλους και μικρούς χώρους και λεπτομερέστερους προσανατολισμούς θα πρέπει να αναζητηθούν πληροφορίες στους πίνακες της ASHRAE.

*Πίνακας 7.36*

Προσανατολισμός	B	BA Ή ΒΔ	A ή Δ	NA ή ΝΔ	N
δ σε kcal/m <sup>2</sup> h (21 Ιουλίου, βόρειο γεωγραφικό πλάτος 40°)	112,7	125,3	128	115	111,5

*Πίνακας 7.37*

Ε	
Για εσωτερική σκίαση τζαμιών	0,64
Για εξωτερική σκίαση τζαμιών	0,15

*Πίνακας 7.38*

Προσανατολισμός	Ωρα							
	08.00	10.00	12.00	14.00	15.00	16.00	18.00	20.00
	Z							
BA	0,44	0,4	0,33	0,3	0,28	0,26	0,21	0,15
A	0,44	0,51	0,46	0,31	0,29	0,26	0,21	0,15
NA	0,38	0,54	0,51	0,4	0,36	0,33	0,25	0,18
N	0,14	0,31	0,32	0,58	0,53	0,47	0,36	0,29
ΝΔ	0,12	0,15	0,23	0,44	0,53	0,56	0,53	0,33
Δ	0,1	0,12	0,14	0,29	0,4	0,5	0,55	0,33
ΒΔ	0,11	0,14	0,17	0,21	0,3	0,42	0,54	0,32

### **3) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω λαμπτήρων φωτισμού του χώρου.**

Το θερμικό φορτίο σε kcal/h από λαμπτήρα φθορισμού περίπου 1,1.P, ενώ για λαμπτήρα πυράκτωσης μέχρι P= 100W είναι περίπου ίσο με 0,85.P.Οι τιμές αυτές είναι εμπειρικές. Για ακριβέστερες τιμές θα πρέπει να αναζητηθούν πληροφορίες σε ειδική βιβλιογραφία.

### **4) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές και κινητήρες**

#### **Αισθητό ψυκτικό φορτίο από κινητήρες**

Για ονομαστική συνεχή λειτουργία ισχύει περίπου:

- Για κινητήρες 1/4 HP : 1000 kcal/HP.h
- Για κινητήρες 1/2 HP ÷ 5 HP: 850 kcal/HP.h
- Για κινητήρες πάνω από 5 HP: 750 kcal/HP.h

Για τις ακριβέστερες τιμές θα πρέπει να αναζητηθούν πληροφορίες σε ειδική βιβλιογραφία.

Στους κινητήρες λαμβάνεται υπ' όψη και εκείνος της προσαγωγής του αέρα.

#### **Αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές**

Για το συνολικό, αισθητό και λανθάνον, θερμικό κέρδος ηλεκτρικής συσκευής ισχύει:

$$Q=Q_{αι} + Q_{λ} = 1,15.P$$

σε kcal/h

όπου P η ισχύς σε W.



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Ορισμένες προσεγγιστικές τιμές ανάλογα με το είδος της συσκευής, δίνονται στον παρακάτω πίνακα. Για λεπτομερέστερες τιμές (και στοιχεία για άλλες συσκευές) θα πρέπει να αναζητηθούν πληροφορίες σε ειδική βιβλιογραφία.

*Πίνακας 7.39*

Ηλεκτρική συσκευή	Q <sub>αι</sub> kcal/h	Q <sub>λ</sub> kcal/h
Ηλεκτρικός φούρνος με τρία μάτια και με απορροφητήρα	910	-
Τοστιέρα	1230	230
Καφετιέρα	60	15
Ηλεκτρικό τηγάνι καταστήματος (με απορροφητήρα)	1250	-
Ηλεκτρική ψηστιέρα α) με απορροφητήρα β) χωρίς απορροφητήρα	675 1350	- 730
Αθροιστική μηχανή καταστήματος	200	-
Προσωπικός υπολογιστής	200	

Γενικά ισχύει ο Πίνακας 7.40.

ΕΙΔΟΣ ΣΥΣΚΕΥΗΣ	Αισθητό Φορτίο	Λανθάνον Φορτίο
	(kcal/h)	(kcal/h)
Μικρή αερίου	500	125
Μεγάλη αερίου	1500	400
Ηλεκτρική 300 W	400	200
Ηλεκτρική 1 KW	600	150
Ηλεκτρική 2 KW	1200	300
Ηλεκτρική 4 KW	2000	800
Κινητήρας 1/4 HP	200	-
Κινητήρας 1 HP	700	-
Κινητήρας 5 HP	3000	-
<b>ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ: Οι ηλεκτρικές συσκευές μπορεί να έχουν μόνο αισθητό φορτίο</b>		

*Πίνακας 7.40*

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

### 5) Αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο

Το αισθητό και λανθάνον θερμικό κέρδος που προσδίδουν τα άτομα στο χώρο εξαρτάται από την εργασία ή αλλιώς την κινητικότητα τους στο χώρο.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται ορισμένες προσεγγιστικές τιμές.

Οι τέσσερις πρώτες κατηγορίες αφορούν στις οικίες. Παρατίθενται κάποιες επιπλέον ενδεικτικά.

Πίνακας 7.41

Κινητικότητα ατόμου	Θερμικό κέρδος ( kcal/h)	
	αισθητό	λανθάνον
άτομο που κάθεται	88	30
άτομο που εργάζεται καθισμένο	100	40
άτομο όρθιο	110	57
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις	126	62
άτομο που εργάζεται με πολλές μετακινήσεις (π.χ. σερβιτόρος)	250	80
Αθλητής	350	112
επιπλέον φορτίο για πελάτες εστιατορίου	9	9

Ο πίνακας περιλαμβάνει τιμές του αισθητού και λανθάνοντος φορτίου που παράγει ένα άτομο για διαφορετικές εσωτερικές θερμοκρασίες, σύμφωνα με τη μέθοδο Carrier, που είναι μια άλλη αποδεκτή μέθοδος υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου.

