

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΜΕΤΡΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ)



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΚΑΡΑΚΑΣΙΔΗΣ ΔΗΜΟΣ  
ΣΑΒΒΟΣ ΣΠΥΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΝΤΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην ενεργειακή μελέτη και απόδοση κτιρίων με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σύμφωνα με τον Κ.Ε.Ν.Α.Κ, η οποία έχει άμεσα αντίκτυπο στην αναβάθμιση του περιβάλλοντος. Όπως είναι γνωστό ένα από τα κυριότερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες κοινωνίες, είναι η ολοένα αυξανόμενη ενεργειακή κατανάλωση. Ειδικότερα ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, και ταυτόχρονα η λειτουργία των κτιριακών ενεργειακών συστημάτων συνεισφέρει σημαντικά στην εκπομπή CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα.

Στην αρχή περιγράφεται ο ρόλος της εξοικονόμησης ενέργειας και η σύγκριση της ενεργειακής κατανάλωσης Ελλάδας και Ευρώπης. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θερμικές και ψυκτικές ανάγκες καθώς και για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.), για μία μονοκατοικία δύο επιπέδων στην Πάτρα. Τέλος εκδίδεται το ενεργειακό πιστοποιητικό και προτείνονται μέτρα εξοικονομήςης ενέργειας.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Γεώργιο Κόντο, Εργαστηριακό Συνεργάτη του Τμήματος Μηχανολογίας, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της Εργασίας.

Καρακασίδης Δήμος  
Σάββος Σπύρος

Ιούνιος 2011

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρεται στην Ενεργειακή Μελέτη και Απόδοση του κτιρίου καθώς και στην έκδοση ενεργειακού πιστοποιητικού, η οποία πρέπει να γίνεται πλέον σε όλα τα νεοαναγειρόμενα και ανακαινιζόμενα κτίρια. Με τον τρόπο αυτό θα μπορούμε να εξασφαλίζουμε ένα καλύτερο περιβάλλον στο χώρο μας και μείωση των θερμικών, ηλεκτρικών αναγκών όπως και μείωση των εκπομπών αέριων ρύπων.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε πέντε (5) Κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρεται ο ρόλος της εξοικονόμησης ενέργειας, ο όρος βιωσιμότητα του κτιρίου και ενεργειακής βιωσιμότητας, που έχει στόχο την μείωση ορυκτών καυσίμων, μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων επιβλαβών αερίων, όπου επιτυγχάνεται με τη χρήση βιοκλιματικών και παθητικών συστημάτων, καθώς και με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, (Α.Π.Ε.). Στη συνέχεια μιλάμε για την κατανάλωση ενέργειας σε Εθνικό και Ευρωπαϊκό επίπεδο συγκρίνοντας ποσοστά κατανάλωσης σε μεταφορές, βιομηχανίες και κτιριακό τομέα καθώς και σε ηλεκτρική ενέργεια. Επίσης αναφερόμαστε στην ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου, στην ενεργειακή επιθεώρηση με τον σκοπό και τους στόχους, τους τύπους ενεργειακών επιθεωρήσεων και τον ορισμό του ενεργειακού επιθεωρητή.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε στις οδηγίες νομοθετικών πλαισίων για Ελλάδα και Ευρωπαϊκή Ένωση.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται είδη επεμβάσεων μηδενικού ή ελάχιστου κόστους (θέρμανση, ψύξη, οικιακές συσκευές κ.τ.λ.). Στη συνέχεια περιγράφονται γενικά είδη επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος (προσθήκη θερμομόνωσης, αντικατάσταση κουφωμάτων, χρήση εσωτερικών και εξωτερικών σκιάστρων, χρήση ψυχρών υλικών κ.τ.λ.) στις ηλεκτρομηχανολογικές (Η/Μ) εγκαταστάσεις (συστήματα κεντρικής θέρμανσης, συστήματα κλιματισμού, φυσικό / τεχνητό φωτισμό, Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (Σ.Η.Θ.) κ.τ.λ.) σε συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, (Α.Π.Ε.) (φωτοβολταϊκά, βιομάζα γεωθερμία κ.τ.λ.) με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο εφαρμόζουμε την μελέτη ενεργειακής απόδοσης, ξεκινώντας με την έννοια και χαρακτηριστικά του κτιρίου εφαρμογής μας, (εξεταζόμενο κτίριο) και του κτιρίου αναφοράς καθώς και την διαφορά αυτών των δύο. Παρακάτω αναφερόμαστε στην μεθοδολογία υπολογισμών μας (μοντέλο υπολογισμού), με τη χρήση βαθμομερών, τον υπολογισμό θερμικών, ψυκτικών απωλειών και τον υπολογισμό ζεστού νερού χρήσης, (Ζ.Ν.Χ.). Στη συνέχεια αναφέρονται τα κλιματολογικά στοιχεία της περιοχής όπου βρίσκεται το κτίριο εφαρμογής. Απεικονίζονται οι όψεις και κατόψεις του κτιρίου και υπολογίζονται οι διάφορες επιφάνειες και ο όγκος αυτού. Τέλος απεικονίζονται οι υπολογισμοί των

θερμικών και ψυκτικών αναγκών καθώς και για (Z.N.X.) που έγιναν με το πρόγραμμα EXCEL, για το εξεταζόμενο κτίριο και για το κτίριο αναφοράς.

Στο πέμπτο κεφάλαιο προτείνονται μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας στο κτιριακό κέλυφος και στις Η/Μ εγκαταστάσεις και με βάση τις ετήσιες καταναλώσεις ενέργειας σε  $\text{KWh/m}^2$  (εξεταζόμενο – αναφοράς) γίνεται η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.).

Στο έκτο κεφάλαιο περιγράφονται τα γενικά και ειδικά συμπεράσματα που αποκομίσαμε με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας. Τα σπουδαιότερα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παρούσα Εργασία είναι (α) η αναγκαιότητα εξοικονόμησης ενέργειας είναι πολύ σημαντική διότι ελαχιστοποιείται η έκλυση αέριων ρύπων που έχει σαν αποτέλεσμα την επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου. (β) οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που μπορούν να γίνουν για την ενεργειακή βελτιστοποίησή στον κτιριακό τομέα είναι αναμφίβολα πάρα πολλές. Οι επεμβάσεις όμως αυτές εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το κόστος της επένδυσης και από το ποσό εξοικονόμησης ενέργειας.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1 Σκοπός – Στόχος.....	1
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 1 <sup>ο</sup> .....	4
1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ <sup>[1, 11 – 18]</sup> .....	4
1.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	4
1.1.1 Εισαγωγή.....	4
1.1.2 Βιωσιμότητα κτιρίου .....	4
1.1.3 Ενεργειακή βιωσιμότητα .....	7
1.2 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΗΝ Ε.Ε ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ .....	9
1.2.1 Εισαγωγή.....	9
1.2.2 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε. ....	10
1.2.3 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα .....	13
1.3 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	17
1.3.1 Προσέγγιση.....	17
1.3.2 Πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου .....	19
1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ .....	19
1.4.1 Γενικά – Σκοπός.....	19
1.4.2 Στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης.....	20
1.4.3 Ορισμός ενεργειακού επιθεωρητή.....	21
1.4.4 Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων .....	21
1.4.5 Διενέργεια μιας ενεργειακής επιθεώρησης.....	23
1.4.6 Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης .....	25
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2 <sup>ο</sup> .....	26
2 ΕΘΝΙΚΗ – ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ <sup>[5 – 9]</sup> .....	26
2.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ .....	26

2.2	ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ .....	27
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3 <sup>ο</sup> .....		33
3	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [2-3,10, 19-28] .....	33
3.1	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ Η ΕΛΕΧΙΣΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	33
3.2	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ.....	38
3.2.1	Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους.....	38
3.2.2	Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων.....	64
3.2.3	Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού / τεχνητού φωτισμού.....	77
3.2.4	Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS) .....	91
3.2.5	Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας .....	94
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 4 <sup>ο</sup> .....		103
4	ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ [4, 29-30] .....	103
4.1	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ .....	103
4.1.1	Περιγραφή εξεταζόμενου κτιρίου.....	103
4.1.2	Κτίριο αναφοράς .....	104
4.2	ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	104
4.2.1	Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης .....	104
4.2.2	Υπολογισμός θερμικών απωλειών.....	108
4.2.3	Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών.....	110
4.2.4	Συντελεστής σκίασης .....	115
4.2.5	Δομικά στοιχεία εξεταζόμενου κτιρίου .....	115
4.2.6	Υπολογισμός Ζεστού Νερού Χρήσης (Ζ.Ν.Χ) .....	116
4.2.7	Ελάχιστες απαιτήσεις – Κτίριο αναφοράς.....	117
4.2.8	Δομικά στοιχεία κτιρίου αναφοράς .....	118
4.2.9	Συντελεστής χρήσης .....	119
4.3	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΤΡΑΣ.....	120
4.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ – ΟΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	121
4.5	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ - ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ - ΖΝΧ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	131
4.5.1	Εισαγωγή.....	131
4.6	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ - ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ - ΖΝΧ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ .....	164
4.6.1	Εισαγωγή.....	164
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 5 <sup>ο</sup> .....		170

5	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ <sup>[29-32]</sup> .....	170
5.1	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ.....	170
5.1.1	Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης.....	170
5.1.2	Τοποθέτηση θερμομόνωσης στη στέγη .....	176
5.1.3	Αντικατάσταση κουφωμάτων και προσθήκη εσωτερικών σκιάστρων (βενετικά στόρια).....	182
5.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.....	185
5.2.1	Αντικατάσταση του μπόιλερ με μπόιλερ τριπλής ενέργειας.....	185
5.2.2	Επεμβάσεις στο λέβητα .....	189
5.2.3	Μόνωση δικτύου διανομής.....	192
5.2.4	Αντικατάσταση κλιματιστικών συσκευών.....	192
5.3	ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	194
5.3.1	Γενικά.....	194
5.3.2	Κατανάλωση ενέργειας χρήσης κατοικιών .....	195
Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο	6 <sup>ο</sup> .....	199
6	ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ.....	199
6.1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	199
6.1.1	Προσωπικό όφελος από την εργασία.....	199
6.2	ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	199
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		201

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1 Σκοπός – Στόχος

Οι κλιματικές αλλαγές είναι ο πιο σημαντικός παράγοντας απειλής για τον πλανήτη μας, αφού η ύπαρξη της ανθρώπινης ζωής και του πολιτισμού εξαρτώνται άμεσα από το πόσο εμείς επηρεάζουμε το κλίμα. Η συνεισφορά του τομέα της κατασκευής κτιρίων στη μεταβολή του κλίματος είναι σημαντική, καθώς αποτελούν ένα πεδίο συνάντησης και συνύπαρξης περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών συνιστωσών.

Η κοινωνική αναγκαιότητα για μείωση ενεργειακών απαιτήσεων και οι αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές, οδηγούν το σύγχρονο άνθρωπο αναμφίβολα στην υιοθέτηση σύγχρονων τεχνικών και τεχνολογιών στα κτίρια. Ειδικότερα, τα κτίρια παράγουν το 70% των οξειδίων του θείου καθώς και το 40-50% περίπου των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Επίσης για κάθε μια κιλοβατώρα που καταναλώνεται στα κτίρια, απελευθερώνονται 0,68 κιλά CO<sub>2</sub><sup>1</sup>, 5,8 γραμμάρια SO<sub>2</sub><sup>2</sup> και 2,5 γραμμάρια NO<sub>x</sub><sup>3</sup>.

Σκοπός της ανωτέρω πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση των όρων ενεργειακής μελέτης και απόδοσης στα κτίρια, καθώς επίσης και των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας που αναγκαστικά πρέπει να πάρουμε για να αποφύγουμε την σπατάλη ενέργειας η οποία έχει άμεσα αντίκτυπο στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος.

Συγκεκριμένα στην Ελλάδα το 75% περίπου των κτιρίων (δημόσιων, ιδιωτικών) είναι ενεργοβόρα. Ο κτιριακός τομέας μαζί με τον τριτογενή τομέα καταναλώνει το 35-40% του συνόλου της ενεργειακής κατανάλωσης, συμβάλλοντας κατά το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, όπου προκαλείται από τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Περίπου 7,5 εκατ. τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ)<sup>4</sup> καταναλώνονται ετησίως στον κτιριακό τομέα για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη και λειτουργίας των απαραίτητων ηλεκτρικών συσκευών. Στην Εικ. 1 παρουσιάζονται οι τελικές τιμές κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα για την περίοδο 2005 και στον Πίν. 1 παρουσιάζονται οι καταναλώσεις CO<sub>2</sub> στην Ελλάδα για την περίοδο 1990 – 2010, για Βιομηχανία, Μεταφορές και Οικιακό/Τριτογενή τομέα.

---

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub> Διοξείδιο του άνθρακα

<sup>2</sup> SO<sub>2</sub> Διοξείδιο του θείου

<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> είναι ένας γενικός όρος για τα οξείδια του αζώτου

<sup>4</sup> (ΤΙΠ = 10<sup>7</sup> Kcal = 41,87 GJ)





**Εικόνα 1:** Ενεργειακό ισοζύγιο στην Ελλάδα 2005

**Πηγή:** (πηγή : ΑΘΗΝΑ ΓΑΓΛΙΑ, M.Sc. Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ). Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ)

**Πίνακας 1:** Κατανομή CO<sub>2</sub> στην Ελλάδα 1990 – 2010

**Πηγή:** (πηγή : ΑΘΗΝΑ ΓΑΓΛΙΑ, M.Sc. Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΟΕΕ). Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ)

Τελική χρήση	1990	1995	2000	2005	2010
Κτιριακός τομέας	34%	37%	41%	44%	42%
Μεταφορές	19%	21%	20%	21%	20%
Βιομηχανία	39%	34%	31%	28%	31%
Λοιπές χρήσεις	8%	8%	8%	7%	7%

Για την ανάπτυξη των στόχων του πρωτοκόλλου του Κιότο η Ε.Ε έχει λάβει διάφορα μέτρα και πρωτοβουλίες για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων όπως η οδηγία **2002/91/ΕΚ** για την υιοθέτηση συγκεκριμένων δράσεων από τα κράτη - μέλη. Η ενσωμάτωση της στο εθνικό δίκαιο της Ελλάδας έγινε με το νόμο **3661/2008**, ενώ κατ' εξουσιοδότηση του **Ν. 3661/2008** εκδόθηκαν οι κανονιστικές ρυθμίσεις που ολοκληρώνουν το νομοθετικό πλαίσιο που απαιτείται για την πλήρη εφαρμογή του νόμου:

- Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ), (**ΦΕΚ Β' 407**).
- Προεδρικό Διάταγμα 100/2010, (**ΦΕΚ 177/Α/6.10.2010**).

Άρα η εκπόνηση αυτής της πτυχιακής έρχεται να προσεγγίσει την ενεργειακή πλευρά σε αυτό το ευαίσθητο θέμα και να μελετήσει ως απαραίτητη εκπαιδευτική εφαρμογή μια μονοκατοικία δύο επιπέδων στην Πάτρα.

Όπου με τον όρο ενεργειακή μελέτη και απόδοσης εννοούμε τις καταναλώσεις που δέχεται το κτίριο με τα συστήματα θέρμανσης, ψύξης, και ζεστού νερού χρήσης, μεταφραζόμενη σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και κατηγοριοποιώντας το σε ανάλογες κλίμακες απόδοσης, βάση του (Κ.ΕΝ.Α.Κ.).

Δεδομένου των παραπάνω, η ανάγκη για μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και για μείωση της ενεργειακής σπατάλης στα σύγχρονα κτίρια είναι αναπόφευκτη, όπου αποτελεί προτεραιότητα της Ε.Ε. και κινείται προς την κατεύθυνση της βιώσιμης ανάπτυξης.

Στόχος στην κατεύθυνση αυτή είναι η ενεργειακή μελέτη του κτιρίου ή της κατοικίας, ώστε να εκτιμηθεί η κατανάλωση της πρωτογενούς ενέργειας, η οποία πραγματοποιείται με προσομοίωση υπολογισμών θέρμανσης, ψύξης και ζεστού νερού χρήσης. Να προταθούν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας, από τα πιο απλά χωρίς την επιβάρυνση κόστους ή ελαχίστου κόστους στον οικιακό τομέα, έως και τα μέτρα μεσαίου και μεγάλου κόστους, με κατάλληλα σύγχρονα συστήματα, που θα απαιτούν μικρότερα ποσά ενέργειας και θα αξιοποιούν τις ανανεώσιμες ή ήπιες μορφές ενέργειας στο κτιριακό κέλυφος του κτιρίου και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις αυτού.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

## 1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ [1, 11 – 18]\*

### 1.1 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

#### 1.1.1 Εισαγωγή

Ο ρόλος της εξοικονόμησης ενέργειας είναι η μείωση των ενεργειακών αναγκών των υφιστάμενων και νεοαναγειρόμενων κτιρίων ακόμα και σε δημόσια, κοινωφελή και παραδοσιακούς οικισμούς που χρησιμοποιούνται για κατοικία, καθώς και η μείωση των εκπομπών ρύπων οι οποίοι συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Αυτό επιτυγχάνεται με μια σωστή ενεργειακή μελέτη όπου:

1<sup>ο</sup>) Από τα πρώτα βήματα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και της μελέτης όλων των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, αντιμετωπίζουμε τις ενεργειακές ανάγκες μας, εκμεταλλεύοντας το φυσικό περιβάλλον τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής, θωρακίζοντας το κέλυφος.

2<sup>ο</sup>) Για το εσωτερικό του κτιρίου εξετάζουμε όλες τις δυνατότητες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και πλέον αποδοτικών ενεργειακών συστημάτων που είναι διαθέσιμα στη σημερινή αγορά.

#### 1.1.2 Βιωσιμότητα κτιρίου

Βιωσιμότητα κτιρίου σημαίνει κτίριο που συνδυάζει άνεση, λειτουργικότητα και μείωση αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον και ελάχιστη χρήση ενέργειας.