Πίνακας 7.42. Πίνακας Carrier

ΒΑΘΜΟΣ ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΑΤΟΜΩΝ	Αισθητά και Λανθάνοντα Φορτία (σε Kcal/h) ανάλογα με εσωτερική θερμοκρασία χώρου									
	T=23.5		T=24.5		T=25.5		T=26.5		T=27.5	
	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ	A	Λ
Καθισμένοι σε ακινησία	60	26	56	30	52	34	48	38	44	52
Καθισμένοι σε ελαφρά εργασία	64	39	59	44	55	48	50	53	46	57
Καθισμένοι, τρώγοντας	76	69	70	75	65	80	60	85	55	90
Δουλειά Γραφείου	76	54	70	60	65	65	60	70	55	75
Ιστάμενοι ή περπατώντας αργά	90	70	83	77	77	83	71	89	65	95
Καθιστική εργασία (Εργοστάσιο)	100	98	93	105	86	112	79	119	73	125
Ελαφρά εργασία (Εργοστάσιο)	100	160	93	167	86	174	79	181	73	187
Μέτριος Χορός	120	202	111	211	103	219	95	227	87	235
Βαριά εργασία (Εργοστάσιο)	165	240	153	252	142	263	131	274	121	284
Βαριά εργασία (Γυμναστήριο)	187	263	173	277	160	290	147	303	135	315

ΠΙΝΑΚΑΣ Carrier

### 6) Αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου

Η ανανέωση του αέρα στους κλιματιζόμενους χώρους γίνεται σκόπιμα με άμεσο τρόπο ή μέσω εγκατάστασης κλιματισμού, ανάλογα με τον σκοπό της εγκατάστασης. Για τις ανάγκες αερισμού ανά άτομο (σε συνήθεις χώρους) ισχύει γενικά:

- για χώρους χωρίς κάπνισμα :  $9 \div 12,6 \text{ m}^3/\text{h}$  και άτομο
- για χώρους με κάπνισμα :  $43 \div 72 \text{ m}^3/\text{h}$  και άτομο

Η απαιτούμενη ανανέωση του αέρα σε κάθε χώρο, όπως προτείνεται από την οδηγία 2423/86 του ΤΕΕ παρατίθεται σε πίνακες (βλ κεφάλαιο 7.1.Β.).

Σύμφωνα με τις ανάγκες αερισμού κάθε χώρου, το απαιτούμενο αισθητό και λανθάνον θερμικό φορτίο για τον νωπό αέρα υπολογίζονται (σε περίπτωση, που η παραγωγή του δεν γίνεται μέσω της κλιματιστικής συσκευής) ως εξής:

Για το αισθητό θερμικό κέρδος:

$$Q_{a1} = 0,31V (\theta_0 - \theta_x)$$

σε kcal/h

Όπου

- $V \text{ (m}^3/\text{h)}$ : ο απαιτούμενος όγκος αέρα ανά ώρα.  
Δίνεται σε  $\text{m}^3/\text{h}$  από τους πίνακες. Σε περίπτωση που στους πίνακες δίνονται οι αλλαγές αέρα ανά άτομο (σε  $\text{m}^3/\text{h.άτομο}$ ) ο όγκος  $V$  προκύπτει από την τιμή αυτή επί τον αριθμό των ατόμων που βρίσκονται στο χώρο.
- $\theta_0 \text{ (}^\circ\text{C)}$  : η θερμοκρασία του νωπού αέρα (θερμοκρασία περιβάλλοντος) και
- $\theta_x \text{ (}^\circ\text{C)}$ : η εσωτερική θερμοκρασία σχεδιασμού

Για το λανθάνον θερμικό κέρδος:

$$Q_{\lambda} = 0,708 \cdot V (w_x - w_0)$$

σε kcal/h

Όπου

- $V \text{ (m}^3/\text{h)}$ : ομοίως, ο απαιτούμενος όγκος αέρα ανά ώρα.
- $w_x \text{ (gr/kg)}$ : η ειδική υγρασία σχεδιασμού του αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο
- $w_0 \text{ (gr/kg)}$ : η ειδική υγρασίας του νωπού αέρα (του περιβάλλοντος)

### **7) Αισθητό και λανθάνον ψυκτικό φορτίο από διείσδυση αέρα μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων**

Λαμβάνεται υπόψη στη μελέτη μέσω της προσαύξησης του **όγκου V** στις σχέσεις υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου λόγω αερισμού του χώρου(στις 2 ανωτέρω σχέσεις).

Ενδεικτικά,

χώροι, που από τη χρήση τους διεισδύει νωπός αέρας  
(καταστήματα, είσοδος ξενοδοχείου, κ.λ.π.)

προσαύξηση 10%

χώροι με κουφώματα σε δυο εξωτερικούς τοίχους

προσαύξηση 5%

### **8) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από «απώλειες» στους αεραγωγούς**

Κατά μήκος των αεραγωγών παρουσιάζονται απώλειες ψυκτικού φορτίου (στην πραγματικότητα θερμικά κέρδη) τα οποία λαμβάνονται υπόψη στη μελέτη.

Το αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω των αεραγωγών υπολογίζεται ως προσαύξηση του συνολικού αισθητού ψυκτικού φορτίου:

για μεγάλα μήκη αεραγωγών, πάνω από 25m,

προσαύξηση 5%

για μικρά μήκη αεραγωγών (στις κατοικίες συνήθως αυτή η περίπτωση)

προσαύξηση 2%

*ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Κατά τον υπολογισμό των φορτίων πάντα λαμβάνεται υπόψη η δυσμενέστερη περίπτωση.*

Τα παραπάνω τοποθετούνται στον πίνακα υπολογισμού της επόμενης σελίδας.

# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Χώρος ....													
ΑΙΣΘΗΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ													
1) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από οραφή, εξωτερικούς τοίχους και τζάμια													
Είδος επιφάνειας	Προσ.	L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> hoC)	β	γ	α	Δθ1 (oC)	Δθ (oC)	Q=AκΔθ (kcal/h)
Παράθυρο Εξωτερικό 1													
Τοίχος Εξωτερικός 1													
Πόρτα													
.....													
Αισθητό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικούς τοίχους και δάπεδα													
Είδος επιφάνειας	L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A= A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> hoC)	Δθ (oC)	Q =AκΔθ (kcal/h)					
Τοίχος εσωτερικός 1													.....
Δάπεδο													.....
.....													.....
2) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από τα τζάμια													
Είδος τζαμιών	Προσ.	L (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	δ	ε	z	Q=A.δ.ε.z (kcal/h)					
Δάπεδο													.....
.....													.....
3) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω λαμπτήρων φωτισμού του χώρου.													
Ισχύς P(W)													
ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	τεμάχια	.....	x	1,1	x	.....	=						
ΠΥΡΑΚΤΩΣΕΩΣ	τεμάχια	.....	x	0,86	x	.....	=						
.....													
4) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
Ηλεκτρικός φούρνος με τρία μάτια και με απορροφητήρα	τεμάχια	...	x	910	=								
Τοστιέρα	τεμάχια	...	x	1230	=								
Καφετιέρα	τεμάχια	...	x	60	=								
Ηλεκτρικό τηγάνι καταστήματος (με απορροφητήρα)	τεμάχια	...	x	1250	=								
Ηλεκτρική ψηστήρα με απορροφητήρα	τεμάχια	...	x	675	=								
Ηλεκτρική ψηστήρα χωρίς απορροφητήρα	τεμάχια	...	x	1350	=								
Αθροιστική μηχανή καταστήματος	τεμάχια	...	x	200	=								
Προσωπικός υπολογιστής	τεμάχια	...	x	200	=								
...	τεμάχια	...	x	...	=								
5) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται	αρ. ατόμων	...	x	88	=								
άτομο που εργάζεται καθισμένο	αρ. ατόμων	...	x	100	=								
άτομο όρθιο	αρ. ατόμων	...	x	110	=								
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις	αρ. ατόμων	...	x	126	=								
...	αρ. ατόμων	...	x	...	=								
6) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτ.	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	w <sub>o</sub> (gr/kg)	w <sub>x</sub> (gr/kg)	Δw (gr/kg)	Q=0,708.V.Δw (kcal/h)						
καθιστικό													
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΙΣΘΗΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)													
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγών (kcal/h)													
ΣΥΝΟΛΟ ΑΙΣΘΗΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Q <sub>s</sub> (kcal/h)													
ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ													
1) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
Τοστιέρα	τεμάχια	...	x	230	=								
Καφετιέρα	τεμάχια	...	x	15	=								
Ηλεκτρική ψηστήρα χωρίς απορροφητήρα	τεμάχια	...	x	730	=								
...	τεμάχια	...	x	...	=								
2) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται	αρ. ατόμων	...	x	30	=								
άτομο που εργάζεται καθισμένο	αρ. ατόμων	...	x	40	=								
άτομο όρθιο	αρ. ατόμων	...	x	57	=								
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις	αρ. ατόμων	...	x	62	=								
...	αρ. ατόμων	...	x	...	=								
3) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτ.	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	w <sub>o</sub> (gr/kg)	w <sub>x</sub> (gr/kg)	Δw (gr/kg)	Q=0,708.V.Δw (kcal/h)						
...													
ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)													
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγών (kcal/h)													
ΣΥΝΟΛΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Q <sub>L</sub> (kcal/h)													
ΣΥΝΟΛΟ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Q (kcal/h)													

Πίνακας 7. 43

### Επιλογή κλιματιστικού

Όπως ήδη αναφέρθηκε, στις κατοικίες τοποθετούνται κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου(split units) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες ανεμιστήρα-στοιχείου (Fan Coil Units). Στην παρούσα εργασία επιλέγονται κλιματιστικά split units , καθώς είναι πιο οικονομικά , εύκολα στην εγκατάσταση και δεν απαιτούν μελέτη πριν την κατασκευή του κτιρίου, γι αυτό το λόγο είναι και τα πιο συνηθισμένα.

Στην προκειμένη περίπτωση, αρκεί ο υπολογισμός του ψυκτικού φορτίου του χώρου όπου θα τοποθετηθεί η κλιματιστική μονάδα, εφόσον τα κλιματιστικά χρησιμοποιούνται κυρίως για ψύξη, και ανάλογα η επιλογή κλιματιστικού κατάλληλης ισχύος.

Η ισχύς του κλιματιστικού εκφράζεται σε BTU/h. 1kcal/h αντιστοιχεί σε 3,96BTU/h.

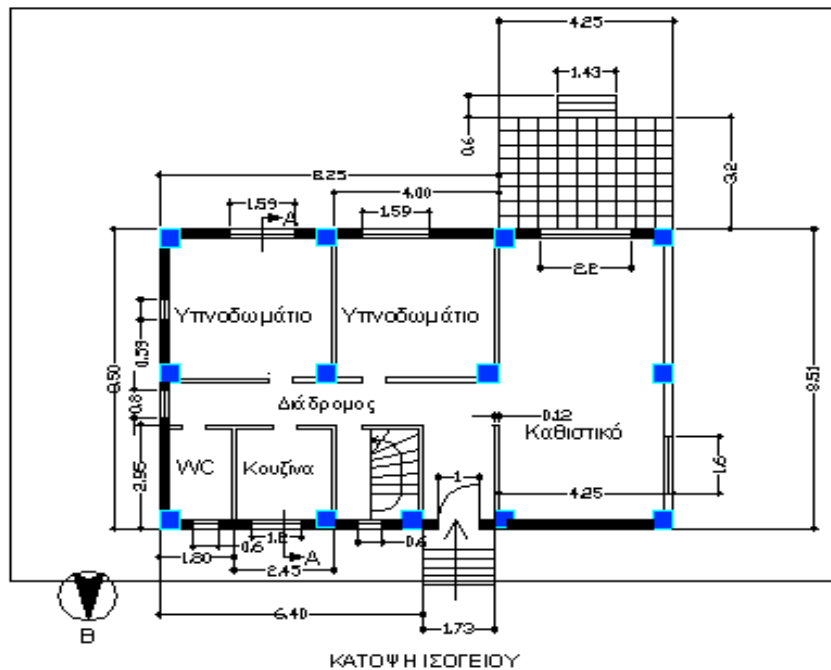
Για την επιλογή του κατάλληλου κλιματιστικού, ενδιαφέρει κυρίως η ψυκτική ισχύς του, καθώς η θέρμανση του χώρου καλύπτεται από την κεντρική θέρμανση.

### Σημείωση

*Εάν τα κλιματιστικά μηχανήματα είναι **9.000 ή 12.000 Btu/h** τότε για την ηλεκτρική παροχή, μια ενισχυμένη πρίζα (suko) είναι αρκετή. Εάν τα κλιματιστικά μηχανήματα είναι **18.000 ή 24.000 Btu/h**, τότε απαιτείται ξεχωριστή γραμμή από τον ηλεκτρικό πίνακα με καλώδιο 3x2,5 και ασφάλεια 16 A.*

## Παράδειγμα

Ακολουθεί παράδειγμα υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου για το καθιστικό του παρακάτω διαμερίσματος.



*Σχήμα 7. 31*

Πρόκειται για το ισόγειο κτιρίου, το οποίο διαθέτει υπόγειο, 3 ορόφους και ταράτσα.

- *Περιοχή ενδιαφέροντος* : Αθήνα
- *Διαστάσεις*
  - Ύψος ισογείου : 3.5m
  - Ύψος κάθε πόρτας : 2m
  - Μήκος της εσωτερικής πόρτας : 0,8 m
  - Ύψος μπαλκονόπορτας: 2.2 m
  - Μήκος μπαλκονόπορτας: 2.2 m
  - Ύψος παραθύρου: 1.6 m
  - Μήκος παραθύρου :1.6 m
  - Επιφάνεια δαπέδου: 4.25 x 8.51 m<sup>2</sup>
- *Θερμοκρασία*
  - Εξωτερικού χώρου :  $\theta_0 = 34^\circ \text{C}$
  - Εσωτερικού μη κλιματιζόμενου χώρου:  $\theta = 31^\circ \text{C}$
  - Εσωτερικού κλιματιζόμενου χώρου:  $\theta_x = 25^\circ \text{C}$

Οπότε,  
 Η διαφορά θερμοκρασίας των τοίχων που συνορεύουν με εξωτερικούς τοίχους είναι  
 $\Delta\theta = \Delta\theta_1 * \beta + 3,3$  ,  
 της οροφής  $\Delta\theta = ((\Delta\theta_1 + 0,5) * \beta + 3,3) * \gamma$  και  
 των τζαμιών  $\Delta\theta = \Delta\theta_1 + 3,3$



## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

- Η διαφορά θερμοκρασίας των επιφανειών που συνορεύουν με μη κλιματιζόμενους χώρους (διάδρομος, υπνοδωμάτιο, είσοδος) είναι  $\Delta\theta' = \theta_x - \theta_o = 31^\circ - 25^\circ = 5^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta\theta' = 6^\circ\text{C}$   
Θεωρούμε τη δυσμενέστερη περίπτωση, ότι δηλαδή οι υπόλοιποι χώροι του σπιτιού δεν κλιματίζονται.  
Ομοίως, θεωρώ ότι ο πρώτος όροφος και το υπόγειο δεν κλιματίζονται, οπότε  $\theta = 31^\circ\text{C}$  και  $\Delta\theta' = 6^\circ\text{C}$  για την οροφή και το δάπεδο. Επειδή η οροφή δε συνορεύει με το εξωτερικό περιβάλλον, αλλά με το διαμέρισμα του πρώτου ορόφου ο υπολογισμός των θερμικών κερδών γίνεται με την ίδια μεθοδολογία με το δάπεδο.

### ➤ *Ειδική υγρασία*

- Εξωτερικού χώρου :  $w_o = 11 \text{ gr/kg}$
- Εσωτερικού κλιματιζόμενου χώρου:  $w_x = 12,5 \text{ gr/kg}$   
Οπότε,  
Η διαφορά υγρασίας είναι  $\Delta w = 1.5 \text{ gr/kg}$

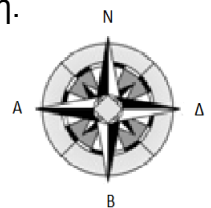
### ➤ *Συντελεστής θερμοπερατότητας K*

- Το παράθυρο είναι από αλουμίνιο με απλό τζάμι άρα  $K = 5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Ομοίως η μπαλκονόπορτα είναι από αλουμίνιο με απλό τζάμι, άρα  $K = 5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Η εσωτερική πόρτα είναι ξύλινη χωρίς τζάμι, άρα  $K = 3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Ο εξωτερικός τοίχος είναι διπλός ορθοδρομικός αμόνωτος με ενδιάμεσο κενό, άρα  $K = 1,4 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι απλοί δρομικοί, άρα  $K = 1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ .
- Το δάπεδο είναι στρωμένο με πλακάκια, άρα  $K = 2,12 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
- Το ίδιο K θεωρώ και για την οροφή,  $K = 2,12 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ .

### ➤ *Προσανατολισμός*

Ο προσανατολισμός του κτιρίου είναι όπως φαίνεται στην κάτοψη.

- *Σκίαση παραθύρου και μπαλκονόπορτας*  
με εξωτερικά ρολά



- *Αριθμός ατόμων που χρησιμοποιούν το χώρο*  
Στο διαμέρισμα κατοικούν 3 άτομα.

### • *Ηλεκτρικές συσκευές*

Στο καθιστικό χρησιμοποιείται τηλεόραση, στερεοφωνικό και υπολογιστής.

### • *Αερισμός του χώρου*

Από τον Πίνακα 7.3 του κεφαλαίου 7.1.B. επιλέγεται ο όγκος αερισμού του χώρου να είναι  $17 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{άτομο}$

Μικρά μήκη αεραγωγών, άρα επιλέγεται προσαύξηση 2% λόγω των απωλειών σε αυτούς.

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Στη μελέτη κλιματισμού χρειάζεται ο αριθμός των λαμπτήρων, οπότε θα γίνει πρώτα η μελέτη φωτισμού.

### Μελέτη φωτισμού

#### I. Η χρήση του χώρου:

Καθιστικό οικίας διαστάσεων

$$L=8.5 \text{ m}$$

$$B=4.25 \text{ m}$$

H=3 απόσταση οροφής από δάπεδο

$$h_2=0.5$$

Η στάθμη φωτισμού εκλέγεται από τον Πίνακα 3.1  $E=150\text{lux}$ .

Υπερισχύων άμεσος φωτισμός.

#### II. Η θέση των φωτιστικών σωμάτων στο χώρο

Θεωρώ ότι το φωτιστικό τοποθετείται σε απόσταση 1 m από την οροφή.

Δηλαδή σε απόσταση  $h=2.50\text{m}$  από το δάπεδο

$$\text{Οπότε } k = \frac{4 \cdot 4,25 + 8,5}{5(2,50 - 0,50)} = 2,55$$

#### III. Ο χρωματισμός των επιφανειών του χώρου

Έστω ότι η οροφή είναι χρώματος λευκού και ότι οι τοίχοι είναι χρώματος μπεζ ανοιχτού. Από τον αντίστοιχο πίνακα υπολογίζεται ότι το ποσοστό ανάκλασης από την οροφή είναι 75% και από τους τοίχους 50%.

Από τις παραπάνω πληροφορίες και τον Πίνακα 3.4 υπολογίζεται ότι ο συντελεστής απόδοσης του φωτισμού για  $k=2$  είναι  $n=57\%$  και για  $k=3$  είναι  $n=65\%$ . Άρα για  $k=2,55$  που είναι ο συντελεστής χώρου για το συγκεκριμένο παράδειγμα

$$n = \frac{(2,55-2) \cdot 0,65 + (3-2,55) \cdot 0,57}{3-2} = 0,614 = 61,4\%$$

#### IV. Η καθαρότητα του χώρου

Ο χώρος είναι καθαρός και ο φωτισμός έμμεσος, άρα θεωρώ ότι ο συντελεστής ελάττωσης είναι  $v=0,60$ .