Η έννοια είναι ευρύτερη από αυτό που ορίζεται ως «πράσινο» ή «οικολογικό κτίριο», αφού αναφέρεται σε μια ολοκληρωμένη αντίληψη της επίδρασης μιας κατασκευής στους τρεις βασικούς τομείς βιώσιμης (αιιφόρου) ανάπτυξης:

- α) περιβάλλον
- β) κοινωνία
- γ) οικονομία

Αυτή η ολοκληρωμένη αντίληψη από το σχεδιαστικό ακόμη στάδιο αναγνωρίζει ότι μια κατασκευή έχει ένα κύκλο ζωής που αρχίζει από την κατασκευή, περνά στη λειτουργία και τη συντήρηση και καταλήγει στην κατεδάφιση. Ένα βιώσιμο

---

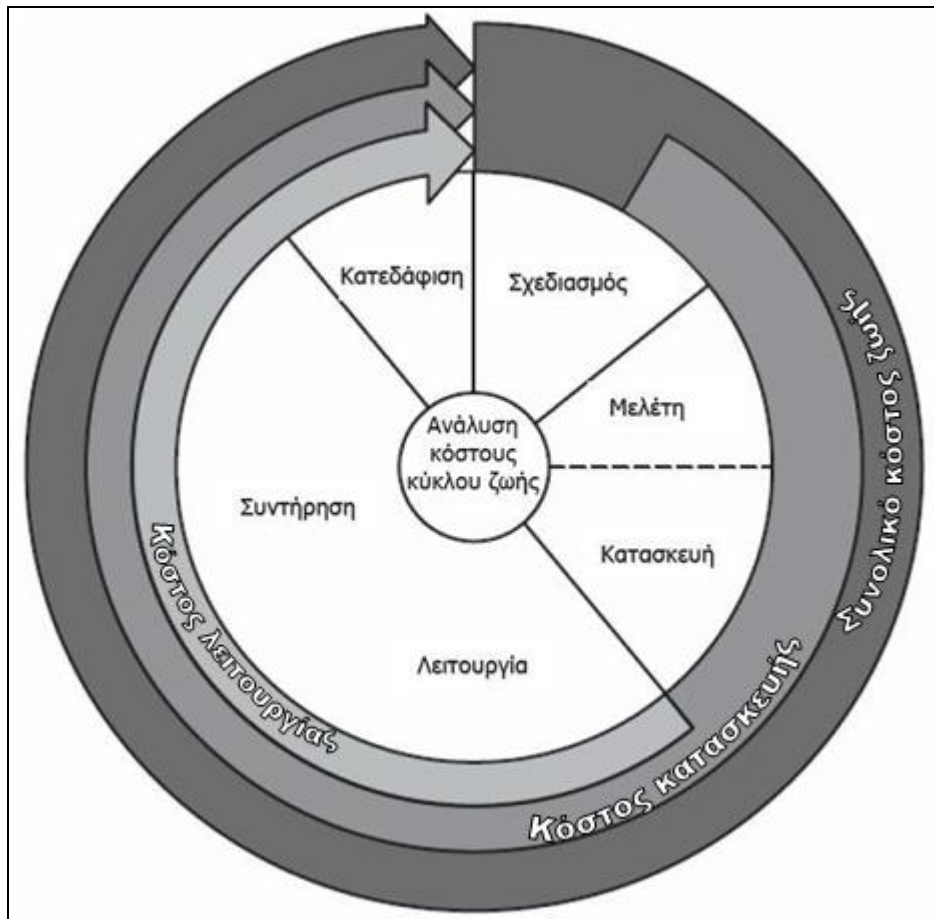
\* [1, 11 – 18] Αναφορά βιβλιογραφίας για το συγκεκριμένο κεφάλαιο

κτίριο είναι βασισμένο σε συγκεκριμένες βασικές αρχές, που αφορούν των κύκλο ζωής του όπως φαίνεται παρακάτω, Πίν. 1.1και Εικ. 1.1.

**Πίνακας 1.1:**Κύριες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τον κύκλο ζωής ενός κτιρίου και βασικές αρχές βιωσιμότητας

α/α	ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΥΚΛΟ ΖΩΗΣ	ΕΠΙΠΤΩΣΗ	ΑΡΧΕΣ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
1	Κατανάλωση συμβατικών μορφών ενέργειας π.χ.(πετρέλαιο, φυσικό αέριο, γαιάνθρακες)	α) Φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα β) Κατανάλωση φυσικών πόρων γ) Ατμοσφαιρική ρύπανση, (SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> )	<b>α)</b> Μείωση κτιριακής ενεργειακής ζήτησης <b>β)</b> Χρήση ενεργειακών συστημάτων με χαμηλές εκπομπές άνθρακα <b>γ)</b> Χρήση ανανεώσιμων πηγών (ήπιων) μορφών ενέργειας (Α.Π.Ε.) <b>δ)</b> Συστηματική ενεργειακή διαχείριση κατά τη διάρκεια λειτουργίας και παροχής μηχανημάτων τοπικού ελέγχου σε συστήματα θέρμανσης, δροσισμού και ψύξης.
2	Χρήση υλικών και παραγωγής στερεών απόβλητων	<b>α)</b> Κατανάλωση φυσικών πόρων <b>β)</b> Φαινόμενο του θερμοκηπίου μέσω των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από τη χρήση ενέργειας κατά την εξόρυξη, παραγωγή και επεξεργασία τους <b>γ)</b> Δημιουργία απόβλητων στο τέλος της ζωής του όσο και κατά την εξόρυξη, παραγωγή και επεξεργασία τους	<b>α)</b> Επιλογή ανακυκλωμένων υλικών και υλικών που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας <b>β)</b> Μείωση της παραγωγής στερεών αποβλήτων μέσω της επαναχρησιμοποίησης <b>γ)</b> Επιλογή μοντέρνων μεθόδων δόμησης και συστημάτων <b>δ)</b> Μακροβιότητα και αυξημένος βαθμός προσαρμοστικότητας κατασκευής
3	Κατανάλωση	<b>α)</b> Κατανάλωση	<b>α)</b> Μείωση ζήτησης νερού <b>β)</b> Παροχή εγκατάστασης

	υδάτινων πόρων	φυσικών πόρων <b>β)</b> Δημιουργία υγρών απόβλητων	ανακύκλωσης νερού <b>γ)</b> Αύξηση απόδοσης και εξοικονόμησης σε συστήματα κτιριακής υδροδότησης <b>δ)</b> Παροχή συστημάτων ελέγχου και ανίχνευσης διαρροών
4	Σχεδιασμός εσωτερικού περιβάλλοντος	<b>α)</b> Φαινόμενο «άρρωστων κτιρίων» <b>β)</b> Μειωμένη οπτική και θερμική άνεση	<b>α)</b> Σχεδιασμός βασισμένος στο διάλογο με τους χρήστες <b>β)</b> Παροχή μηχανισμών τοπικού ελέγχου θερμικών και οπτικών συνθηκών από τους χρήστες
5	Χρήση υδροχλωροφθορανθράκων (HCFCs) και υδροφθοροανθράκων (HFCs)	<b>α)</b> Φαινόμενο «τρύπας του όζοντος»	<b>α)</b> Επιλογή μονωτικών υλικών που δεν περιέχουν HCFCs και HFCs και δεν παράγονται με τη χρήση τους <b>β)</b> Επιλογή συστημάτων ψύξης που δεν χρησιμοποιούν HCFCs και HFCs
6	Αποστράγγιση υδάτων	<b>α)</b> Πλημμύρες	<b>α)</b> Χρήση αποφρακτικών επιφανειών σε εξωτερικούς χώρους <b>β)</b> Πράσινες στέγες / δώματα



**Εικόνα 1.1:** Κύκλος ζωής κτιρίου

Πηγή: Κίκηρα Μ. Ανάλυση κόστους στον κύκλο ζωής κτιρίων, (ΚΑΠΕ), 10/4/2008

### 1.1.3 Ενεργειακή βιωσιμότητα

Σε επίπεδο ενεργειακής βιωσιμότητας ο γενικός στόχος είναι η μείωση της χρήσης συμβατικών καυσίμων και των επακόλουθων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων επιβλαβών αερίων όπως  $SO_x$  και  $NO_x$  με παράλληλη παροχή βέλτιστων συνθηκών για τους χρήστες και απόδοση κόστους. Η μείωση των εκπομπών μπορεί να επιτευχθεί με δύο τρόπους:

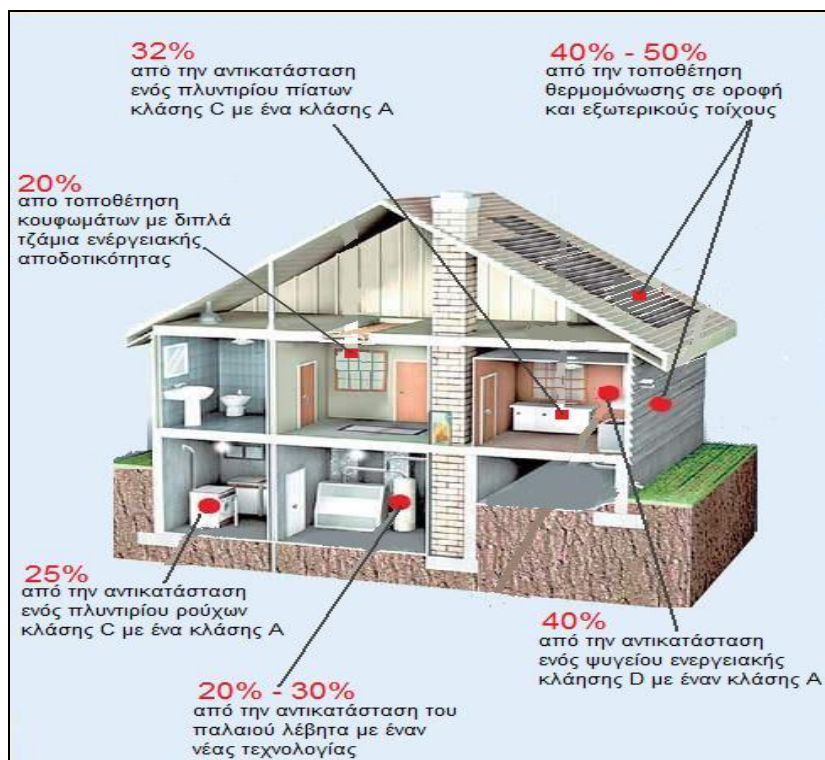
- α)** με τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μέσα από συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και
- β)** με τη χρήση πηγών ενέργειας με μειωμένο δείκτη εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου.

Στην εικόνα που ακολουθεί Εικ. 1.2 αναφέρονται ποσοστά που μπορούν να εξοικονομηθούν σε ένα σπίτι από συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και από συστήματα με μειωμένο δείκτη εκπομπών αερίων.

Βασική προϋπόθεση είναι η υλοποίηση μιας βιώσιμης ενεργειακής στρατηγικής που θα βασίζεται στα παρακάτω:

- Ανάλυση των επιμέρους κτιριακών λειτουργιών, των θερμικών και ψυκτικών φορτίων και της ενεργειακής ζήτησης που συνεπάγονται.
- Μελέτη σκοπιμότητας των προτεινόμενων τεχνολογιών και συστημάτων και καταγραφή των τοπογραφικών, κατασκευαστικών και οικονομικών περιορισμών και δυνατοτήτων ενός έργου.

- Συντονισμός αρχιτεκτονικού και ηλεκτρομηχανολογικού σχεδιασμού καθ' όλη τη διάρκεια του έργου.



**Εικόνα 1.2:** Ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα σπίτι

Προκειμένου να είναι δυνατός ο προσδιορισμός της μείωσης των εκπομπών και της κατανάλωσης ενέργειας, είναι αναγκαία η ύπαρξη ενός σημείου αναφοράς ενεργειακής απόδοσης, όπως επίσης και η προσομοίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου πριν από την εφαρμογή των επιλεγόμενων μέτρων και μετά από αυτήν. Ως σημείο αναφοράς επιλέγεται ένα συμβατικά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο ίδιου τύπου και κατασκευής με το υπεξαίρεση κτίριο. Προσομοίωση μπορεί να γίνει, ανάλογα με το μέγεθος του έργου, με τη χρήση ειδικών προγραμμάτων δυναμικής θερμικής προσομοίωσης (Dynamic Thermal Modeling). Σε όλες τις περιπτώσεις η ενεργειακή κατανάλωση θα πρέπει να υπολογίζεται ξεχωριστά για κάθε είδος καυσίμου π.χ. ηλεκτρισμό, φυσικό αέριο, πετρέλαιο, ώστε η ποσοτική μείωση ενεργειακής κατανάλωσης για το κάθε ένα να μπορεί να μεταφραστεί σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

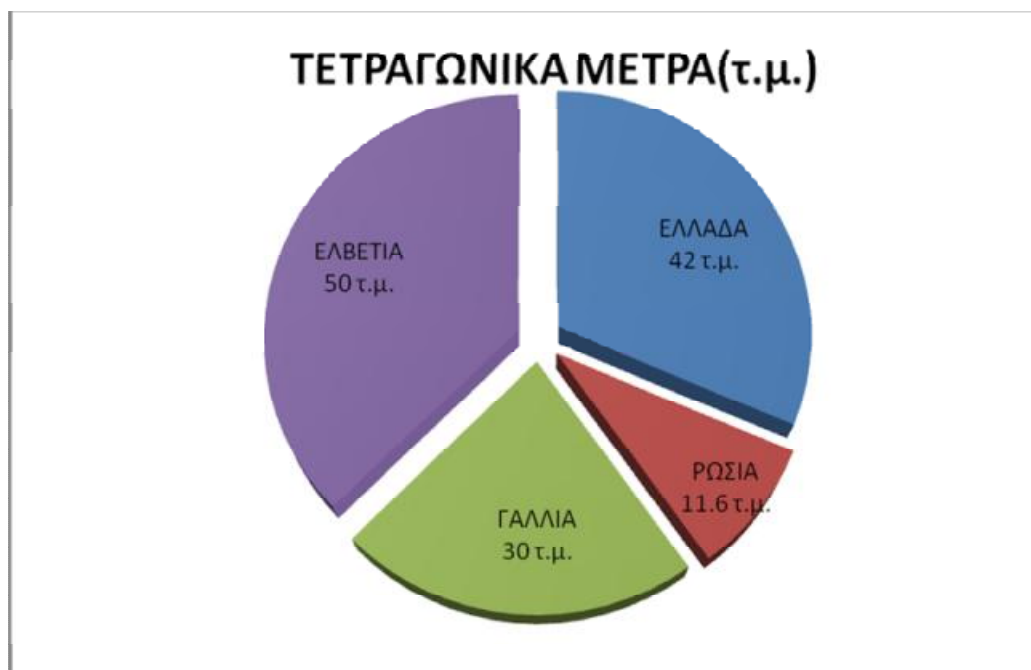
## 1.2 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΣΤΗΝ Ε.Ε ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

### 1.2.1 Εισαγωγή

Πολλοί παράγοντες συνηγορούν στην εξεύρεση λύσεων για την ορθολογικότερη κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια και στην αξιοποίηση των ήπιων μορφών ενέργειας. Η οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη έχει ως αποτέλεσμα τον πολλαπλασιασμό των ενεργειακών αναγκών. Ιδίως με τη διαρκή βελτίωση του βιοτικού επιπέδου η κατανάλωση ενέργειας για τη λειτουργία των κτιρίων συνεχώς αυξάνει. Η αύξηση είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό για την ψύξη των κτιρίων μας.

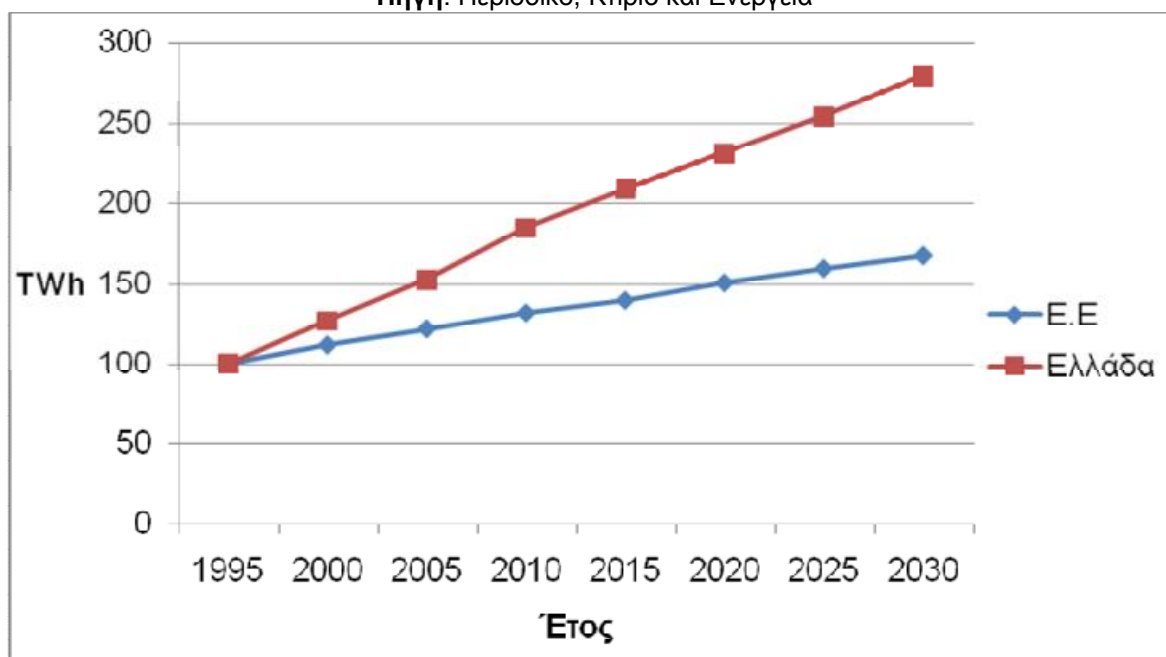
Είναι γεγονός ότι στην Ελλάδα παρατηρείται μια συνεχής αύξηση του δομημένου χώρου που χρησιμοποιούν οι πολίτες της, (άρα αύξηση και της ενέργειας που απαιτείται για να θερμανθεί, να δροσιστεί και να φωτιστεί). Στις αρχές της δεκαετίας του '80 αντιστοιχούσαν 28τ.μ. ανά άτομο. Σήμερα, φθάσαμε στα 42τ.μ. / άτομο, όταν για παράδειγμα, στη Μόσχα αντιστοιχούν 11,6τ.μ., στο Παρίσι 30τ.μ. και στη Ζυρίχη 50τ.μ. όπως παρουσιάζεται στο ακόλουθο Σχ. 1.1.

Το 2002, η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, ακολουθώντας την ανάπτυξη της οικονομίας, αυξήθηκε κατά 6,5%, παρουσιάζοντας το δεύτερο υψηλότερο ρυθμό αύξησης στην ΕΕ-15, ενώ ο μέσος όρος στην Ένωση ήταν 3,6%. Αντίθετα η ετήσια κατανάλωση ανά κάτοικο είναι η χαμηλότερη στην ΕΕ-15, με 4,1 MWh /κάτοικο, όταν ο μέσος όρος στην ΕΕ-15 είναι 6,5 MWh/κάτοικο, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχ. 1.2.





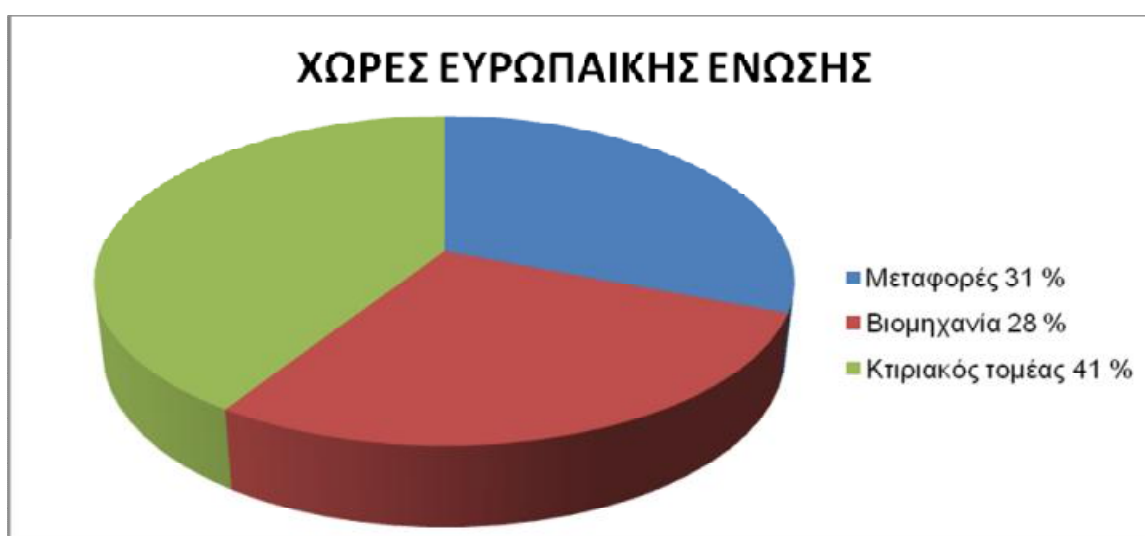
**Σχήμα 1.1:** Δομημένος χώρος που αντιστοιχεί ανά άτομο σε τ.μ.  
**Πηγή:** Περιοδικό, Κτίριο και Ενέργεια



**Σχήμα 1.2:** Η εξέλιξη της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας σε Ελλάδα και ΕΕ  
**Πηγή:** Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ)

### 1.2.2 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ε.Ε.

Ο κτιριακός τομέας απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας για τη λειτουργία του (θέρμανση, δροσισμός, φωτισμός, ζεστό νερό, λειτουργία συσκευών). Υπολογίζεται πως στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης το 41% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας δαπανάται για την κάλυψη των αναγκών των κτιρίων σε θέρμανση και ψύξη. Το αντίστοιχο ποσοστό για τις πρώην ανατολικές χώρες και τις χώρες της κεντρικής Ευρώπης ανέρχεται σε 49%, Σχ. 1.3 και 1.4).



**Σχήμα 1.3:** Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας  
**Πηγή:** Αξαρλή Κ., Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού – Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009



**Σχήμα 1.4:** Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας

Πηγή: Αξαρή Κ., Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού – Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων, Θεσσαλονίκη, Μάρτιος 2009

#### Γενικά:

Καταναλώνουν το 40% της συνολικής ενέργειας  
 Ευθύνονται για το 35% των εκπομπών αέριων θερμοκηπίου  
 50% των εκπομπών SO<sub>2</sub> 35% των εκπομπών CO<sub>2</sub>  
 25% των εκπομπών NO<sub>x</sub> και 10% των εκπομπών σωματιδίων  
 Καταναλώνουν το 35% των πρώτων υλών  
 Ευθύνονται για το 10 – 35% των δομικών αποβλήτων  
 Διαθέτουν Η/Μ εγκαταστάσεις χαμηλής απόδοσης

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως το σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνάν τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών του Οργανισμού Εξαγωγών Πετρελαιοπαραγωγών Κρατών (ΟΠΕΚ).

Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ο τομέας των κτιρίων απορροφά, κατά μέση τιμή, το 40% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η ανά χώρα κύμανση ποικίλει από 20% για την Πορτογαλία, έως και 45% για την Ιρλανδία, ενώ στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στο 30%. Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η επίδραση της ποιότητας του εσωτερικού κλίματος τόσο στην υγεία και την άνεση όσο και την παραγωγικότητα του. Η κατά τα τελευταία χρόνια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού προβλήματος καθώς και χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια.

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ειδικών συσκευών. Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της

τάξης των 350 Mtoe<sup>5</sup> ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11Mtoe. Η πραγματικές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια. Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0,7%. Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα είναι της τάξης των 4,6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0,55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Υποχρεωτική εφαρμογή καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών εφαρμόζουν ήδη με επιτυχία σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στην Ισπανία, ο νέος «Τεχνικός Κώδικας Κτιρίων» μπήκε σε εφαρμογή από το Σεπτέμβριο του 2006 και προβλέπει ότι 30-70% των αναγκών των κτιρίων σε ζεστό νερό πρέπει να καλύπτεται με ηλιοθερμικά, ενώ μέσω μιας μεθοδολογίας που περιγράφεται στη νέα νομοθεσία, επιβάλλεται και η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ελάχιστης ισχύος 6,25 KW σε πολλές κατηγορίες εμπορικών κτιρίων. Σύμφωνα με τη μεθοδολογία αυτή, για παράδειγμα, ένα ξενοδοχείο συνολικής επιφάνειας 20.000τ.μ. στην περιοχή της Μαδρίτης, οφείλει να εγκαταστήσει τουλάχιστον 48 KW φωτοβολταϊκών. Φυσικά, η υποχρέωση αυτή συνοδεύεται και από γενναία κίνητρα με τη μορφή ενίσχυσης της παραγόμενης ηλιακής κιλοβατώρας, ώστε ο «θιγόμενος» να βγαίνει τελικά κερδισμένος οικονομικά. Στην Ιταλία, κατά την ενημέρωση της Οδηγίας 2002/91, η Ιταλική νομοθεσία προέβλεψε το 50% των αναγκών των νέων κτιρίων σε ζεστό νερό να καλύπτεται υποχρεωτικά με ΑΠΕ. Από 1-1-09 μάλιστα είναι υποχρεωτική η εγκατάσταση τουλάχιστον 1 κιλοβάτ φωτοβολταϊκών σε νέες κατοικίες και 5 κιλοβάτ σε νέα εμπορικά κτίρια. Ακολουθώντας το παράδειγμα της Ισπανίας, η Πορτογαλία επιβάλλει την υποχρεωτική χρήση ΑΠΕ στα νέα κτίρια. Συγκεκριμένα, κάθε νέο κτίριο θα πρέπει να καλύπτει σε ένα ποσοστό τις ανάγκες του σε θέρμανση και ζεστό νερό με ΑΠΕ. Στόχος είναι το 2010 το 14% συνολικών θερμικών αναγκών να καλύπτεται με ΑΠΕ. Από το 2010, το μέτρο θα αρχίσει να ισχύει και για τα παλιά κτίρια με στόχο την κάλυψη του 10% των θερμικών αναγκών των παλιών κτιρίων με ΑΠΕ ως το 2020. Στις 25-9-2007, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε ψήφισμα ζητώντας να καταστεί υποχρεωτική η χρήση τεχνολογιών ΑΠΕ σε νέα κτίρια ή κτίρια που υφίστανται μείζονα ανακαίνιση, υιοθετώντας ουσιαστικά την πετυχημένη αυτή πρακτική:

---

<sup>5</sup> Mtoe: (Mega Tonnes of Oil Equivalent) Μέγα Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου

## A) Ευρωπαϊκές πρακτικές

### 1. Νέα κτίρια:

- Δανία: βελτίωση 25% Ε.Σ. (2006) ως τα τέλη του 2010
- Ιρλανδία: μέτρα για μείωση κατανάλωσης κατά 40% σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια.
- Μ Βρετανία: βελτίωση αποδοτικότητας 40% (2002) από το 2007
- Μ Βρετανία: Κτίρια μηδενικών εκπομπών το 2016

### 2. Παλαιά κτίρια:

- Ιρλανδία: αναβάθμιση του κανονισμού το 2010, βελτίωση αποδοτικότητας 60% σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια.
- Μ. Βρετανία: Κρατική χρηματοδότηση για αναβάθμιση μόνο στα κτίρια που χρειάζονται με προδιαγραφές πιο αυστηρές από τον ισχύοντα κανονισμό.

## B) Ευρωπαϊκές πρακτικές – Δημόσιος τομέας

### 1. Εκπομπές:

- Μ. Βρετανία & Ολλανδία: Ως το 2012, τα κτίρια της κεντρικής κυβέρνησης θα είναι μηδενικών εκπομπών
- Μ Βρετανία: Ως το 2020, -30% CO<sub>2</sub> από όλο το δημόσιο τομέα

### 2. Προμήθειες :

- Αυστραλία, Ιρλανδία, Μ Βρετανία: Υποχρεωτικές «πράσινες» προμήθειες
- Ολλανδία: Ως τα τέλη του 2010, το 100% των προμηθειών της κυβέρνησης θα γίνεται βάσει αυστηρών οικολογικών προδιαγραφών -50% για τις περιφερειακές κυβερνήσεις.

### 1.2.3 Η ενεργειακή κατανάλωση στην Ελλάδα

Η κατανάλωση της ενέργειας στην Ελλάδα ήταν σχεδόν σταθερή την περίοδο 1990-1994 και η ποσότητα κατανάλωσης ήταν γύρω στα 15 Μtoe, αφαιρώντας τις μη ενεργειακές χρήσεις. Μεταξύ των ετών 1995-1996 η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 6,5% περίπου, ενώ από τότε ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης είναι γύρω στο 2,5% παρουσιάζοντας μια βελτίωση σε σχέση με το 7% της τελευταίας 20ετίας. Θα απαιτηθεί όμως μεγάλη προσπάθεια για να πετύχουμε το στόχο για μείωση κατά 8% της τελικής χρήσης ενέργειας τη δεκαετία που έρχεται, σύμφωνα με τις δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Οδηγίας 2006/32.

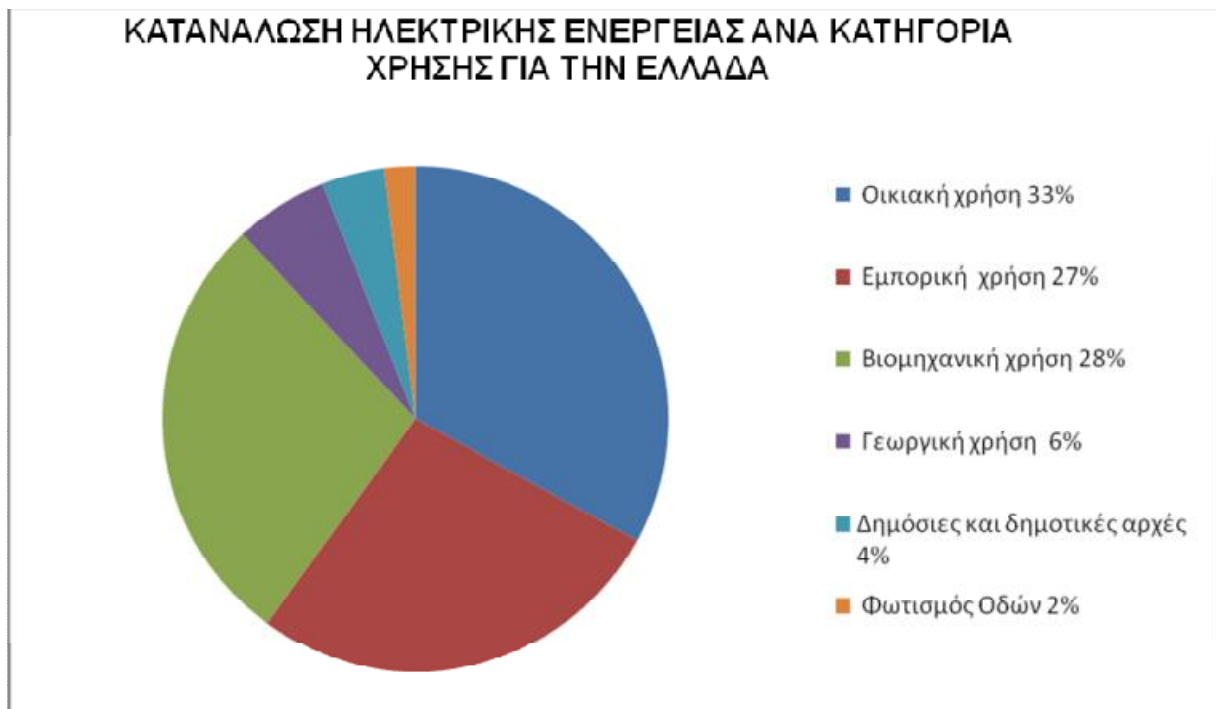
Συγκεκριμένα η Ελλάδα, σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, οφείλει να μειώσει τις εκπομπές «αερίων θερμοκηπίου», μεταξύ 2008 και 2012, κατά 8% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Όμως, αντί να τα μειώσει, τα έχει αυξήσει κατά 26,5%. Αυτό μεταφράζεται σε μια υπέρβαση περίπου 15 εκατομμυρίων τόνων διοξειδίου του άνθρακα, δηλαδή όχι μόνο μόλυνση, αλλά και επιβάρυνση στην οικονομία της Ελλάδας.

Μετά το 1998, έγιναν μικρά βήματα. Σήμερα η Ελλάδα απέχει από το στόχο κάλυψης του 12% της ενέργειας και του 21,1% του ηλεκτρικού ρεύματος από ΑΠΕ μέχρι το 2010 και μαζί με την Πορτογαλία είναι οι μόνες χώρες μεταξύ των «15» της ΕΕ που δεν θα τον πετύχουν. Εάν τα καταφέρουμε, θα εξοικονομήσουμε 1,2 εκατ. τόνους ισοδύναμου πετρελαίου ετησίως.

Στην Ελλάδα, το 75% περίπου των κτιρίων (δημόσιων και ιδιωτικών), όχι μόνο είναι ενεργοβόρα, αλλά ούτε καν πληρούν τους όρους ποιότητας εσωτερικού αέρα (αντι 600 ppI, ξεπερνούν και τα 4000 ppI CO<sub>2</sub>)<sup>6</sup>.

Συνολικά, η κατανάλωση τελικής ενέργειας αυξήθηκε κατά 50% περίπου, την περίοδο 1990-2006, κυρίως ως συνέπεια της οικονομικής ανάπτυξης.

Η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα αυξήθηκε με μεγαλύτερο ρυθμό από το 1990. Η κύρια αύξηση προέρχεται από τον οικιακό και τον τριτογενή τομέα. Ειδικά ο οικιακός τομέας ήταν το 2006 ο μεγαλύτερος καταναλωτής ηλεκτρικής ενέργειας με 177 TWh ετήσια κατανάλωση. Πρόκειται για ποσοστιαία αύξηση της τάξης του 94% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όταν η κατανάλωση του οικιακού τομέα ήταν 91 TWh. Ενώ η βιομηχανία ήταν ο μεγαλύτερος καταναλωτής το 1990 με κατανάλωση 121 TWh, το 2006 έπεσε στην 3<sup>η</sup> θέση με κατανάλωση 15 TWh και ποσοστό αύξησης 24% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχ. 1.5.



**Σχήμα 1.5:** Κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά κατηγορία χρήσης για την Ελλάδα  
**Πηγή:** Εθνική Στατιστική υπηρεσία

Ο τριτογενής τομέας έχει πλέον μεγαλύτερη κατανάλωση από τον βιομηχανικό τομέα. Σημείωσε δε κατανάλωση της τάξης των 175 TWh το 2006, σε σύγκριση με 56 TWh το 1990 παρουσιάζοντας μέσο ρυθμό αύξησης 77% το χρόνο και 215% συνολική αύξηση.

Το μεγαλύτερο ποσοστό πρωτογενούς ενέργειας που χρησιμοποιείται προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες αργά ή γρήγορα θα εξαντληθούν. Συγχρόνως, οι εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, που

<sup>6</sup> ppI CO<sub>2</sub> (Carbon Dioxide Emission per Person – Εκπομπή διοξειδίου του άνθρακα ανά άτομο)

αναπόφευκτα συνοδεύουν την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων, θεωρούνται υπεύθυνες για τη ρύπανση του περιβάλλοντος και για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου», που τον αιώνα που διανύουμε ενδέχεται να επηρεάσει δυσμενώς τις κλιματολογικές συνθήκες οι οποίες είναι εξαιρετικά δύσκολο να αντιμετωπιστούν.

Η θέρμανση των κτιρίων στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως στην χρήση του πετρελαίου. Για την παραγωγή του ηλεκτρικού ρεύματος, ο λιγνίτης παραμένει το κατεξοχήν καύσιμο συμμετέχοντας κατά 69%, ενώ με την κατανάλωση πετρελαίου παράγεται περίπου το 20% του απαιτούμενου ηλεκτρικού φορτίου (ποσοστά του 1996). Το υπόλοιπο 11% του ηλεκτρικού φορτίου καλύπτεται με τις υδατοπτώσεις και παράγεται από υδροηλεκτρικά εργοστάσια.

Στην Ελλάδα, ο γενικός εκσυγχρονισμός συνοδευόμενος με την αδιαφορία για την εξοικονόμηση ενέργειας, οδήγησαν σε υπέρμετρες καταναλώσεις στον τομέα των κτιρίων και των υπηρεσιών. Το 1995, η χρήση ενέργειας στον οικιακό και τριτογενή τομέα για θέρμανση και ψύξη καθώς και για την παραγωγή θερμού νερού έφτασε τους 4,4 τόνους ισοδυνάμους πετρελαίου (ΤΙΠ). Έχει καταγραφεί ότι η θέρμανση των κτιρίων, παρόλο που είναι μια χώρα με ήπιο κλίμα, κατέχει σημαντικό μέρος των συνολικών ενεργειακών καταναλώσεων (69%) του τομέα των κατοικιών και του τριτογενούς, ακολουθούμενη από την παραγωγή ζεστού νερού (13%), τις ηλεκτρικές συσκευές, τη ψύξη και το φωτισμό (18%) (ιστοσελίδα Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας). (ΚΑΠΕ 1997). Η ανάγκη λοιπόν για εξοικονόμηση ενέργειας στον τομέα αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανής, καθώς καλύπτει περίπου το 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ελλάδα. Επιπλέον, τα κτίρια στη χώρα μας ευθύνονται για πάνω από το 45% των συνολικών εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), βασικού αερίου του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Σημειώνεται ότι στην Ευρωπαϊκή ένωση, η χρήση συμβατικών καυσίμων στα συστήματα θέρμανσης των κτιρίων συμμετέχει κατά το ¼ στη συνολική παραγωγή του διοξειδίου στις χώρες-μέλη.

Ως εναλλακτική λύση στο σημερινό μοντέλο ανάπτυξης προτείνεται η «βιώσιμη ανάπτυξη». Βασική φιλοσοφία της είναι η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος και η όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερη αποκατάσταση των οικοσυστημάτων του πλανήτη. Με αυτές τις αρχές έχει διαμορφωθεί ένα νέο πολιτικό και νομοθετικό πλαίσιο σε διεθνές, ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο με βάση το οποίο προτείνεται η εξοικονόμηση ενέργειας και η χρήση ήπιων τεχνολογιών και μορφών ενέργειας προκειμένου να μειωθούν συνολικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αυτός είναι και ο λόγος που σε πολλές χώρες του κόσμου υιοθετούνται μέτρα προκειμένου να μειωθούν οι ρύποι στην ατμόσφαιρα. Οι ανανεώσιμες (ήπιες) πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο άνεμος, η βιομάζα, η γεωθερμία, ο ήλιος, το υδρογόνο και οι υδατοπτώσεις είναι πηγές ενέργειας των οποίων η προσφορά δεν εξαντλείται ποτέ.