#### V. Επιφάνεια δαπέδου

$$A=36,125 \text{ m}^2$$

Επομένως, η απαιτούμενη φωτεινή ροή του χώρου είναι

$$\Phi = \frac{150 \cdot 36,125 \cdot 100}{0,6 \cdot 61,4} = 14709 \text{ Lum}$$

Αν χρησιμοποιήσω λάμπες όπως αυτή της Εικόνας 7.7, με  $\Phi=1300 \text{ Lum}$  και ισχύ 20W, θα χρειαστούν

$$n = \frac{14709}{1300} = 12 \text{ λάμπες}$$

$$\text{Συνολική ισχύς: } 12 \cdot 20 = 240\text{W}$$



Εικόνα 7. 7

# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

Οπότε ο πίνακας υπολογισμού του ψυκτικού φορτίου διαμορφώνεται ως εξής.

**Πίνακας 7. 44**

ΑΙΣΘΗΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ													
1) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από οροφή, εξωτερικούς τοίχους και τζάμια													
Είδος επιφάνειας	Προσ.	L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	β	γ	α	Δθ1 (°C)	Δθ (°C)	Q=AκΔθ (kcal/h)
Παράθυρο	Δ	1,6	1,6		2,56	2,56	5				8	11,3	144,6
Τοίχος εξωτερικός 1	Δ	8,5	3,5	29,75		27,19	1,4	0,65		0	18	15	571,0
Μπαλκονόπορτα	N	2,2	2,2		4,84	4,84	5				8	11,3	273,5
Τοίχος εξωτερικός 2	N	4,25	3,5	14,875		10,035	1,4	0,65		0,5	14	12,725	178,8
Τοίχος εξωτερικός 3	B	4,25	3,5	14,875		14,875	1,4	0,65		0	9	9,15	190,5
Αισθητό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικούς τοίχους και δάπεδα													
Είδος επιφάνειας		L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	Δθ (°C)	Q = AκΔθ (kcal/h)				
Πόρτα εσωτερική		0,8	2		1,6	1,6	3	6					
Τοίχος εσωτερικός		8,5	3,5	29,75		28,15	1,5	6					
Δάπεδο		8,5	4,25	36,125		36,125	2,12	6					
Οροφή		8,5	4,25	36,125		36,125	2,12	6					
2) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από τα τζάμια													
Είδος τζαμιών	Προσ.	L (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	δ	ε	z	Q=A.δ.ε.z (kcal/h)					
Παράθυρο	Δ	1,6	1,6	2,56	128	0,15	0,55						
Μπαλκονόπορτα	N	2,2	2,2	4,84	111,5	0,15	0,58						
3) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω λαμπτήρων φωτισμού του χώρου.													
				Ισχύς P(W)									
ΦΘΟΡΙΣΜΟΥ	τεμάχια	12 x	1,1	20 =									
4) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
Τηλεόραση	τεμάχια	1 x	300	=									
Υπολογιστής	τεμάχια	1 x	200	=									
Στερεοφωνικό	τεμάχια	1 x	150	=									
5) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται	αρ. ατόμων	...	x	88	=								
άτομο που εργάζεται καθισμένο	αρ. ατόμων	3 x	100	=									
άτομο όρθιο	αρ. ατόμων	...	x	110	=								
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις	αρ. ατόμων	...	x	126	=								
6) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτομο)	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	V με προσαύξηση λόγω αεραγωγίων	θo (°C)	θx (°C)	Δθ (°C)	Q=0,31.V.Δθ (kcal/h)					
καθιστικό	17	3	51	52,02	34	25	9						
<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΙΣΘΗΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)</b>												3697,6	
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγίων (kcal/h)												184,9	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΙΣΘΗΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Qs (kcal/h)</b>												3882,4	
ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ													
1) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
2) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται	αρ. ατόμων	...	x	30	=								
άτομο που εργάζεται καθισμένο	αρ. ατόμων	1 x	40	=									
άτομο όρθιο	αρ. ατόμων	...	x	57	=								
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις	αρ. ατόμων	...	x	62	=								
3) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτομο)	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	wο (gr/kg)	wx (gr/kg)	Δw (gr/kg)	Q=0,708.V.Δw (kcal/h)						
καθιστικό	17	3	51	12,5	11	11							
<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)</b>												437,2	
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγίων (kcal/h)												21,9	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ QL (kcal/h)</b>												459,0	
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Q (kcal/h)</b>												<b>4341,5</b>	

4341.5 kcal/h αντιστοιχούν σε 17192 BTU/h.

Αρα επιλέγεται κλιματιστικό διαιρούμενου τύπου (split units) 18000 BTU/h για το καθιστικό.

### Παρεμβάσεις για τη μείωση του αναγκαίου ψυκτικού φορτίου

Εφαρμόζοντας τους κανονισμούς του ΚΕΝΑΚ για τη θερμομόνωση, κατά την κατασκευή του κτιρίου, μειώνεται όχι μόνο το αναγκαίο θερμικό φορτίο, αλλά και το αναγκαίο ψυκτικό φορτίο.

Αναλυτικότερα,

- Στο παράθυρο και τη μπαλκονόπορτα τοποθετείται διπλό τζάμι με διάκενο 12mm. Το πλαίσιο είναι μεταλλικό. Άρα  $K=3 < 3,2 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Οι εξωτερικοί τοίχοι κατασκευάζονται διπλοί δομικοί με μόνωση 4cm, οπότε  $K=0,55 < 0,7 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Το δάπεδο μονώνεται, αφού συνορεύει με το υπόγειο, οπότε  $K=0,52 < 1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Η πόρτα είναι ίδια, με  $K=3 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$
- Οι εσωτερικοί τοίχοι είναι ίδιοι, με  $K=1,5 \text{ kcal/m}^2\text{h } ^\circ\text{C}$

Επιπλέον,

- Αυξάνεται η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου κατά  $1^\circ\text{C}$ . Δηλαδή  $\theta_x=26^\circ\text{C}$ . Λόγω της θερμομόνωσης μειώνεται η θερμοκρασία των μη κλιματιζόμενων χώρων, οπότε θεωρώ ότι η θερμοκρασία των μη θερμαινόμενων χώρων είναι  $\theta=29^\circ\text{C}$  και  $\Delta\theta' = 29-26=3^\circ\text{C}$ .
- Τα τζάμια έχουν ήδη εξωτερική σκίαση
- Η μελέτη φωτισμού έχει γίνει ήδη με τις αρχές εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν ήδη αναφερθεί.
- Τα χρώματα των εξωτερικών επιφανειών είναι ανοιχτά.