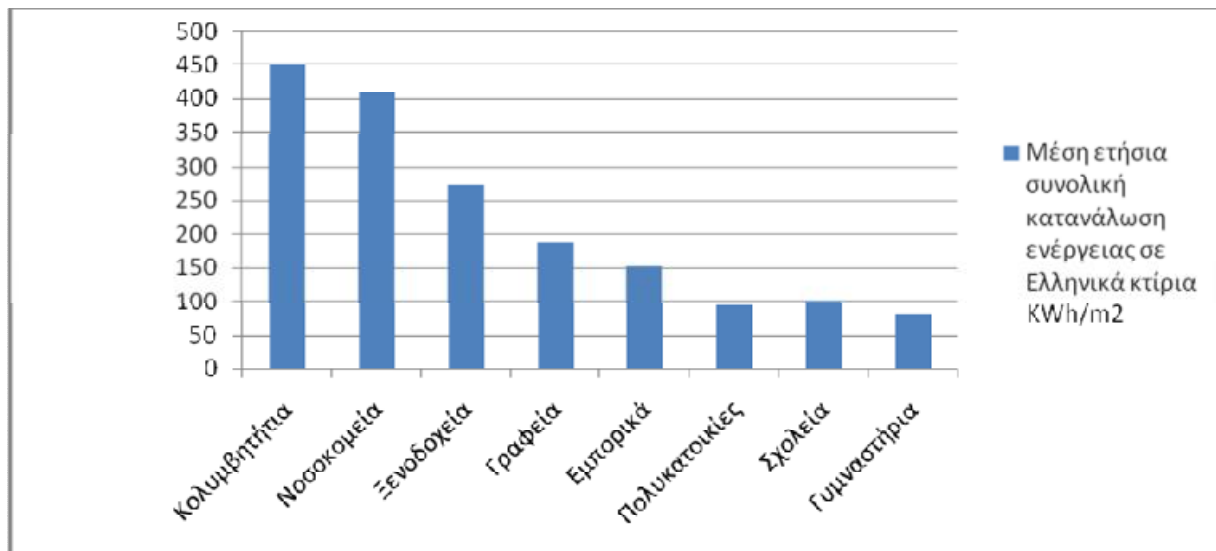
Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών. Συγκεκριμένα, αναφορικά με την ηλιακή ενέργεια, η χώρα μας θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει ηλιακή ενέργεια για την κάλυψη μέχρι και του 1/3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

Η Ελλάδα μετά από πρόσφατη νομοθεσία (**N.3468/06, ΦΕΚ 129<sup>A</sup>, 27-6-06**) ενισχύει σημαντικά την παραγόμενη από ανανεώσιμες πηγές ηλεκτρική ενέργεια, ενώ στόχος είναι έως τα τέλη του 2010 οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να καλύπτουν το 20% της συνολικής πρωτογενούς ενέργειας, από 7% που ήταν στα προηγούμενα χρόνια, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίν. 1.2.

**Πίνακας 1.2:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας στην Ελλάδα (ΤΙΠ \* 10<sup>3</sup>)  
**Πηγή:** (Μηνιαίο τεχνικό περιοδικό Κτίριο, τεύχος 185, σελ. 52)

Είδος καυσίμου (ΤΙΠ *10 <sup>3</sup> )	Έτος 1985	Ποσοστό (%)	Έτος 1995	Ποσοστό (%)	Έτος 2005	Ποσοστό (%)
Πετρέλαιο	10.475	58,6	13.805	59,6	18.400	52,8
Λιγνίτης	6.200	34,7	8.435	36,4	11.350	32,5
Φυσικό αέριο	-	-	-	-	2.450	7,0
Ανανεώσιμες πηγές	870	4,8	720	3,1	1.925	5,5
Εισαγωγές	335	1,9	205	0,9	750	2,2
<b>Σύνολο</b>	<b>17.880</b>		<b>23.165</b>		<b>34.875</b>	

Το 2005 η Ελλάδα κατανάλωσε σε ηλεκτρική ενέργεια 57,8 δισεκατομμύρια KWh. Η ενέργεια αυτή προήλθε κατά 56% από λιγνίτη, 13,5% από πετρέλαιο, 12,9% από φυσικό αέριο και 5,5% από εισαγωγές, κυρίως από τα Σκόπια και τη Βουλγαρία. Την ίδια στιγμή, η Δανία, που δεν διαθέτει ποτάμια και ήλιο, καλύπτει το 30% των ενεργειακών της αναγκών από τις ΑΠΕ, εκμεταλλευόμενη μόνο την αιολική ενέργεια. Η κατανομή της μέσης ετήσιας συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στα Ελληνικά κτίρια, που είναι περίπου 3.800.000, παρουσιάζεται στο σχήμα που ακολουθεί Σχ. 1.6. Η συγκριτική αυτή παρουσίαση είναι ενδεικτική, αφού δεν λαμβάνεται υπόψη η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, δηλαδή, οι εσωτερικές συνθήκες, σε συνδυασμό με την γεωγραφική περιοχή και την λειτουργία των διαφόρων κτιρίων. Η ολοκληρωμένη σύγκριση της καλής ή κακής ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων γίνεται σε συνάρτηση με την επίτευξη των εσωτερικών συνθηκών άνεσης.



**Σχήμα 1.6:** Μέση ετήσια συνολική κατανάλωση ενέργειας σε Ελληνικά κτίρια KWh/m<sup>2</sup>  
**Πηγή:** Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών - Οδηγός για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες

Στον παρακάτω πίνακα αναφέρονται παραδείγματα για τη μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση διαφόρων τύπων κτιρίων ανά είδος χρήσης σε KWh/m<sup>2</sup>, Πίν. 1.3.

**Πίνακας 1.3:** Μέση ετήσια ενεργειακή κατανάλωση (KWh/m<sup>2</sup>)

Πηγή: Ματθαίος Σανταμούρης, Ενέργεια και κτίριο (ενεργειακή κατανάλωση και οι νέες τεχνικές για την μείωση της), <http://www.buildings.gr>

Τύπος κτιρίου	Δροσισμός	Θέρμανση	Φωτισμός	Συσκευές	Σύνολο
Γραφεία	24	95	20	48	187
Εμπορικά	18	74	19	41	152
Σχολεία	2	66	16	8	92
Νοσοκομεία	3	299	52	53	407
Ξενοδοχεία	11	198	24	40	273

Τα κτίρια κατοικιών αντιπροσωπεύουν το 73% του συνόλου στην Ελλάδα. Οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας είναι σημαντικές, αν λάβει κανείς υπόψη ότι μόνο το:

- 5,1% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων (αφού μόνο το 6,7% κτίσθηκε μετά από το 1981, οπότε άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός Θερμομόνωσης)
- 2,1% έχουν διπλά τζάμια
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης

Το 35,5% των κατοικιών διαθέτει σύστημα κεντρικής θέρμανσης, όπου καταναλώνει σχεδόν αποκλειστικά πετρέλαιο, ενώ τα υπόλοιπα κτίρια θερμαίνονται με ανεξάρτητα συστήματα που καταναλώνουν πετρέλαιο, ξύλα, ηλεκτρική ενέργεια, στερεά καύσιμα ή υγραέριο. Για την παραγωγή ζεστού νερού το 26% χρησιμοποιεί πετρέλαιο, το 78% ηλεκτρική ενέργεια, το 3,7% ξύλο και στερεά καύσιμα, το 0,1% υγραέριο και το 15,1% ηλιακή ενέργεια.

## 1.3 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 1.3.1 Προσέγγιση

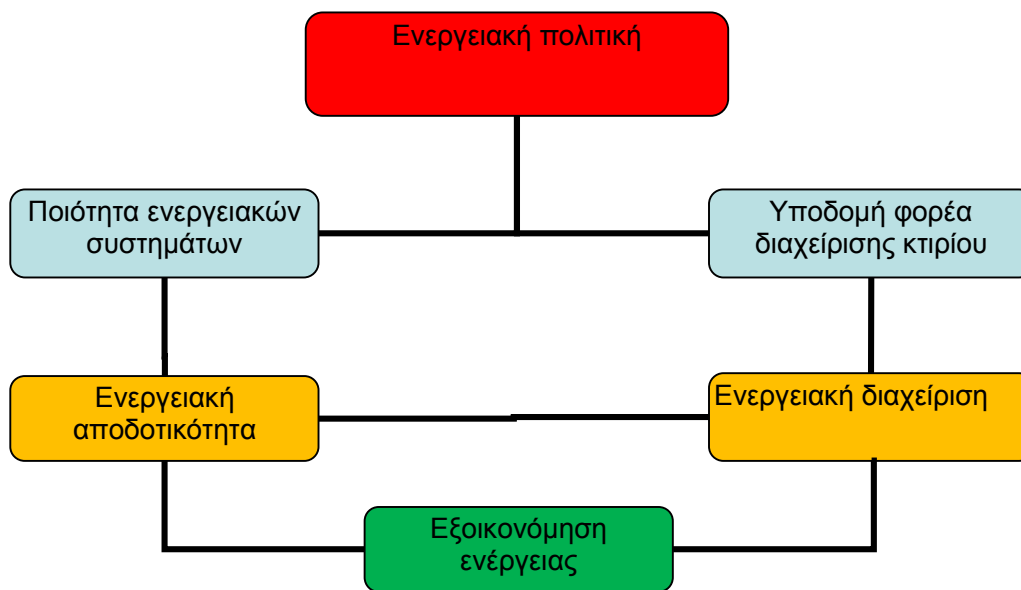
Τα κτίρια αποτελούσαν ανέκαθεν τον πιο λαίμαργο ενεργειακό καταναλωτή. Αυτό συμβαίνει διότι σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού που πραγματοποιούνται είναι χαμηλής ποιότητας, με αποτέλεσμα την υπερδιαστασιολόγηση των συστημάτων, συνεπώς και την υπερκατανάλωση ενέργειας.

Η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου, είναι μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.



### Οι δράσεις αυτές έχουν ως κριτήρια:

- Την οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Την διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών στα κτίρια.
- Την διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.
- Τον έλεγχο του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους και όχι απλά της καταναλισκόμενης ποσότητας καυσίμων.



Σχήμα 1.7: Παράγοντες εξοικονόμησης ενέργειας

Η ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή του ανθρώπου στα κτίρια ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, και συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού.

#### Βασικά εργαλεία στην διαχείριση της ενέργειας σε ένα κτίριο αποτελούν:

**α)** η ενεργειακή επιθεώρηση, κατά την οποία, με βάση στοιχεία παρελθόντων ετών αλλά και τακτικούς επιτόπιους ελέγχους, καθορίζονται οι ανάγκες σε ενέργεια, οι χρήσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας και τα αποδοτικότερα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας,

**β)** η ενεργειακή παρακολούθηση, κατά την οποία οργανώνεται, καταγράφεται και εξετάζεται η χρήση ενέργειας στο κτίριο, με έμφαση στο που και για ποιο σκοπό καταναλώνεται η ενέργεια και ποια είναι η κατάσταση των συστημάτων,

**γ)** η σωστή συντήρηση, κατά την οποία καθορίζονται οι διαδικασίες και τα διαστήματα συντήρησης των συστημάτων με βάση τις οδηγίες των κατασκευαστών και

**δ)** η εξοικονόμηση ενέργειας, κατά την οποία καθορίζονται τα δυνατά επίπεδα εξοικονόμησης ενέργειας και το αντίστοιχο κόστος, με βάση υπολογιστικά μοντέλα ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων σε σχέση με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις.

### **1.3.2 Πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίου**

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πρέπει να περιλαμβάνει:

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης.
- Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπου θα διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών (π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης δυναμικού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ.α.)
- Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
- Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων-αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τον φορέα διοίκησης-διαχείρισης.
- Έλεγχο της εφαρμογής ενός προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων (θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης) και συσκευών.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του χρήστη του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε.Δ. και σχετικά με την συμμετοχή του σε αυτό.
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσής τους μετά την κατασκευή με σκοπό την αξιολόγηση της ωφελιμότητάς τους.

## **1.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ**

### **1.4.1 Γενικά – Σκοπός**

Η «ενεργειακή επιθεώρηση» είναι όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας καταγραφής και εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν καθώς και των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτίριο ή κτιριακό συγκρότημα, με την υπόδειξη προτάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής επίδοσης των κτιρίων. Στοχεύει δηλαδή, στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω από το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτιρίου με βάση το οποίο θα γίνει ο προσδιορισμός και η αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα.

Ειδικά στην χώρα μας η ανάγκη για ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια του οικιακού και τριτογενούς τομέα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας είναι πολύ εμφανής. Η Ελλάδα λόγω της γοργής βελτίωσης του βιοτικού επιπέδου σε συνδυασμό με τις, μέτριας συχνά ποιότητας, κατασκευαστικές πρακτικές στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις των κτιρίων έχει άμεσα ανάγκη ένα ρεαλιστικό εθνικό πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας. Πράγμα που φανερώνεται και από το γεγονός ότι η χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και συσκευών καλύπτει ένα ποσοστό 30% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας, με μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης 4% από τα μέσα της δεκαετίας του 70.

Γενικά, ο σκοπός μιας τυπικής ενεργειακής επιθεώρησης είναι τριπλός:

- Η αποτίμηση της ποσότητας και του είδους της ενέργειας που καταναλώνεται ετησίως και ο σκοπός για τον οποίο καταναλώνεται. Αποτελεί δηλαδή, το βασικό μέρος μιας ενεργειακής μελέτης, όπου τεκμηριώνεται η υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση.
- Ο καθορισμός των περιοχών του κτιρίου ή των εγκαταστάσεων και των διαδικασιών, όπου η κατανάλωση ενέργειας κρίνεται υπερβολική ή η χρήση είναι μη αποδοτική. Εντοπίζει συνεπώς, τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό τη μείωση, την ανάκτηση ή την εξάλειψη των απωλειών ενέργειας που βρέθηκαν κατά την επιθεώρηση.
- Η λήψη των στοιχείων που απαιτούνται τόσο για την οικονομοτεχνική αξιολόγηση των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, όσο και για την προετοιμασία των σχετικών μελετών (υπολογισμοί, σχέδια, προδιαγραφές κλπ) για τις επεμβάσεις που θα προκριθούν για την τελική υλοποίηση.

#### **1.4.2 Στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης**

Ο ενεργειακός σχεδιασμός κτιρίων έχει ως στόχο την ποσοτική και ποιοτική βελτίωση χρήσης της ενέργειας για τη βέλτιστη λειτουργία των κτιρίων και την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού και ζεστού νερού χρήσης καθώς και την εξασφάλιση άνετων συνθηκών διαβίωσης.

Γενικότερα οι στόχοι της ενεργειακής επιθεώρησης είναι:

- Εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>.
- Βελτίωση ενεργειακής απόδοσης.
- Αύξηση χρόνου ζωής εξοπλισμού και συστημάτων.
- Βελτίωση εσωτερικής ποιότητας κτιρίων.
- Μακροπρόθεσμα οικονομικό όφελος.

Η εφαρμογή μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας, σε κτίρια και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, μπορεί να αποδώσει οφέλη στα τρία παρακάτω διακριτά επίπεδα:

- **Οικονομικά οφέλη**, τα οποία συμβάλλουν στη μείωση των λειτουργικών εξόδων ή στην αύξηση των κερδών της επιχείρησης. Αυτά πρέπει να αξιολογηθούν με βάση το κόστος της εφαρμογής των μέτρων ενεργειακής αποδοτικότητας.

- **Λειτουργικά οφέλη**, τα οποία βοηθούν τη διαχείριση μιας βιομηχανικής μονάδας ή ενός κτιρίου να βελτιώσει τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων της (ή των ενοίκων του κτιρίου) ή, διαφορετικά, να βελτιώσει τη γενικότερη λειτουργία της.
- **Περιβαλλοντικά οφέλη**, που αφορούν κυρίως τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub> ή και άλλων ρύπων (αέρια θερμοκηπίου), τη μείωση των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο και τη διατήρηση των φυσικών πόρων.

### 1.4.3 Ορισμός ενεργειακού επιθεωρητή

Ο ενεργειακός επιθεωρητής είναι ο υπεύθυνος για την διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων σε κτιριακά συγκροτήματα και θα πρέπει να είναι ανεξάρτητος από τις δραστηριότητες που επιθεωρεί. Οι προδιαγραφές που απαιτούνται για την καταλληλότητα του ενεργειακού επιθεωρητή εξαρτώνται από διάφορα κριτήρια, που εμπεριέχονται στη καθιέρωση μιας νέας κατηγορίας επιστημόνων, αυτής του διαπιστευμένου ενεργειακού επιθεωρητή (η οποία θα πρέπει να θεσμοθετηθεί). Προσόντα που λαμβάνονται υπόψη είναι το είδος του βασικού πτυχίου της ανώτερης ή ανώτατης σχολής, οι όποιες μεταπτυχιακές σπουδές ή σεμινάρια στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας, η πιστοποιημένη εργασιακή εμπειρία στο πεδίο των ενεργειακών συστημάτων κ.α. Υποχρεωτική θα πρέπει να θεωρείται επίσης μια εξειδικευμένη σεμιναριακή επιμόρφωση, από πιστοποιημένους φορείς, πάνω στην ενεργειακή επιθεώρηση και γενικότερα στις ενεργειακές μελέτες, ως απαραίτητη προϋπόθεση εγγραφής στα ειδικά μητρώα ενεργειακών επιθεωρητών.

### 1.4.4 Τύποι ενεργειακών επιθεωρήσεων

Όσον αφορά τους τύπους της ενεργειακής επιθεώρησης αναλόγως της πληρότητας των συλλεγόμενων στοιχείων, οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διακρίνονται σε τρεις τύπους:

- α) Την προκαταρκτική
- β) Την συνοπτική
- γ) Την εκτενής

**α) Προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση.** Για τη διαμόρφωση των στόχων, του αντικειμένου και των κριτηρίων της επιθεώρησης, ο επιθεωρητής διενεργεί προκαταρκτική ενεργειακή επιθεώρηση, με την οποία διαμορφώνεται μια πρώτη εικόνα της ενεργειακής κατάστασης και των προτεραιοτήτων της μονάδας.

Αυτή περιλαμβάνει:

- **Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας**, για την αναγνώριση των βασικών παραγωγικών δραστηριοτήτων, των στόχων του φορέα, την οργανωτική δομή και τα κύρια ενεργειακά μεγέθη.
- **Επίσκεψη και αυτοψία στις εγκαταστάσεις** για τον εντοπισμό των ενεργοβόρων δραστηριοτήτων.
- **Συλλογή βασικών πληροφοριών για το κτίριο** όπως τύπος κτιρίου, κατασκευή κελύφους, έτος κατασκευής.

- **Ενδεικτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας.**
- **Καθεστώς ενεργειακής διαχείρισης** και τυχόν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που έχουν ληφθεί ή σχεδιάζονται να ληφθούν.
- **Οριοθέτηση της καθαυτό ενεργειακής επιθεώρησης** (στόχοι - αντικείμενο - κριτήρια ενεργειακών επιθεωρήσεων).

**β) Συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση.** Είναι απαραίτητη σε κάθε αρχική προσπάθεια ενεργειακού ελέγχου. Στηρίζεται σε διαθέσιμα στοιχεία ή απλές μετρήσεις και υπολογισμούς, έτσι ώστε να μπορούν να εντοπιστούν οι κυριότερες δυνατότητες για νοικοκύρεμα και τεχνολογικό εκσυγχρονισμό. Περιλαμβάνει, πέραν και επιπλέον της προκαταρκτικής ενεργειακής επιθεώρησης:

- **Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας, αλλά και άλλα στελέχη** (χειριστές, συντηρητές, διαχειριστές λογιστήριο κλπ), ώστε να μπορεί ο επιθεωρητής να σχηματίσει πιο πλήρη εικόνα για την ικανότητα ενεργειακής διαχείρισης, τις ακολουθούμενες πρακτικές κλπ.
- **Συλλογή πρόσθετων πληροφοριών για το κτίριο**, όπως λεπτομέρειες κατασκευής του κελύφους, πιθανές προσθήκες ή ανακαινίσεις, σχέδια κ.α.
- **Αναλυτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας** του τελευταίου τουλάχιστον έτους (λογαριασμοί ρεύματος, τιμολόγια καυσίμων κ.α.).
- **Σύντομη αυτοψία στους χώρους του συγκροτήματος**, κατά τη διάρκεια της οποίας θα εντοπιστούν και θα καταγραφούν οι προφανείς περιπτώσεις ενεργειακής σπατάλης, πλημμελούς λειτουργίας ή συντήρησης, παρατηρήσεις ως προς τις δυνατότητες επεμβάσεων κλπ.
- **Προσεγγιστική ανάλυση των ενεργειακών μεγεθών**, με εκτίμηση των ενεργειακών αναγκών της μονάδας ανά τελική μορφή ενέργειας (ηλεκτρισμό, πετρέλαιο, υγραέριο κλπ). παράλληλα θα γίνει ένας πρώτος –πρόχειρος ενεργειακός επιμερισμός ανά τομέα χρήσης.
- **Αρχική αξιολόγηση επεμβάσεων και συγγραφή έκθεσης.** Ο επιθεωρητής προβαίνει σε μια πρώτη αξιολόγηση των επιμέρους επεμβάσεων, με γνώμονα κυρίως την προσδοκώμενη εξοικονόμηση και το ύψος της απαιτούμενης δαπάνης. Αναγράφονται με σαφήνεια οι επεμβάσεις άμεσης προτεραιότητας και όσες είναι τεχνοοικονομικά συμφέρουσες.
- **Οριοθέτηση της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης**, με προκαταρκτική αξιολόγηση προτεινόμενων επενδύσεων.

**γ) Εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση.** Η εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί να εκτελεστεί ανεξάρτητα, χωρίς να έχει προηγηθεί συνοπτική επιθεώρηση, αφού περιλαμβάνει όλα τα βήματα και στοιχεία της συνοπτικής, αλλά με περισσότερη ανάλυση και λεπτομέρεια. Στηρίζεται στα πλήρη υπάρχοντα στοιχεία αλλά και σε νέα μετρητικά δεδομένα και υπολογισμούς, έτσι ώστε να μπορούν να καταρτίσουν πλήρη ενεργειακά ισοζύγια. Με βάση τη λεπτομερή ενεργειακή ανάλυση θα γίνει εκτίμηση των μηνιαίων ή ετήσιων καταναλώσεων ενέργειας και στη συνέχεια ο εντοπισμός, η ιεράρχηση και η τεκμηρίωση όλων των επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Τα βήματα της εκτενούς ενεργειακής επιθεώρησης έχουν ως εξής:

- **Συνέντευξη με στελέχη της διοίκησης της μονάδας, αλλά και άλλα στελέχη** (επικεφαλής τμημάτων, χειριστές, συντηρητές, διαχειριστές, λογιστήριο, πιθανόν πελάτες κλπ), ώστε να μπορεί ο επιθεωρητής να σχηματίσει πλήρη εικόνα για την ενεργειακή διαχείριση της μονάδας, τις ακολουθούμενες πρακτικές, τις συνθήκες λειτουργίας κλπ.
- **Συλλογή λεπτομερών πληροφοριών για το κτίριο και τις εγκαταστάσεις**, όπως λεπτομέρειες κατασκευής του κελύφους, πιθανές προσθήκες ή ανακαινίσεις, σχέδια κτιρίου με τις εγκαταστάσεις, παραγωγική διαδικασία και στοιχεία οργάνωσης κ.α.
- **Αναλυτικά στοιχεία κατανάλωσης και κόστους ενέργειας**, τουλάχιστον των τριών τελευταίων ετών (λογαριασμοί ρεύματος, τιμολόγια καυσίμων κ.α.).
- **Αυτοψία στους χώρους του συγκροτήματος**, κατά τη διάρκεια της οποίας θα εντοπιστούν και θα καταγραφούν αναλυτικά οι επικρατούσες συνθήκες από άποψη ενεργειακής τροφοδοσίας και κατανάλωσης, στοιχεία που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, το καθεστώς λειτουργίας ή συντήρησης, παρατήρησης ως προς τις δυνατότητες επεμβάσεων κλπ.
- **Διεξαγωγή μετρήσεων για τη συλλογή πρόσθετων στοιχείων**. Οι μετρήσεις θα εκτελούνται με δοκιμή μεθοδολογία και τα κατάλληλα όργανα, ώστε να είναι κατά το δυνατόν αξιόπιστες. Θα πρέπει να γίνουν όλες εκείνες οι μετρήσεις που θα συμβάλλουν στον πλήρη και σωστό ενεργειακό επιμερισμό.
- **Υπολογισμός ισοζυγίων ενέργειας και ενεργειακός επιμερισμός**.

∅ Με τα ισοζύγια ενέργειας αποτυπώνονται οι εισροές ενέργειας σ' ένα ενεργειακό σύστημα, κατά τη διάρκεια μιας χρονικής περιόδου. Το σύστημα, μπορεί να είναι:

- α) Μια εγκατάσταση, μονάδα ή συσκευή.
- β) Μια συγκεκριμένη μορφή ενέργειας (π.χ. ηλεκτρική, καύσιμο κλπ).
- γ) Ένα κτιριακό συγκρότημα.

Τα ισοζύγια ενέργειας συντάσσονται συνήθως ανά μήνα, αλλά μπορεί να γίνει ομαδοποίηση ορισμένων μηνών (π.χ. σε χειμερινούς – θερινούς – ενδιάμεσους) ή και για όλο το έτος.

∅ Ο ενεργειακός επιμερισμός, δηλ. η κατανομή της κάθε μορφής εισερχόμενης – καταναλισκόμενης τελικής ενέργειας στις επιμέρους χρήσεις του συστήματος (στην προκειμένη περίπτωση ένα κτίριο), αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα τμήματα της ενεργειακής επιθεώρησης. Με βάση κυρίως τα αποτελέσματα του ενεργειακού επιμερισμού θα αξιολογηθούν οι τυχόν παρεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης του συστήματος

#### **1.4.5 Διενέργεια μιας ενεργειακής επιθεώρησης**

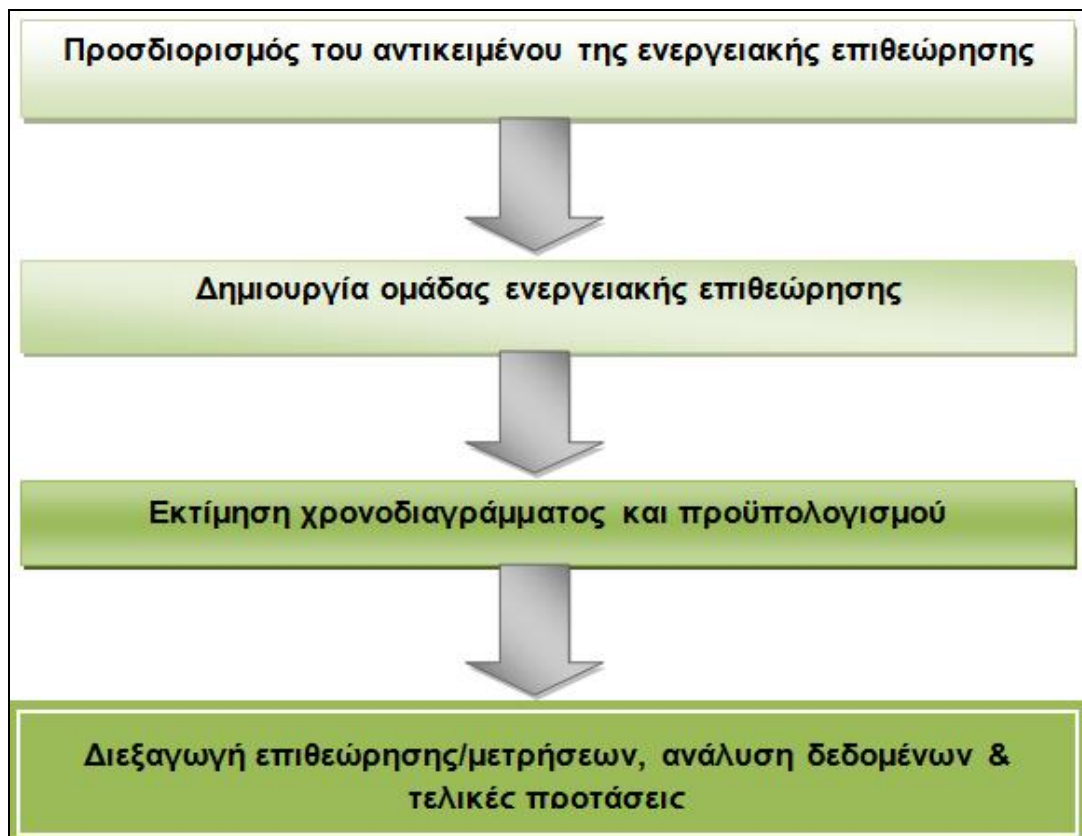
Η ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να διενεργείται από κατάλληλα άτομα που έχουν εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις σε θέματα κτιριακών συστημάτων και συγκεκριμένα σε θέματα που αφορούν στις εγκαταστάσεις εξοπλισμού θέρμανσης, αερισμού και κλιματισμού, εγκαταστάσεις φωτισμού και κάθε άλλη κτιριακή εγκατάσταση. Αυτά τα άτομα αναφέρονται ως «ενεργειακοί επιθεωρητές».

Ο αριθμός των ενεργειακών επιθεωρητών και ο χρόνος που απαιτείται για μια επιθεώρηση εξαρτάται από το αντικείμενο και το σκοπό της επιθεώρησης. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, ο ενεργειακός επιθεωρητής χρειάζεται βοήθεια και συνεργασία από το προσωπικό της επιχείρησης που ασχολείται με τις συσκευές τελικής χρήσης, τη συντήρηση, τη λειτουργία τους κτλ.

Προκειμένου να αποκτήσουν καλύτερη γνώση του κτιρίου και των ενεργοβόρων συστημάτων, η ομάδα των επιθεωρητών πρέπει να συλλέξει πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού και των συστημάτων. Οι αποδόσεις τους πρέπει να προσδιοριστούν με τον έλεγχο των αρχείων συντήρησης και λειτουργίας, με επιτόπια επιθεώρηση και με τη διεξαγωγή μετρήσεων.

Στη συνέχεια η ομάδα των Επιθεωρητών θα προσδιορίσει τα πεδία που μπορούν να βελτιωθούν και θα συντάξει έκθεση ενεργειακής επιθεώρησης με τα αποτελέσματα της επιθεώρησης, για λόγους τήρησης αρχείου αλλά και για εφαρμογές που θα ακολουθήσουν.

Στο παρακάτω σχεδιάγραμμα ροής φαίνονται τα αρχικά στάδια για την διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης, Σχ 1.8.



**Σχήμα 1.8:** Διάγραμμα ροής για τη διεξαγωγή μιας ενεργειακής επιθεώρησης

#### 1.4.6 Περιγραφή της γενικής διαδικασίας μιας ενεργειακής επιθεώρησης

Η ενεργειακή επιθεώρηση αναλύεται σε 3 στάδια:

**1<sup>ο</sup> Στάδιο :** Σχεδιασμός ενεργειακής επιθεώρησης – συλλογή πρωτογενών στοιχείων και προκαταρκτική ανάλυση ενεργειακών δεδομένων. Στο στάδιο αυτό συλλέγονται δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και την χρήση του κτιρίου – μονάδας. Από τα υπάρχοντα στοιχεία (λογαριασμούς, τιμολόγια καυσίμων κ.α.) και από την επαφή με τους τεχνικούς και διοικητικούς υπεύθυνους του κτιρίου – μονάδας συμπληρώνεται από τον επιθεωρητή ένα δομημένο συνοπτικό έντυπο – ερωτηματολόγιο.

Μέσω της προκαταρκτικής ανάλυσης των συλλεχθέντων δεδομένων διαμορφώνεται το ενεργειακό προφίλ και τελικά εκφράζεται το γενικό ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου – μονάδας.

Στο τέλος αυτού του σταδίου ο επιθεωρητής μπορεί να συντάξει ένα πρώτο κατάλογο με τις πιθανές δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου.

**2<sup>ο</sup> Στάδιο :** Επιτόπια συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση. Στο στάδιο αυτό πραγματοποιείται επιτόπιος, ποιοτικός κυρίως, έλεγχος του κελύφους και των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου και η καταγραφή σε ειδικό έντυπο των κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων.

Μέσω αυτών των στοιχείων και του προηγούμενου σταδίου προσδιορίζονται οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας με μέτρα νοικοκυρέματος, καθώς και οι επεμβάσεις χαμηλού κόστους και άμεσης εφαρμογής που προτείνονται για υλοποίηση, χωρίς απαίτηση ενεργειακής μελέτης.

**3<sup>ο</sup> Στάδιο :** Επιτόπια εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση. Στο τελευταίο αυτό στάδιο συλλέγονται (μέσω επιτόπιων αναλυτικών μετρήσεων) και αναλύονται (με αξιόπιστες μεθόδους) τα διάφορα στοιχεία και δεδομένα, ώστε να γίνει δυνατή η σύνταξη του πλήρους τελικού ενεργειακού ισοζυγίου, αλλά και η ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης μέσω σχετικής ειδικής μελέτης.

Η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης ολοκληρώνεται με μια συνοπτική ή εκτενή τεχνοοικονομική έκθεση που συντάσσει ο επιθεωρητής, όπου εμφανίζει ιεραρχημένες όλες τις προτάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας ή παρουσιάζει τις δυνατότητες της ένταξης νέων εναλλακτικών ενεργειακών τεχνολογιών, που θα μπορούν να μειώσουν σημαντικά είτε την κατανάλωση ενέργειας στο κτίριο – μονάδα είτε τη ρύπανση στο περιβάλλον.



# Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 2<sup>ο</sup>

## 2 ΕΘΝΙΚΗ – ΚΟΙΝΟΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ [5 – 9]

### 2.1 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, ήδη από το 1993, με την Οδηγία **SAVE 93/76/ΕΟΚ** έχει δώσει προτεραιότητα στην αύξηση της Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων στα Κράτη Μέλη.

Παράλληλα με το Πρωτόκολλο του Κιότο (1997) για την Κλιματική Αλλαγή, για την Ενέργεια και το Περιβάλλον, η Ευρωπαϊκή Ένωση δεσμεύτηκε να παρουσιάσει για την περίοδο 2008-2012 μείωση κατά 8% των εκπομπών των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου σε σχέση με αυτές του 1990.

Σύμφωνα με την επίσημη πολιτική της Ευρωπαϊκής Ένωσης η διαχείριση της ενέργειας στις τελικές της χρήσεις αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες της βιώσιμης ανάπτυξης από περιβαλλοντική, οικονομική και αναπτυξιακή άποψη, όπως αυτή έχει εκφρασθεί:

- α) με την Πράσινη Βίβλο για την Ασφάλεια του Ενεργειακού Εφοδιασμού (2000)**
- β) με την Πράσινη Βίβλο για την Ενεργειακή Απόδοση COM (2005) -265.**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας στα κτίρια ως θέμα μεγάλης προτεραιότητας και έχει εκδώσει τις ακόλουθες οδηγίες :

**1) Οδηγία 2002/91/ΕΚ** για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των Κτιρίων (EPBD) και η οποία :

1. Εισάγει συστήματα πιστοποίησης για νέα και υφιστάμενα κτίρια και, σε δημόσια κτίρια, επιβάλλει τοιχοκόλληση των πιστοποιητικών και άλλων σχετικών πληροφοριών.
2. Ρυθμίζει ζητήματα σχετικά με την επιθεώρηση των κτιρίων.
3. Προβλέπει τα απαιτούμενα προσόντα για τεχνικούς και επιθεωρητές.
4. Προβλέπει ελάχιστα πρότυπα ενεργειακής απόδοσης τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα κτίρια, σε περίπτωση που υποβάλλονται σε μεγάλης κλίμακας ανακαίνιση.
5. Καθορίζει κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ολοκληρωμένης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων καθώς στηρίζεται στα ακόλουθα πρότυπα:
  - Ø **PG-N37** Πρότυπο υποστήριξης της ενεργειακής απόδοσης της οδηγίας κτηρίων.
  - Ø **EN 15193-1** Μέρος 1: Ενεργειακή εκτίμηση αναγκών φωτισμού.
  - Ø **EN 15217** Μέθοδοι της ενεργειακής απόδοσης και πιστοποίησης των κτηρίων
  - Ø **EN 15243** Υπολογισμός για τον εξαιρεισμό κτηρίων

- Ø **EN ISO 13786:2005 και EN ISO 13789** Αναθεώρηση των προτύπων υπολογισμού της μετάδοσης θερμότητας στα κτίρια
- Ø **EN ISO 13790** Ενεργειακή απόδοση κτηρίων στην θέρμανση χώρου και την ψύξη
- Ø **EN15316-3** Μέρος 3 Ενεργειακή εκτίμηση αναγκών σε ζεστό νερό

**2) Οδηγία 89/106/ΕΚ**, η οποία αφορά την προσέγγιση των νομοθετικών, κανονιστικών και νομοθετικών διατάξεων που αφορούν τα δομικά προϊόντα, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

**3) Οδηγία 2003/54/ΕΚ** : Οδηγία για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας.

**4) Οδηγία 2003/55/ΕΚ** : Οδηγία για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου.

**5) Οδηγία 2004/8/ΕΚ** : Οδηγία για την προώθηση της συμπαραγωγής.

**6) Οδηγία 2005/32/ΕΚ**, η οποία αφορά κυρίως το θεσμικό πλαίσιο για τον καθορισμό απαιτήσεων οικολογικού σχεδιασμού όσον αφορά τα προϊόντα που καταναλώνουν ενέργεια, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

## 2.2 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗ ΕΛΛΑΔΑ

Η Ελλάδα επηρεαζόμενη από τις διεθνείς και κυρίως στις ευρωπαϊκές προδιαγραφές δημιούργησε διαχρονικά (σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων) τους ακόλουθους νόμους:

**1) Νόμος 362 / 4.7.79:** το 1978 έκανε μια σοβαρή προσπάθεια περιορισμού της κατανάλωσης ενέργειας με τον σχετικό Κανονισμό Θερμομόνωσης.

**2) Νόμος 142 (I) /2006:** Ρύθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και τέθηκε εν μέρει σε ισχύ από την 21η Δεκεμβρίου 2007.

- **Οδηγία 2006/32/ΕΚ**, η οποία αφορά κυρίως το θεσμικό πλαίσιο χρηματοδότησης, κινήτρων και εργαλείων, για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες.