Επομένως ο πίνακας θερμικών απωλειών διαμορφώνεται ως εξής

# ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

**Πίνακας 7. 45**

Χώρος	Καθιστικό	ΑΙΣΘΗΤΟ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ											
1) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από οροφή, εξωτερικούς τοίχους και τζάμια													
Είδος επιφάνειας	Προσ.	L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	β	γ	α	Δθ1 (°C)	Δθ (°C)	Q=AκΔθ (kcal/h)
Παράθυρο	Δ	1,6	1,6		2,56	2,56	3,2				8	11,3	92,6
Τοίχος εξωτερικός 1	Δ	8,5	3,5	29,75		27,19	0,55	0,65	0	18	15	224,3	
Μπαλκονόπορτα	N	2,2	2,2		4,84	4,84	3,2				8	11,3	175,0
Τοίχος εξωτερικός 2	N	4,25	3,5	14,875		10,035	0,55	0,65	0,5	14	12,725	70,2	
Τοίχος εξωτερικός 3	B	4,25	3,5	14,875		14,875	0,55	0,65	0	9	9,15	74,9	
Αισθητό ψυκτικό φορτίο από εσωτερικούς τοίχους και δάπεδα													
Είδος επιφάνειας		L (m)	H (m)	A1 (m <sup>2</sup> )	A2 (m <sup>2</sup> )	A=A1-A2 (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	Δθ (°C)	Q = AκΔθ (kcal/h)				
Πόρτα εσωτερική		0,8	2		1,6	1,6	3	3					
Τοίχος εσωτερικός		8,5	3,5	29,75		28,15	1,5	3					
Δάπεδο		8,5	4,25	36,125		36,125	0,52	3					
Οροφή		8,5	4,25	36,125		36,125	2,12	3					
2) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω διείσδυσης της ηλιακής ακτινοβολίας από τα τζάμια													
Είδος τζαμιών	Προσ.	L (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )	δ	ε	z	Q=A.δ.ε.z (kcal/h)					
Παράθυρο	Δ	1,6	1,6	2,56	128	0,15	0,55						
Μπαλκονόπορτα	N	2,2	2,2	4,84	111,5	0,15	0,58						
3) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω λαμπτήρων φωτισμού του χώρου.													
				Ισχύς P(W)									
ΦΘΟΡΙΣΜΟΣ	τεμάχια	12 x 1,1		20 =									
4) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
Τηλεόραση				τεμάχια		1 x 300 =		200,0					
Υπολογιστής				τεμάχια		1 x 200 =		200,0					
Στερεοφωνικό				τεμάχια		1 x 150 =		100,0					
5) Αισθητό ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται				αρ. ατόμων		... x 88 =							
άτομο που εργάζεται καθισμένο				αρ. ατόμων		3 x 100 =		300,0					
άτομο όρθιο				αρ. ατόμων		... x 110 =							
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις				αρ. ατόμων		... x 126 =							
6) Αισθητό ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτομο)	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	V με προσαύξηση	θo (°C)	θx (°C)	Δθ (°C)	Q=0,31.V.Δθ (kcal/h)					
καθιστικό	17	3	51	52,02	34	25	9	145,1					
<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΑΙΣΘΗΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)</b>													
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγίων (kcal/h)													
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΑΙΣΘΗΤΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Qs (kcal/h)</b>													
2312,3													
<b>ΛΑΝΘΑΝΟΝ ΨΥΚΤΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ</b>													
1) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από ηλεκτρικές συσκευές.													
2) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο από άτομα στο χώρο													
άτομο που κάθεται				αρ. ατόμων		... x 30 =							
άτομο που εργάζεται καθισμένο				αρ. ατόμων		1 x 40 =		40,0					
άτομο όρθιο				αρ. ατόμων		... x 57 =							
άτομο που εργάζεται χωρίς πολλές μετακινήσεις				αρ. ατόμων		... x 62 =							
3) Λανθάνον ψυκτικό φορτίο λόγω αερισμού του χώρου													
Χώρος	V(m <sup>3</sup> /h.άτομο)	άτομα	V(m <sup>3</sup> /h)	wo (gr/kg)	wx (gr/kg)	Δw (gr/kg)		Q=0,708.V.Δw (kcal/h)					
καθιστικό	17	3	51	12,5	11	11		397,2					
<b>ΑΘΡΟΙΣΜΑ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΩΝ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ (kcal/h)</b>													
προσαύξηση 5% ψυκτικού φορτίου λόγω απωλειών αεραγωγίων (kcal/h)													
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΛΑΝΘΑΝΟΝΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ QL (kcal/h)</b>													
459,0													
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΦΟΡΤΙΟΥ Q (kcal/h)</b>													
<b>2771,3</b>													

2771.3 kcal/h αντιστοιχούν σε 1974 BTU/h.

Άρα επιλέγεται κλιματιστικό διαιρούμενου τύπου (split units) 12000 BTU/h για το καθιστικό.

Παρατηρείται ότι, μόνο εφαρμόζοντας κατάλληλη θερμομόνωση, χρησιμοποιώντας διπλά τζάμια και αυξάνοντας την εσωτερική θερμοκρασία κατά 1 °C, το αναγκαίο ψυκτικό φορτίο του χώρου μειώθηκε κατά **36,2%!!!**

Αν εφαρμοστούν επιπλέον τα μέτρα εξοικονόμησης και οι τεχνικές «νοικοκυρέματος» που αναφέρονται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο, η εξοικονόμηση ενέργειας από τον κλιματισμό είναι ακόμη μεγαλύτερη!

### 7.1.A.III. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟ

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας κατά τον κλιματισμό της κατοικίας, εφόσον αυτός γίνεται με μονάδες διαιρούμενου τύπου, εντοπίζονται βασικά στην ελάττωση του θερμικού και κυρίως του ψυκτικού φορτίου.