Βασικά θέματα που αναλύει ο νόμος 142 (I) /2006 είναι :

1. Εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση νέων κτιρίων.
2. Εφαρμογή ελάχιστων απαιτήσεων για την ενεργειακή απόδοση κτιρίων μεγαλύτερων των 1000τ.μ. τα οποία υφίστανται ριζική ανακαίνιση.
3. Καθορισμός μεθοδολογίας για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων
4. Ενεργειακή Πιστοποίηση των Κτιρίων κατά την κατασκευή, πώληση ή ενοικίαση-Καθιέρωση τακτικής επιθεώρησης λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού-Αξιολόγηση εγκαταστάσεων θέρμανσης παλαιότερων των 15 ετών.
5. Σε όλα τα νεοαναγειρόμενα κτίρια μεγαλύτερα των 1000τ.μ. πρέπει να γίνεται τεχνοοικονομική και περιβαλλοντική μελέτη σκοπιμότητας για εγκατάσταση εναλλακτικών ενεργειακών συστημάτων.

6. Εφαρμόζονται μέγιστοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U$  και μετρώνται σε  $W/m^2hK^{\circ}$  (παλαιότερα συμβολίζονταν με  $k$  kcal/m<sup>2</sup>C<sup>ο</sup>), για όλα τα οικοδομικά στοιχεία του κελύφους (εξωτερικοί τοίχοι συμπεριλαμβανομένων στοιχείων της φέρουσας κατασκευής, στέγες, οροφές, ανοίγματα) για παράδειγμα:
- Εξωτερικοί τοίχοι και στοιχεία της φέρουσας κατασκευής του κτιρίου που συνιστούν μέρος του κελύφους  $U \leq 0,85 W/m^2K$ .
  - Εξωτερικά οριζόντια δομικά στοιχεία  $U \leq 0,75 W/m^2K$ .
  - Δάπεδα υπερκείμενα κλειστού μη θερμαινόμενου ή ημιυπόγειου χώρου  $U \leq 2,00 W/m^2K$ .
  - Εξωτερικά κουφώματα  $U \leq 3,8 W/m^2K$ .

**3) Νόμος 3661/2008** (ΦΕΚ 89<sup>Α</sup> 3661 /19-5-2008) : Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

Όπου τροποποιήθηκε:

- με το άρθρο 10 του **Νόμου 3851/2010** «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής». Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m<sup>2</sup> για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά. Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ) από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης».
- με το άρθρο 28 του **Νόμου 3889/2010** «Χρηματοδότηση Περιβαλλοντικών Παρεμβάσεων, Πράσινο Ταμείο, Κύρωση Δασικών Χαρτών και άλλες διατάξεις»

Με τον νόμο αυτό η Ελλάδα εναρμονίζεται με την Ευρωπαϊκή οδηγία **2002/91/ΕΚ**  
Ο νόμος αυτός περιλαμβάνει 2 βασικά σχέδια :

1. Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.).
2. Σχέδιο Π.Δ. για τη θεσμοθέτηση του Σώματος Ενεργειακών Επιθεωρητών.

Αναλυτικότερα :

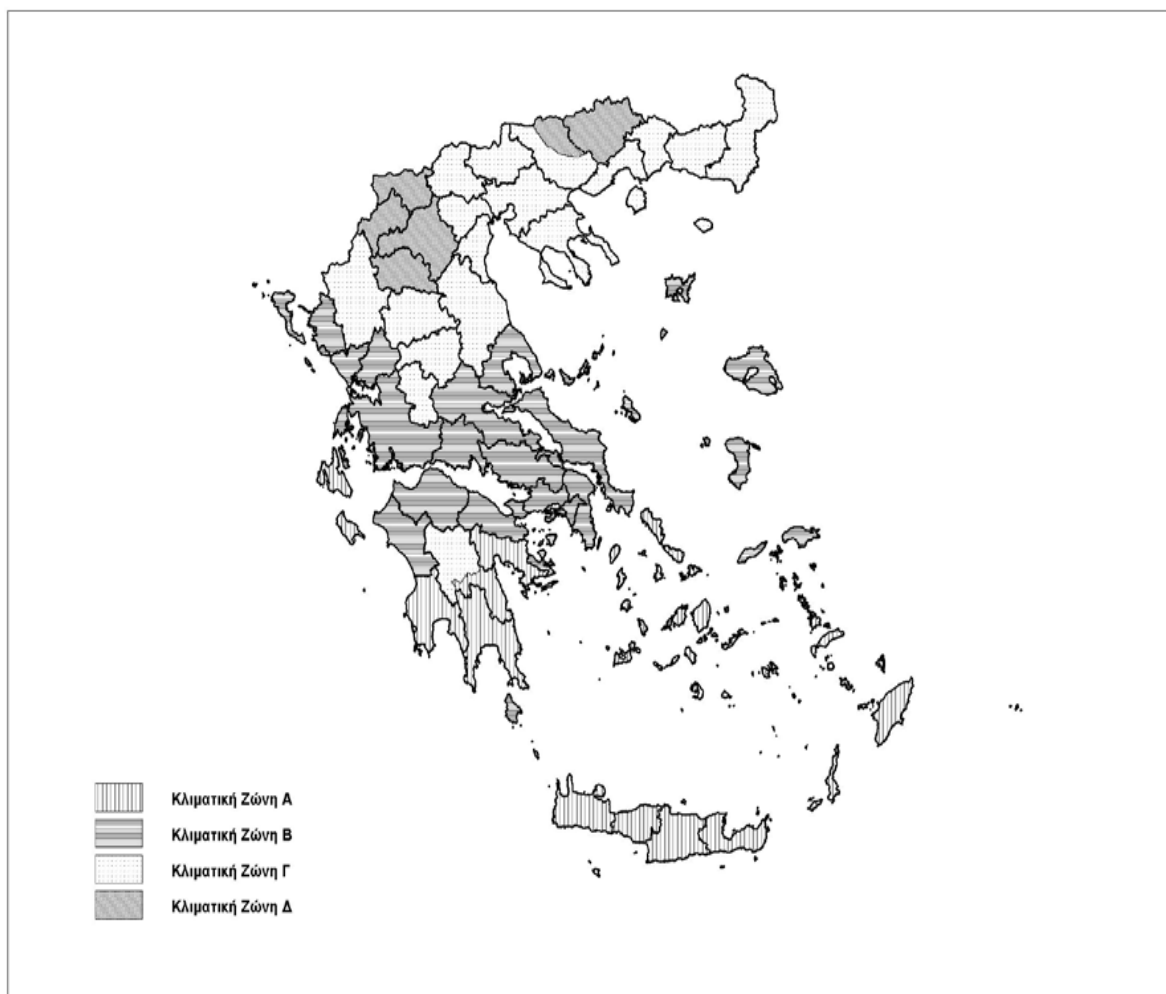
- Καθορίζεται η γενική δομή του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων – Κ.ΕΝ.Α.Κ.
- Όλα τα Νέα Κτίρια και τα Υφιστάμενα Κτίρια που υπόκεινται σε ριζική ανακαίνιση, πρέπει να πληρούν τις Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης.
- Για τα νέα και υπό ανακαίνιση κτίρια με επιφάνεια άνω των 1000 τ.μ. υποβάλλεται στην πολεοδομία Ενεργειακή Μελέτη.
- Για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης. Πιστοποιητικό

εκδίδεται επίσης κατά την μίσθωση ή πώληση κτιρίων και ισχύει κατά ανώτατο όριο 10 χρόνια.

- Τακτική επιθεώρηση λεβήτων τουλάχιστον κάθε 5 χρόνια για συστήματα με ισχύ από 20 έως 100kW & τουλάχιστον κάθε 2 χρόνια για ισχύ άνω των 100kW και κάθε 4 χρόνια για αέριο καύσιμο. Σύνταξη έκθεσης και συστάσεις.
- Τακτική επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού τουλάχιστον κάθε 5 έτη για συστήματα με ισχύ άνω των 12 kW.
- Τα προσόντα και η διαδικασία χορήγησης άδειας στους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, η αμοιβή, η διαδικασία ελέγχου χορήγησης άδειας, κ.α., θα καθορίζονται βάσει διατάγματος το οποίο θα εκδοθεί από τα συναρμόδια υπουργεία.

Συγκεκριμένα στο άρθρο 3 του νόμου περιγράφεται η γενική δομή του ΚΕΝΑΚ, στον οποίο καθορίζονται:

- Η Μέθοδος Υπολογισμού της Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων .
- Οι Ελάχιστες Απαιτήσεις Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων, (τιμές αναφοράς ή κτίριο αναφοράς).
- Ο τύπος και τα περιεχόμενα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων.
- Οι αρμόδιοι για την εκπόνηση της Ενεργειακής Μελέτης.
- Η Διαδικασία Επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- Ο τύπος και τα περιεχόμενα του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης.
- Η διαδικασία έκδοσής του, ο έλεγχος αυτής και το ύψος δαπάνης.
- Οι παράμετροι που θα λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς όπως: τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιριακού κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου, τα κλιματικά δεδομένα και οι εσωτερικές συνθήκες.
- Οι Τεχνολογίες ΑΠΕ των οποίων η θετική επίδραση θα συνεκτιμάται στην Ενεργειακή Απόδοση του κτιρίου.
- Καθορισμός των κλιματικών ζωνών και των κλιματολογικών δεδομένων Σχ. 2.1, όπου η χώρα διαιρείται σε τέσσερις Ζώνες Θερμομονωτικών Απαιτήσεων Α, Β, Γ, και Δ με κριτήριο τόσο την θερμοκρασία του εξωτερικού αέρος κατά την διάρκεια του χειμώνα, όσον και την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.



**Σχήμα 2.1:** Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας

Στον ακόλουθο Πίν. 2.1 δίνονται οι πόλεις όπου υπάγονται στις 4 Ζώνες.

**Πίνακας 2.1:** Περιοχές της Ελλάδος ανά Ζώνη Θερμομονωτικών Απαιτήσεων

	<b>ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΝΑ ΖΩΝΗ</b>
<b>ΖΩΝΗ Α</b>	Κρήτη, Κυκλάδες, Δωδεκάνησα, Σάμος, Μεσσηνία, Λακωνία, Αργολίδα, Ζάκυνθο, Κεφαλονιά, Ιθάκη.
<b>ΖΩΝΗ Β</b>	Κορινθία, Ηλείας, Αχαΐα, Αιτωλοακαρνανία, Φθιώτιδα, Φωκίδας, Βοιωτία, Αττική, Εύβοια, Μαγνησία, Σποράδες, Λέσβος, Χίος, Κέρκυρα, Λευκάδα, Θεσπρωτία, Πρέβεζα, Άρτα.
<b>ΖΩΝΗ Γ</b>	Αρκαδία, Ευρυτανία, Ιωάννινα, Λάρισα, Καρδίτσα, Τρίκαλα, Πιερία, Ημαθία, Πέλλα, Θεσσαλονίκη, Κιλκίς, Χαλκιδική, Σέρρες, Καβάλα, Δράμα, Θάσος, Σαμοθράκη, Ξάνθη, Ροδόπη, Έβρος.
<b>ΖΩΝΗ Δ</b>	Γρεβενά, Κοζάνη, Καστοριά, Φλώρινα.

Για κάθε ζώνη καθορίζεται και ένας διαφορετικός συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  σε κάθε δομικό στοιχείο με βάση τον ακόλουθο Πίν. 2.2.

**Πίνακας 2.2:** Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων, για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	ΣΥΜΒΟΛΟ	Συντελεστής θερμοπερατότητας $U$ [ $W/m^2 \cdot K$ ]			
		ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ			
		A	B	Γ	Δ
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	$U_D$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_W$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	$U_{DL}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	$U_G$	1,20	0,9	0,75	0,70
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	$U_{WE}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κλπ)	$U_F$	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	$U_{GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

Στα άρθρα 5 και 6 του νόμου καθορίζονται οι ελάχιστες απαιτήσεις σε όλα τα κτίρια νέα και παλαιά.

Στο άρθρο 7 του νόμου καθορίζεται η Ενεργειακή Πιστοποίηση για όλα τα κτίρια και θα έχει ισχύ το πολύ 10 χρόνια και θα περιλαμβάνει συστάσεις για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης σε σχέση με το κόστος.

#### 4) Νόμος 3734 / 2009 (αρθ. 27α)

- Πεδίο Εφαρμογής και Προοπτικές.
- Κίνητρα και Χρηματοδοτικά Εργαλεία.

#### 5) ΚΥΑ 4ης Ιουνίου 2009 (ΦΕΚ Β 1079/4.6.2009)

Αφορά το Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης ΦΒΣ σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων. Το Πρόγραμμα αφορά στην εγκατάσταση συστημάτων μέχρι 10 kWp σε κατοικίες και πολύ μικρές επιχειρήσεις, στο

Ηπειρωτικό Σύστημα και στα Διασυνδεδεμένα Νησιά και εφαρμόζεται από την 1η Ιουλίου 2009.

**6) το Προεδρικό Διάταγμα 100/2010** «Ενεργειακοί Επιθεωρητές Κτιρίων, Λεβήτων και Εγκαταστάσεων Θέρμανσης και Εγκαταστάσεων κλιματισμού»

**7) Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/2010** «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)Έ(ΦΕΚ Β΄ 407).

Βασικότερες ρυθμίσεις:

- Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.
- Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

**8)Υπουργική Απόφαση Αριθ. οικ.17178/2010** «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων».

Οι παρακάτω Τεχνικές οδηγίες του ΤΕΕ, είναι:

**α)** ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»

**β)** ΤΟΤΕΕ 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων»

**γ)** ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010 «κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών»

**δ)** ΤΟΤΕΕ 20701-4/2010 «οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

# Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 3<sup>ο</sup>

## 3 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ [2-3,10, 19-28]

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας διακρίνονται σε επεμβάσεις μηδενικού κόστους ή ελάχιστου, κόστους γνωστές ως επεμβάσεις νοικοκυρέματος και σε επεμβάσεις μεσαίου ή μεγάλου κόστους.

### 3.1 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΗΔΕΝΙΚΟΥ Η ΕΛΕΧΙΣΤΟΥ ΚΟΣΤΟΥΣ

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις μηδενικού ή ελάχιστου κόστους στα διάφορα ενεργειακά συστήματα ενός κτιρίου είναι: α) στη θέρμανση, β) στην ψύξη, γ) ζεστό νερό χρήσης, δ) στο φωτισμό και ε) στις ηλεκτρικές συσκευές.

#### α) Θέρμανση

1. Ρυθμίστε τον θερμοστάτη σε χαμηλότερη θερμοκρασία το βράδυ ή όταν απουσιάζετε για αρκετές ώρες. Για κάθε βαθμό που χαμηλώνετε τον θερμοστάτη εξοικονομείτε 1-2% θερμικής ενέργειας.
2. Αν το σπίτι έχει αυτόνομη θέρμανση, ρύθμιση του θερμοστάτη στους 20°C. Για κάθε βαθμό μείωσης (το χειμώνα) ή αύξησης (το καλοκαίρι) του θερμοστάτη επιτυγχάνεται 7-10% εξοικονόμηση ενέργειας.
3. Ανοίξτε τις κουρτίνες και τα σκίαστρα στα νότια παράθυρα στην διάρκεια της ημέρας για τον ηλιασμό των εσωτερικών χώρων και τη μείωση των θερμικών φορτίων. Αντίθετα, τις βραδινές ώρες τα κλειστά εξωτερικά παραθυρόφυλλα και οι κλειστές κουρτίνες μειώνουν την ακτινοβολία από τα ψυχρά τζάμια προς τον εσωτερικό χώρο.
4. Κλείστε την πεταλούδα της καμινάδας του τζακιού όταν δεν το χρησιμοποιείτε.
5. Αερίστε τους εσωτερικούς χώρους όταν δεν λειτουργεί το σύστημα θέρμανσης. Καλύτερα τις πρωινές ώρες.
6. Αεροστεγανώστε τα κουφώματα με τις ειδικές ταινίες ή με την κατάλληλη συντήρηση. Έτσι μειώνετε τις απώλειες θερμότητας και βελτιώνετε τις συνθήκες θερμικής άνεσης.
7. Εξαερώστε τα σώματα του καλοριφέρ. Έτσι βελτιώνεται η απόδοση θέρμανσης των σωμάτων.



8. Συντηρείστε την εγκατάσταση θέρμανσης στο τέλος του χειμώνα. Έτσι βελτιώνεται η απόδοση, μειώνεται η κατανάλωση καυσίμων και η ρύπανση της ατμόσφαιρας, ενώ ο εξοπλισμός έχει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.
9. Εγκαταστήστε θερμοστάτες χώρου εάν έχετε μονοκατοικία. Σε πολυκατοικίες πρέπει να γίνει ταυτόχρονα και εγκατάσταση θερμοδομετρητών. Έτσι βελτιώνονται οι συνθήκες άνεσης και μειώνεται η κατανάλωση.
10. Απομονώστε τους χώρους που δεν χρησιμοποιούνται ρυθμίζοντας τον διακόπτη στα σώματα του καλοριφέρ.
11. Αντικαταστήστε το παλιό σύστημα θέρμανσης με ένα νέο ενεργειακά αποδοτικό σύστημα από αξιόπιστη εταιρεία με πιστοποίηση. Είναι αποδοτικότερη η χρήση συστημάτων θέρμανσης με φυσικό αέριο.
12. Επιλέξτε συστήματα θέρμανσης με υψηλή απόδοση, σύμφωνα με την ενεργειακή σήμανση του εξοπλισμού.

## **β) Ψύξη**

1. Χρησιμοποιήστε κατάλληλη ηλιοπροστασία περιορίζοντας τα ηλιακά κέρδη και κατά συνέπεια τα ψυκτικά φορτία.
2. Περιορίστε τον φυσικό αερισμό όταν η εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ υψηλή. Ο νυχτερινός αερισμός των εσωτερικών χώρων, μειώνει τα ψυκτικά φορτία.
3. Χρησιμοποιήστε ανεμιστήρες οροφής για να βελτιώσετε την αίσθηση θερμικής άνεσης και να μειωθούν τα ψυκτικά φορτία.
4. Διατηρείστε τον θερμοστάτη του κλιματιστικού στους 25-26°C. Η χαμηλότερη θερμοκρασία στους χώρους οδηγεί σε συνθήκες μη θερμικής άνεσης και αυξάνει το λειτουργικό κόστος.
5. Ρυθμίστε τον ανεμιστήρα του κλιματιστικού σε χαμηλές ταχύτητες όταν υπάρχει υψηλή υγρασία.
6. Εξετάστε τη δυνατότητα εγκατάστασης ηλιακού κλιματισμού.
7. Επιλέξτε κλιματιστικά με υψηλή ενεργειακή απόδοση, σύμφωνα με την ενεργειακή σήμανση του εξοπλισμού, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας κατά 20-50%. Κάθε κλιματιστικό συνοδεύεται από φυλλάδιο με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων.
8. Επιβάλλεται κάθε 2-3 χρόνια να κάνουμε πλήρη συντήρηση των κλιματιστικών μας, περιλαμβανομένης και της εξωτερικής μονάδας.

### **γ) Ζεστό νερό**

1. Μειώστε την κατανάλωση νερού κάνοντας ντους αντί για μπάνιο. Περιορίστε την συνεχή ροή.
2. Περιορίστε την κατανάλωση ζεστού νερού στο πλύσιμο πιάτων και ρούχων.
3. Χρησιμοποιείτε ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ζεστού νερού. Έτσι μειώνεται η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας και η έκλυση αερίων ρύπων. Η ετήσια παραγωγή θερμικής ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες για την Ελλάδα ανέρχεται σε 400-500 kWh/m<sup>2</sup>.
4. Ένας ηλιακός θερμοσίφωνας καλής ποιότητας, τοποθετημένος σε σωστή θέση, μπορεί να λύσει το πρόβλημα του ζεστού νερού χρήσης για 6 μήνες τουλάχιστον (Μάιος-Οκτώβριος). Μπορεί επίσης να τροφοδοτεί το πλυντήριο ρούχων και πιάτων με ζεστό νερό, εφόσον τα πλυντήρια αυτά είναι του τύπου Hot Fill (διπλής παροχής, για ζεστό και κρύο νερό)
5. Η θέρμανση νερού χρήσης με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα είναι καθαρή σπατάλη. Είναι πολύ προτιμότερο να εγκαταστήσουμε ένα μπόιλερ με εναλλάκτη στο λεβητοστάσιο, που να ζεσταίνεται από τον λέβητα (πετρελαίου ή φυσικού αερίου) ή από τον ηλιακό θερμοσίφωνα.
6. Αν επιλέξετε ηλεκτρικό θερμοσίφωνα πρέπει να διαλέξετε έναν κατακόρυφου τύπου, με χωρητικότητα ανάλογα με τις πραγματικές σας ανάγκες.
7. Ρυθμίστε την θερμοκρασία του θερμοσίφωνα στους 45-50°C, αντί για 60°C.

### **δ) Φωτισμός**

1. Εκμεταλλευτείτε τον φυσικό φωτισμό.
2. Εγκαταστήστε λαμπτήρες εξοικονόμησης ενέργειας (συμπαγείς φθορισμού και μεταλλικών αλογονιδίων).
3. Σβήστε τα φώτα στους χώρους που δεν χρησιμοποιείτε.
4. Αποφύγετε την χρήση τοπικού φωτισμού (spot) με λαμπτήρες ιωδίνης ή πυρακτώσεως.
5. Περιορίστε τον αριθμό των λαμπτήρων και τις ώρες λειτουργίας του εξωτερικού φωτισμού.
6. Τοποθετήστε χρονοδιακόπτες για την λειτουργία του φωτισμού στους κοινόχρηστους και εξωτερικούς χώρους, ή αισθητήρια ελέγχου κίνησης σε χώρους με περιοδική χρήση.

## **ε) Ηλεκτρικές συσκευές**

### **Ø Ψυγείο/Καταψύκτης**

1. Προτιμήστε συσκευές ενεργειακής κατηγορίας A με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.
2. Ελέγξτε την απόψυξη, εάν δεν είναι αυτόματη, για να μην μαζεύεται πάγος πάνω από 0,5 cm.
3. Ελέγξτε το λάστιχο περιμετρικά της πόρτας του ψυγείου και του καταψύκτη και το ότι η πόρτα κλείνει ερμητικά. Η υπερφόρτωση της πόρτας χαλάει την στεγανότητα.
4. Αποφύγετε την υπερφόρτωση του θαλάμου συντήρησης για να διευκολύνεται η κυκλοφορία του αέρα.
5. Αποφύγετε την τοποθέτηση του ψυγείου και του καταψύκτη κοντά σε πηγές θερμότητας (π.χ. καλοριφέρ), σε εντοιχισμένους χώρους ή την έκθεσή του στην ηλιακή ακτινοβολία, γιατί επιβαρύνουν την λειτουργία του.
6. Τα ψυγεία και οι καταψύκτες καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας (περίπου 18% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας των νοικοκυριών) γιατί λειτουργούν σχεδόν σε συνεχή βάση. Πρέπει λοιπόν να προσέχουμε πως τα χρησιμοποιούμε : Πχ. Να ρυθμίζουμε το ψυγείο στους 5 – 6 °C, ενώ τον καταψύκτη στους -18°C (αν δεν έχουν βαθμονόμηση σε βαθμούς Κελσίου, να τα ρυθμίζουμε στη δεύτερη σκάλα ψύξης και όχι στο μέγιστο).

### **Ø Πλυντήριο/Στεγνωτήριο ρούχων**

1. Προτιμήστε συσκευές ενεργειακής κατηγορίας A με χαμηλότερη ενεργειακή κατανάλωση, που έχουν δυνατότητα ρύθμισης της κατανάλωσης νερού. Επιλέξτε πλυντήρια με ξεχωριστή παροχή ζεστού και κρύου νερού για πιθανή χρήση ζεστού νερού από τους ηλιακούς συλλέκτες ή άλλο σύστημα υψηλής απόδοσης θέρμανσης νερού.
2. Ρυθμίστε τη θερμοκρασία πλύσης από τους 60°C στους 35°C, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας κατά 25%. Περίπου το 60% της ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση του νερού. Τα σύγχρονα απορρυπαντικά είναι αποτελεσματικά και στις χαμηλές θερμοκρασίες.
3. Επιλέξτε μικρό κύκλο πλύσης για ρούχα που δεν είναι ιδιαίτερα βρώμικα, και συνεπώς χαμηλή κατανάλωση νερού.
4. Χρησιμοποιείτε το πλυντήριο όταν είναι γεμάτο, χωρίς όμως να το υπερφορτώνετε. Η υπερφόρτωση μικραίνει την διάρκεια ζωής του κινητήρα της συσκευής.

5. Αποφύγετε τη χρήση στεγνωτηρίων ρούχων που είναι πολύ ενεργοβόρες συσκευές.
6. Καθαρίστε το φίλτρο αέρα των στεγνωτηρίων μετά από κάθε χρήση.
7. Χρησιμοποιείτε το στεγνωτήριο όταν είναι γεμάτο, χωρίς όμως να το υπερφορτώνετε.

#### **∅ Πλυντήριο πιάτων**

1. Προτιμήστε πλυντήρια ενεργειακής κατηγορίας A με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας, που έχουν δυνατότητα ρύθμισης της κατανάλωσης νερού.
2. Επιλέξτε χαμηλή θερμοκρασία νερού πλύσης. Περίπου το 70% της ενέργειας καταναλώνεται για τη θέρμανση του νερού.
3. Χρησιμοποιείτε το πλυντήριο όταν είναι γεμάτο ή επιλέξτε τον οικονομικό κύκλο πλυσίματος αποφεύγοντας την πρόπλυση των πιάτων.

#### **∅ Κουζίνα**

1. Προτιμήστε κουζίνες ενεργειακής κατηγορίας A με χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας.
2. Οι φούρνοι νέας γενιάς έχουν πολύ καλύτερη θερμική μόνωση (και στις 5 πλευρές τους) και καλύτερη απόδοση στην μεταφορά της θερμότητας λόγω του ανεμιστήρα που κυκλοφορεί καυτό αέρα. Είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούμε σκεύη εμαγιέ ή μαυρισμένου χάλυβα που απορροφούν καλύτερα τη θερμότητα. Δεν τον χρησιμοποιούμε για να ζεσάνουμε μικρή ποσότητα.
3. Χρησιμοποιείτε σκεύη που έχουν επίπεδη βάση και καλή επαφή με τις εστίες, ταιριάζοντας το μέγεθος σκεύους - εστίας. Οι χύτρες ταχύτητας και τα σκεύη με διπλά τοιχώματα, μειώνουν την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας κατά 50-75%.
4. Αποφύγετε την παρατεταμένη προθέρμανση του φούρνου και το συνεχές άνοιγμα της πόρτας κατά την λειτουργία.
5. Ελέγξτε την καλή εφαρμογή της πόρτας του θαλάμου. Αντικαταστήστε το λάστιχο αν απαιτείται.
6. Σβήστε τις εστίες ή τον φούρνο λίγο πριν ψηθεί το φαγητό, ώστε να αξιοποιηθεί και η απομένουσα θερμότητα.
7. Οι κουζίνες φυσικού αερίου ή υγραερίου καταναλώνουν λιγότερο καύσιμο για το ίδιο αποτέλεσμα, αρκεί να χρησιμοποιούνται σωστά.

### 3.2 ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΜΕΣΑΙΟΥ ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ

Οι επεμβάσεις μεσαίου και μεγάλου κόστους διακρίνονται σε:

- Επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος
- Επεμβάσεις στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις
- Επεμβάσεις φυσικού / τεχνητού φωτισμού
- Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης
- Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

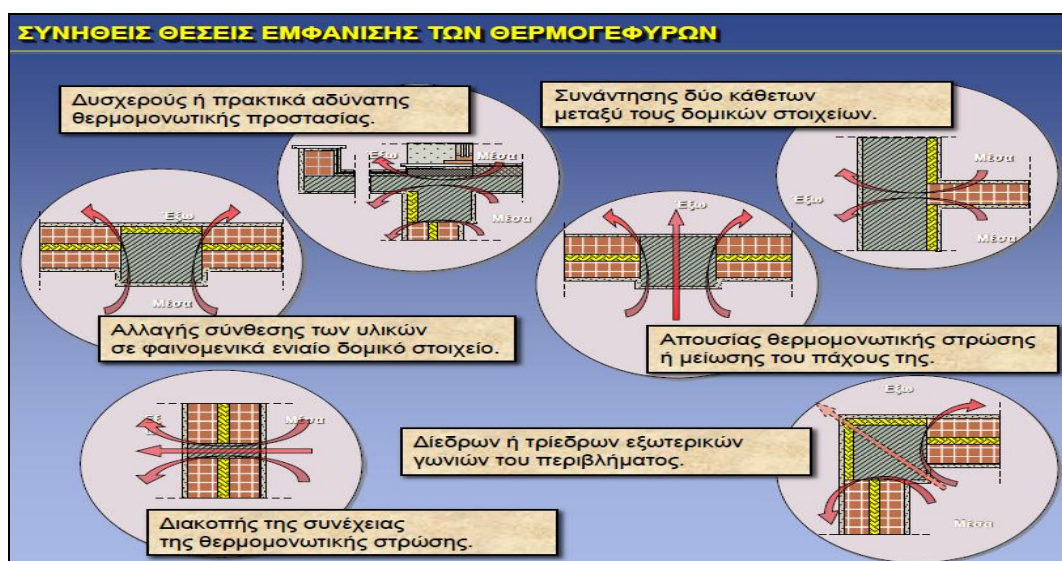
#### 3.2.1 Ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους

Η ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους καλύπτεται με τις κυριότερες ακόλουθες λύσεις: 1) Προσθήκη θερμομόνωσης, 2) Αντικατάσταση κουφωμάτων, 3) φύτευση στεγών / δωμάτων, 4) Χρήση ειδικών επιχρισμάτων (ψυχρών υλικών), 5) Εγκατάσταση εξωτερικών σκιάστρων, 6) Φυσικός αερισμός, 7) Εγκατάσταση παθητικών συστημάτων

#### 1. Προσθήκη Θερμομόνωσης

Οι απώλειες θερμότητας μιας κατοικίας δημιουργούνται όταν σε ένα κλειστό χώρο που θερμαίνεται ακτινοβολεί θερμότητα στο ψυχρότερο περιβάλλον που είναι γύρω του. Οι απώλειες αυτές πρέπει να αντιμετωπίζονται με τους διάφορους τρόπους μόνωσης.

Εκτός από τα δομικά υλικά που απαρτίζουν το οικοδόμημα, και που καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τη θερμική του συμπεριφορά, ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό της κατασκευής είναι οι θερμογέφυρες. Θερμογέφυρες καλούνται σημεία ή τμήματα του κτιριακού κελύφους με σημαντική μείωση της θερμικής αντίστασης των δομικών στοιχείων και είναι σημαντική πηγή θερμικών απωλειών. Εμφανίζονται στη διεπιφάνεια δύο διαφορετικών δομικών στοιχείων ή δύο ίδιων δομικών στοιχείων διαφορετικού πάχους. Σε συνδέσεις εξωτερικών δομικών στοιχείων και πλευρικά γύρω από ανοίγματα, όπως παρουσιάζεται στην παρακάτω Εικ. 3.1.



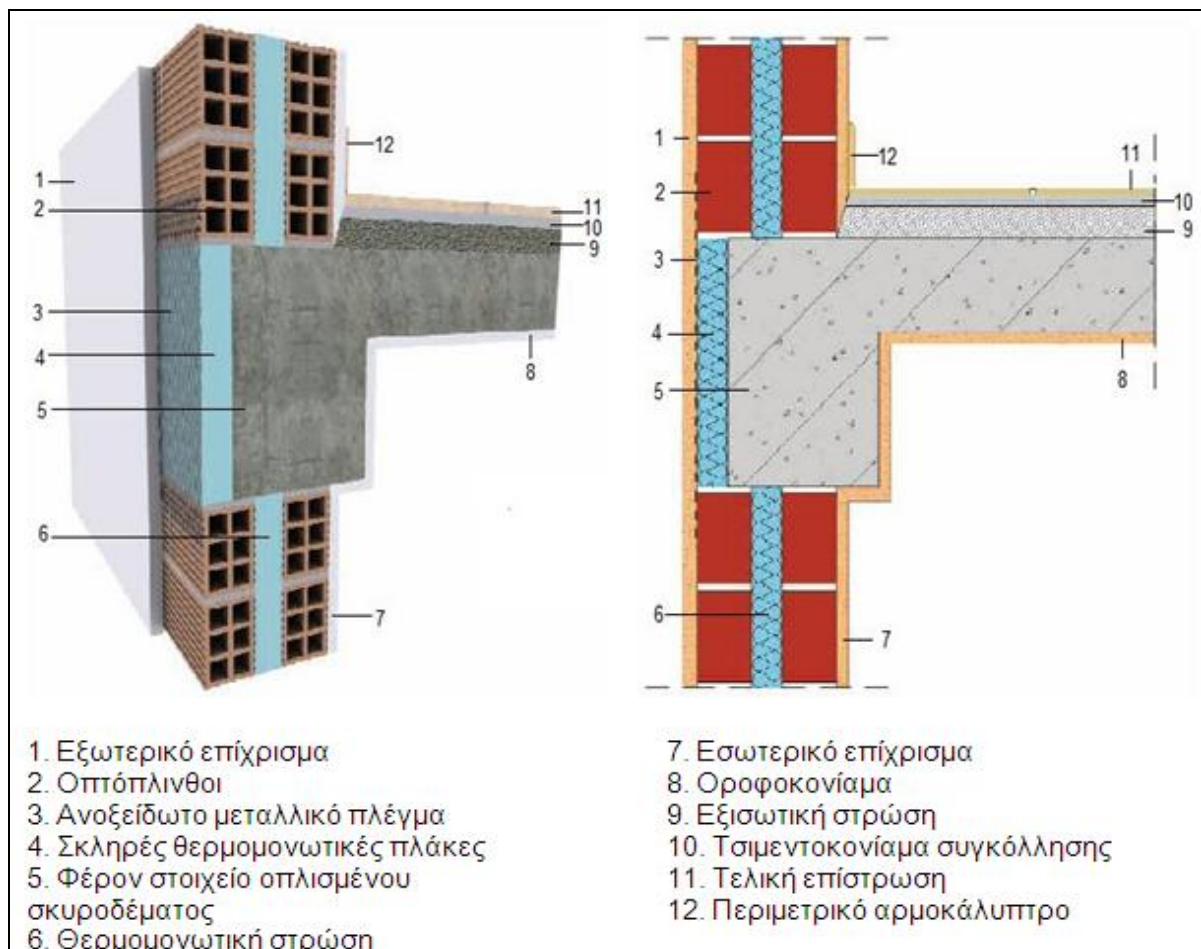
Εικόνα 3.1: Ροή θερμότητας από θερμογέφυρα

Πηγή: Εργαστήριο Οικοδομικών & Φυσικής των Κτιρίων (Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.)

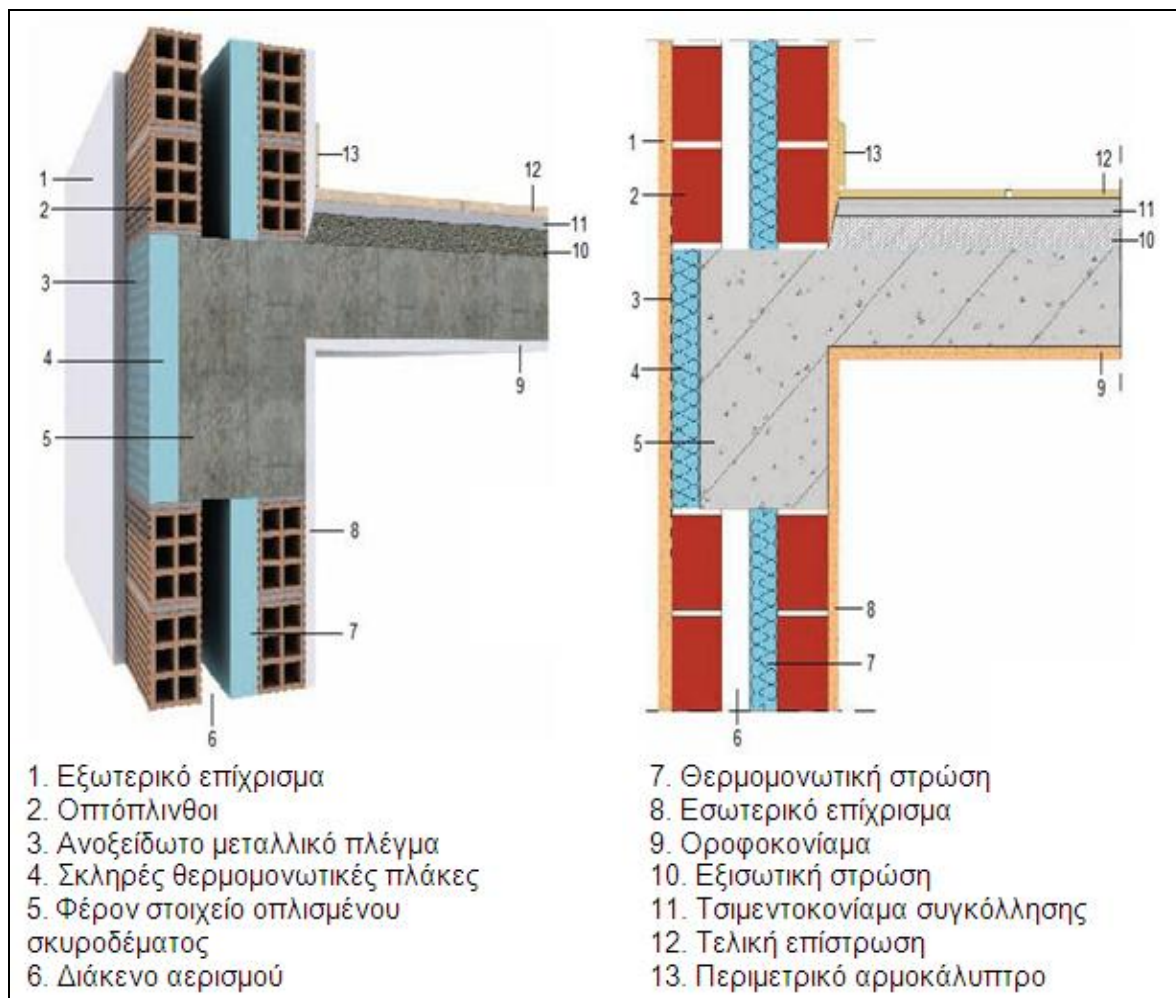
Η θερμομόνωση διακρίνεται με τέσσερις κυρίως τεχνικές: α) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων (δικέλυφη τοιχοποιία), β) θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων, όπου μπορούν να πραγματοποιηθούν σε νεοαναγειρόμενα κτίρια, γ) Θερμομόνωση εσωτερική και δ) θερμομόνωση εξωτερική, όπου μπορούν να πραγματοποιηθούν σε ανακαινιζόμενα κτίρια.