Μερικές βασικές παρεμβάσεις, των οποίων αντίστοιχες συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα σύστημα κεντρικής θέρμανσης, είναι οι ακόλουθες:

- Αύξηση της προκαθορισμένης θερμοκρασίας  
Αύξηση της επιθυμητής θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου κατά 1-2 οC, προκαλεί σχεδόν το ίδιο αίσθημα θερμικής άνεσης, συμβάλλοντας όμως παράλληλα στην εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας.
- Κατάλληλη διαστασιολόγηση της κλιματιστικής μονάδας  
Η κλιματιστική μονάδα πρέπει να επιλέγεται σύμφωνα με τις ψυκτικές ανάγκες του κάθε χώρου όπως υπολογίζονται από τη μελέτη θέρμανσης, που περιγράφηκε ανωτέρω.
- Ενεργειακός σχεδιασμός κτιριακού κελύφους  
Κατάλληλες επιλογές για τα ανοίγματα, τους υαλοπίνακες, την τοιχοποιία, την οροφή, που μειώνουν το απαραίτητο ψυκτικό φορτίο καλοκαιριού, αλλά και το θερμικό φορτίο χειμώνα, έχουν αναφερθεί αναλυτικά στα κεφάλαια 2 και 7.2, « Χωροταξικός και αρχιτεκτονικός σχεδιασμός» και «Παθητικές μέθοδοι» αντίστοιχα.
- Χρήση του κλιματιστικού μόνο τις ώρες που είναι απαραίτητο.  
Χρήση του κλιματισμού στους χώρους που απαιτείται μόνο τις ώρες που απαιτείται, με ταυτόχρονο περιορισμό του ανοιγοκλεισίματος των θυρών και των παραθύρων.
- Μόνωση τοίχων  
Ο ρόλος της μόνωσης στην εξοικονόμηση ενέργειας έχει αναφερθεί ήδη αναλυτικότερα στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Η θερμομόνωση μπορεί να συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας από τον κλιματισμό ως και 20%.
- Χρήση των μεθόδων σκίασης  
Τα στόρια, οι κουρτίνες, οι τέντες κτλ κατά τη διάρκεια της ημέρας μειώνουν το αναγκαίο θερμικό φορτίο.
- Επιλογή ανοιχτών χρωμάτων για την οροφή και τους τοίχους.  
Όπως φαίνεται και από τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου, η χρήση ανοιχτών χρωμάτων μειώνει το απαιτούμενο θερμικό φορτίο άμεσα, μέσω της μείωσης του θερμικού κέρδους από τους εξωτερικούς τοίχους και την οροφή. Έμμεσα, επίσης, μέσω της χρήσης λιγότερων λαμπτήρων για την ίδια στάθμη φωτισμού, που συνεπάγονται μικρότερο θερμικό κέρδος από το φωτισμό..

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΕΣ

---

- Επιλογή κλιματιστικής μονάδας υψηλής απόδοσης  
Ο συντελεστής απόδοσης COP (πηλίκo της θερμότητας που αφαιρείται από τον ψυχρόμενο χώρο προς τη θερμότητα που απαιτείται) θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5. Τα ποιο αποδοτικά συστήματα έχουν συντελεστή απόδοσης μεγαλύτερο του 7.
  
- Χρήση θερμοστατικών διακοπών
  
- Κατάλληλη θέση της εσωτερικής μονάδας του κλιματιστικού  
Η εσωτερική μονάδα είναι προτιμότερο να εγκατασταθεί στη σκιερότερη πλευρά του χώρου και σε θέση ώστε να διασφαλίζεται η σωστή κατανομή του αέρα προς όλες τις κατευθύνσεις. Ακριβώς κάτω από την μονάδα δεν πρέπει να υπάρχουν συσκευές που δημιουργούν μεγάλη θερμική ενέργεια, ώστε να μην επηρεάζεται αρνητικά ο αισθητήρας θερμοκρασίας του κλιματιστικού.
  
- Τακτική επιθεώρηση και συντήρηση της εγκατάστασης  
Τα μηχανήματα θα πρέπει να συντηρούνται και να καθαρίζονται ειδικευμένο προσωπικό τουλάχιστον μία φορά το χρόνο. Έτσι διατηρείται το σύστημα σε μέγιστη ενεργειακή απόδοση και να επιμηκύνεται η ζωή των μηχανημάτων.
  
- Κατάλληλη τοποθέτηση της εξωτερικής κλιματιστικής μονάδας  
Προφύλαξη της μονάδας συμπύκνωσης από τις περιοχές που έχουν συχνές διακυμάνσεις θερμοκρασίας και περιοχές που βρίσκονται σε άμεσο ηλιακό φως έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους λειτουργίας κατά 2-3% περίπου, λόγω της αποδοτικότερης λειτουργίας του. Επίσης, η εξωτερική μονάδα πρέπει να τοποθετηθεί σε τέτοια θέση ώστε να υπάρχει εύκολη πρόσβαση για την συντήρησή της.
  
- Χρήση ανεμιστήρων οροφής  
Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η χρήση ανεμιστήρων οροφής κατανέμοντας καλύτερα το ψυκτικό φορτίο στο χώρο, συντελούν στη μείωση των απαιτήσεων σε ψύξη και άρα στην εξοικονόμηση ενέργειας. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τη σχετική οδηγία του ΤΕΕ, ο υπολογισμός των απωλειών στην περίπτωση ύπαρξης ανεμιστήρων οροφής γίνεται λαμβάνοντας ως θερμοκρασία εσωτερικού χώρου 3οC μεγαλύτερη θερμοκρασία από την επιθυμητή.
  
- Μείωση της απόστασης (μήκους) σωληνώσεων μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής μονάδας  
Συνεπάγεται επίσης μείωση της απώλειας ψυκτικού φορτίου.
  
- Έλεγχος της σωστής ποσότητας φρέοντος εντός των ψυκτικών μηχανημάτων



- Επεμβάσεις “νοικοκυρέματος”  
όπως εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής, αερισμός τα βράδια. Και, όπως έχει ήδη αναφερθεί, τοποθέτηση τεντών και να δίδεται μεγάλη προσοχή στον προσανατολισμό και στα υλικά κατασκευής.
- Απενεργοποίηση μη χρησιμοποιούμενων συσκευών  
Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι οικιακές και ηλεκτρονικές συσκευές αυξάνουν τα θερμικά κέρδη. Η απενεργοποίηση τους όταν δε χρησιμοποιούνται συνεπάγονται, εκτός από την άμεση εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μη χρήσης τους, έμμεση εξοικονόμηση ενέργειας λόγω της μείωσης του απαραίτητου ψυκτικού φορτίου.  
Επίσης απομόνωση πχ της κουζίνας, όσο λειτουργεί η ηλεκτρική κουζίνα, από τον κλιματιζόμενο χώρο, συμβάλλει επίσης στην εξοικονόμηση ενέργειας.

### 8. ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Μεγάλο μέρος της ενέργειας που καταναλώνεται στα σπίτια προέρχεται από τις οικιακές ηλεκτρικές συσκευές.

Εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση των συσκευών σχετίζεται με τη γνώση αλλά και την ενεργειακή συνείδηση των χρηστών και μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους.

- Επιλογή οικιακών συσκευών υψηλής ενεργειακής απόδοσης

Για τα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει θεσπιστεί η ενεργειακή σήμανση των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Πρόκειται για την τοποθέτηση ενεργειακής ετικέτας, σε συσκευές όπως ψυγεία, καταψύκτες, πλυντήρια ρούχων και πιάτων, στεγνωτήρια, ηλεκτρικοί φούρνοι και κλιματιστικές συσκευές.

Στην ετικέτα αναγράφεται η κατάταξη της συσκευής σύμφωνα με την ενεργειακή της απόδοση. Υπάρχουν 7 κατηγορίες: A,B,C,D,E,F και G με την A να είναι η περισσότερο ενεργειακά αποδοτική και τη G η λιγότερο.

Ο αγοραστής θα πρέπει να επιλέγει συσκευές υψηλής ενεργειακής απόδοσης A ή B. Ενδεικτικά, σε σχέση με τις συσκευές μέτριας ενεργειακής απόδοσης D, μπορεί να πετύχει εξοικονόμηση ενέργειας 70%. Το κόστος αγοράς αυτών των συσκευών μπορεί να είναι υψηλότερο, η απόσβεση είναι όμως σύντομη, καθώς το λειτουργικό τους κόστος είναι χαμηλότερο, με αποτέλεσμα τη συνολική εξοικονόμηση όχι μόνο ενέργειας αλλά και χρημάτων.

- Επιλογή ηλεκτρικών συσκευών κατάλληλου μεγέθους/κατάλληλης ισχύος

Είναι απαραίτητη η σωστή εκτίμηση των αναγκών του κτιρίου και των ενοίκων, πριν την αγορά οικιακής συσκευής, έτσι ώστε να επιλέγονται συσκευές κατάλληλου μεγέθους και κατάλληλης ισχύος, όπως ψυγείο χωρητικότητας ανάλογης των αναγκών των ενοίκων και κλιματιστικό που να καλύπτει τα θερμικά και ψυχρά φορτία όπως έχουν υπολογιστεί από τις αντίστοιχες μελέτες.

- Απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών που δε χρησιμοποιούνται

Αποτελεί ένα πολύ απλό μέσο εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και αρκετά αποτελεσματικό. Με απενεργοποίηση του ηλεκτρονικού υπολογιστή, όταν δε χρησιμοποιείται, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας 50-75%. Ομοίως με το σβήσιμο των λαμπτήρων όπου δε χρειάζονται (σε κάθε ένοικο του σπιτιού αντιστοιχεί το πολύ ένα φωτιστικό σώμα, επομένως, στις οικίες, κάθε στιγμή πρέπει να λειτουργούν φωτιστικά σώματα, σε αριθμό το πολύ όσα είναι οι ένοικοι.

- Συνετή χρήση των συσκευών κατά τη λειτουργία τους

Επίσης πολύ απλό μέσο εξοικονόμησης, το οποίο δυστυχώς πολλές φορές δεν εφαρμόζεται. Για παράδειγμα, δε συμβιβάζονται λειτουργία του κλιματιστικού και ταυτόχρονα ανοιχτά παράθυρα, όπως ούτε λειτουργία του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα πολύ περισσότερη ώρα από αυτή που απαιτείται για τη θέρμανση του αναγκαίου νερού.

- Περιορισμός της φάσης αναμονής

Οι συσκευές καταναλώνουν ενέργεια ακόμη και στη φάση αναμονής, οπότε και εκτελούν κάποια βοηθητική λειτουργία, όπως ένδειξη ώρας. Είναι δυνατή η εξοικονόμηση ενέργειας με απενεργοποίηση των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών( όπως την τηλεόραση, το στερεοφωνικό, τον υπολογιστή, το ασύρματο τηλέφωνο , τους φορτιστές) από το διακόπτη on-off και όχι από τηλεχειριστήριο ή αφαιρώντας τες από την πρίζα

### **9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ** **ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ**

- ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
- ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (BUILDING ENERGY MANAGEMENT SYSTEM)
- ΖΝΧ
- ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ
- ΤΗΛΕΘΕΡΜΑΝΣΗ
- ΤΕΧΝΗΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ
- ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
- ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΓΙΑ ΨΥΞΗ

### 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μπούρκας Π.Δ. : Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων, Αθήνα 1998.
- Περδίδος Δ.Π : Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια- αθλητικά κέντρα- βιομηχανικές μεταφορές, τόμος Α, Αθήνα 2007.
- Περδίδος Δ.Π : Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια- αθλητικά κέντρα- βιομηχανικές μεταφορές, τόμος Β, Αθήνα 2007.
- Δέρβος Κ.Θ. : Εισαγωγή στα ημιαγώγιμα υλικά και φωτοβολταικές διατάξεις. Αθήνα 2008.
- Καγκαράκη Κ. : Φωτοβολταική τεχνολογία
- Μαλλιάρης- παιδεία για την Ευρωπαϊκή επιτροπή : Ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων : εισαγωγή για αρχιτέκτονες, Θεσσαλονίκη 1994
- Μαλλιάρης- παιδεία για την Ευρωπαϊκή επιτροπή : Ενέργεια στην αρχιτεκτονική: το ευρωπαϊκό εγχειρίδιο για τα Παθητικά Ηλιακά κτίρια, Θεσσαλονίκη 1996
- Κορωναίος Αιμ. Γ., Πουλάκος Γ. Ι., Τεχνικά Υλικά, τόμος 2, Αθήνα 2005
- Διπλωματική για ηλιακούς συλλέκτες σε νοσοκομεία
- Πτυχιακή εργασία «Εγκατάσταση κλιματισμού με δυνατότητα ανάκτησης θερμότητας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης», Βασιλείου Ευστρατία, Μπόρα Σοφία
- Πρακτικά συνεδρίου ΤΕΕ 8-10 Μαρτίου 2010
- Νόμος 3661/19-05-2008. “Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις”.
- Νόμος 3851/2010: Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής
- Θέσεις ΤΕΕ για τον ΚΕΝΑΚ
- Richard Hyde: BIOCLIMATIC HOUSING: INNOVATIVE DESIGNS FOR WARM CLIMATES, London 2008