### α) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων (δικέλυφη τοιχοποιία)

Η δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα εκμεταλλεύεται μέρος μόνο της θερμοχωρητικότητας του δομικού στοιχείου (αυτήν του εσωτερικού κελύφους). Κατασκευαστικά η λύση αυτή εμφανίζεται σε δύο παραλλαγές, χωρίς διάκενο αερισμού, Εικ. 3.2, και με διάκενο αερισμού Εικ. 3.3, πάχους 5 – 10 cm. Η πρώτη είναι αυτή που συναντάμε συνήθως στον ελλαδικό χώρο, ενώ η δεύτερη συνιστάται όταν η τοιχοποιία καταπονείται έντονα από τα καιρικά φαινόμενα και από τη συνδυασμένη δράση ανέμου και βροχής. Ο λόγος είναι ότι η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού χωρίς διάκενο αερισμού δεν επιτρέπει την εύκολη απομάκρυνση της υγρασίας είτε προέρχεται από το νερό της βροχής είτε από τη συμπύκνωση υδρατμών εσωτερικού χώρου, που διέρχονται μέσω των δομικών στοιχείων.



**Εικόνα 3.2:** Δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα χωρίς διάκενο αερισμού  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

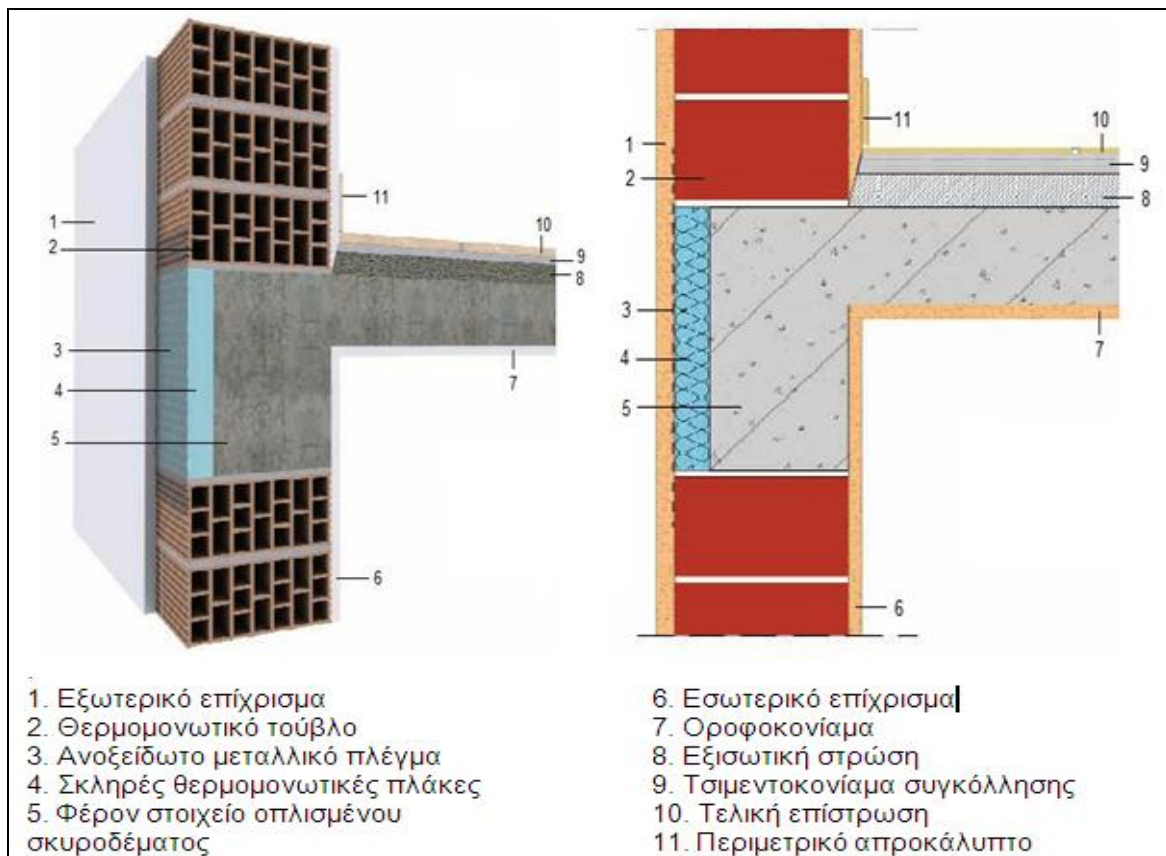


**Εικόνα 3.3:** Δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα και διάκενο αερισμού  
 Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

## β) Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα Εικ. 3.4, που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας  $K$  που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων





**Εικόνα 3.4:** Τοιχοποιία με θερμομονωτικό τούβλο  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

### γ) Θερμομόνωση από το εσωτερικό μέρος

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου, Εικ. 3.5, και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Η εσωτερική θερμομόνωση είναι η πλέον ενδεδειγμένη λύση για παλαιές κατοικίες όπου γρήγορα, καθαρά και με χαμηλό κόστος μπορεί να βελτιωθεί καθοριστικά η θερμομονωτική αξία του κτιρίου.



**Εικόνα 3.5:** Εσωτερική θερμομόνωση κτιρίου  
**Πηγή :** KNAUF



Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εσωτερικής θερμομόνωσης παρουσιάζονται στον Πιν. 3.1, που ακολουθεί.

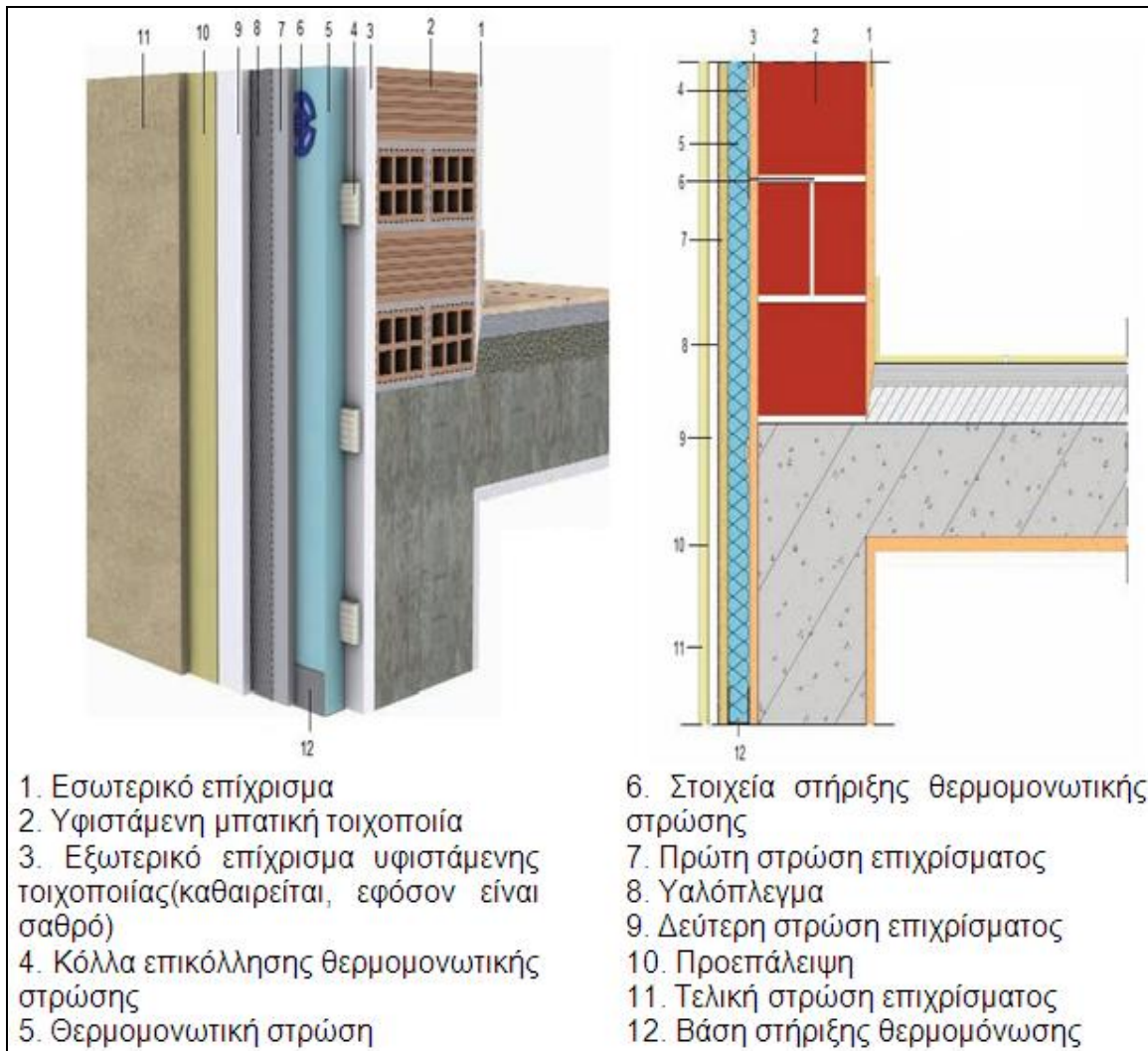
**Πίνακας 3.1:** Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εσωτερικής θερμομόνωσης

α/α	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1	Έχει περιορισμένο χρόνο ζωής	Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος
2	Αποτελεί φθηνή λύση	Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα
3	Έχει απλή κατασκευή	Εμφάνιση θερμογεφυρών
4	Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος	Λόγο θερμοκρασιακών μεταβολών, κίνδυνος ρηγματώσεων στα δομικά στοιχεία με αποτέλεσμα την εισροή βρόχινου νερού
5	Δεν έρχεται σε επαφή με εξωτερικές επιδράσεις	
6	Εγκατάσταση ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες	Δυσκολία στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις

#### δ) Θερμομόνωση από το εξωτερικό μέρος

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου Εικ. 3.6. Η τοποθέτηση της μόνωσης εξωτερικά προτιμάται σε περιπτώσεις βελτίωσης της θερμικής προστασίας σε ένα κτίριο, διότι δημιουργεί την ελάχιστη δυνατή όχληση στους ενοίκους κατά την φάση κατασκευής, χωρίς να διακόπτεται η λειτουργία του κτιρίου. Μειώνεται δε στο ελάχιστο η πιθανότητα δημιουργίας θερμογεφυρών και η πιθανότητα συμπύκνωσης των διαχεόμενων υδρατμών, ενώ προστατεύονται αποτελεσματικά η τοιχοποιία και οι σωληνώσεις ύδρευσης από τις περιβαλλοντικές επιδράσεις.

Η θερμομόνωση εφαρμόζεται σε όλο το ύψος και πλάτος της τοιχοποιίας, και περιλαμβάνει όλα τα δομικά στοιχεία, υποστρώματα, δοκάρια, πλευρικές απολήξεις πλακών κλπ. Μπορεί να εφαρμοστεί σε υπόστρωμα σταθερό, επίπεδο και ξηρό, σε επιχρισμένη ή σε ανεπίχριστη τοιχοποιία από σπτόπλινθους, τσιμεντόλιθους, αργολιθοδομή ή σκυρόδεμα, ενώ δεν ενδείκνυται ως υπόστρωμα οι επιφάνειες από ξύλο, μέταλλο ή πλαστικό.



**Εικόνα 3.6:** Λεπτομέρεια εξωτερικής μόνωσης  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης παρουσιάζονται στον Πιν. 3.2 που ακολουθεί.

**Πίνακας 3.2:** Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα εξωτερικής θερμομόνωσης

α/α	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1	Ο χώρος διατηρεί την θερμότητα	Ακριβή κατασκευή
2	Λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της	Δύσκολη εφαρμογή σε περίπτωση αρχιτεκτονικών προεξοχών
3	Δεν μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος	Απαιτεί σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής
4	Αποφυγή θερμογεφυρών και συστολών και διαστολών	Ειδική προστασία υλικών από τις εξωτερικές συνθήκες
5	Σε νότιους χώρους η θερμότητα από το ηλιακό κέρδος διατηρείται γιατί αποθηκεύεται στους εσωτερικούς χώρους	Αδυναμία εφαρμογής σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.

## 2. Αντικατάσταση κουφωμάτων

Οι αυξανόμενες ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας και το υψηλό περιβαλλοντικό κόστος από την κατανάλωση συμβατικών καυσίμων για τη θέρμανση των κτιρίων επιβάλλουν την αντικατάσταση των πλαισίων κουφωμάτων με νέα, βελτιωμένων ενεργειακών χαρακτηριστικών. Το κόστος αντικατάστασης των κουφωμάτων αντισταθμίζεται σημαντικά από τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου κατά τη διάρκεια ζωής του για μία περίοδο 25 – 30 ετών (μέσος όρος ζωής κουφωμάτων).

Με την αντικατάσταση των κουφωμάτων επιτυγχάνονται δύο οφέλη:

- Αφενός μειώνεται η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και δροσισμό
- Και αφετέρου εξασφαλίζονται καλύτερες συνθήκες θερμικής άνεσης στους χώρους διαβίωσης.

Επιπλέον οφέλη είναι η αποφυγή δημιουργίας ρευμάτων κοντά στα παράθυρα, η ομοιόμορφη κατανομή της θερμοκρασίας στο χώρο, η ηχομόνωση, η βελτίωση ορατότητας, η σκίαση, η προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, η δυνατότητα εκμετάλλευσης της ηλιακής ακτινοβολίας και η μείωση του κινδύνου εκδήλωσης του φαινομένου συμπύκνωσης υδρατμών. Σε κοινωνικό επίπεδο είναι σημαντικά τα περιβαλλοντικά οφέλη από τη μείωση κατανάλωσης ενέργειας, η οποία συχνά προέρχεται από καύσιμα, η χρήση των οποίων επιτείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου).

### ∅ Κριτήρια επιλογής κουφωμάτων

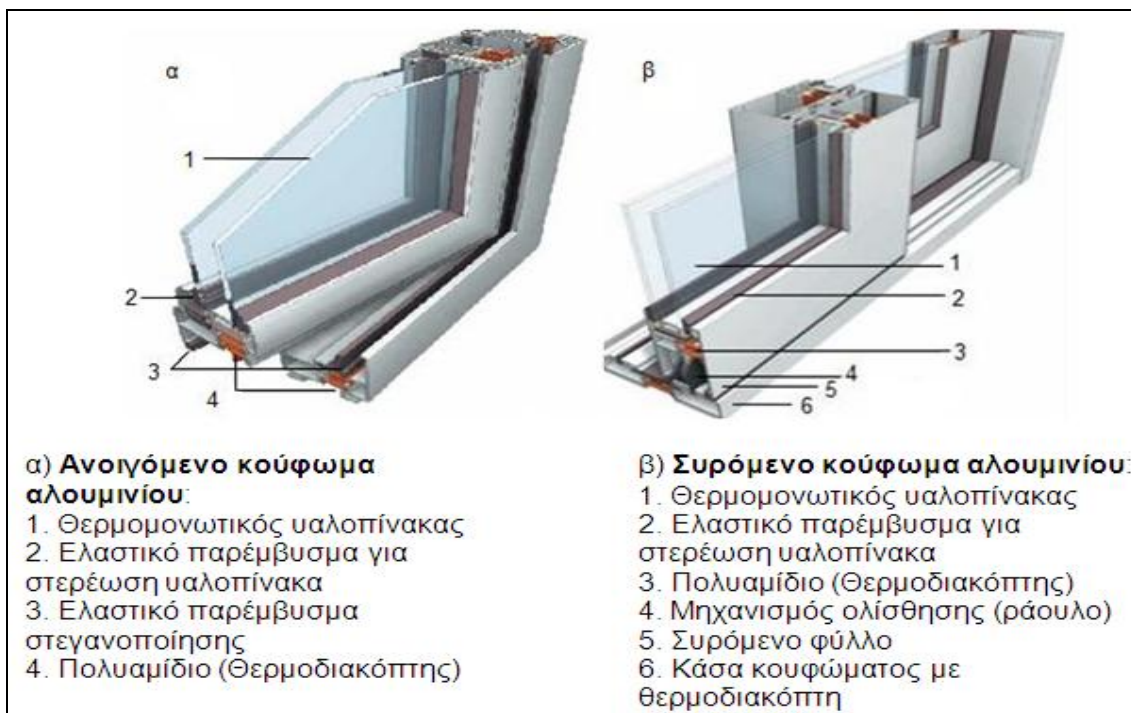
Τα ενεργειακά χαρακτηριστικά, που πρέπει να λαμβάνει κανείς υπόψη του για κάθε είδους επέμβαση στα κουφώματα ενός υφιστάμενου, κτιρίου είναι τα ακόλουθα:

- ✓ **Θερμομονωτική ικανότητα.** Ποσοτικά εκφράζεται με τον συντελεστή θερμοπερατότητας  $k$  (ή αλλιώς  $U_w$ ) του κουφώματος, ο οποίος εκφράζεται το ποσό της θερμότητας που περνά κάθε ώρα από επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$ , όταν η διαφορά θερμοκρασίας του ακίνητου αέρα που εφάπτεται στις δύο επιφάνειες του κουφώματος διατηρείται σταθερή και ίση με  $1^\circ\text{C}$ . Ο συντελεστής αυτός εξαρτάται από το είδος του πλαισίου ( συντελεστής  $k_f$ ) και του υαλοπίνακα ( $k_g$ ). Γενικά, όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής  $k$  τόσο καλύτερη θερμομονωτική ικανότητα έχει το κούφωμα.
- ✓ **Συντελεστής ηλιακών θερμικών κερδών.** Ο συντελεστής ηλιακών θερμικών κερδών ορίζεται ως το κλάσμα του ηλιακού θερμικού κέρδους προς τη συνολική προσπίπτουσα ηλιακή ενέργεια. Όσο χαμηλότερος είναι ο συντελεστής, τόσο λιγότερη θερμική ενέργεια διαπερνά το στοιχείο.
- ✓ **Φωτοδιαπερατότητα.** Η φωτοδιαπερατότητα ορίζεται ως το κλάσμα του ορατού φωτός σε σχέση με τη συνολική ηλιακή ακτινοβολία. Μολονότι θεωρητικά οι τιμές της κυμαίνονται από 0 έως 1, τα περισσότερα προϊόντα έχουν τιμές από 0,3 έως 0,8.
- ✓ **Αεροδιαπερατότητα.** Η αεροδιαπερατότητα ενός κουφώματος είναι ίση με την ποσότητα του αέρα σε ( $\text{m}^3$ ) που διαπερνά ένα κούφωμα με επιφάνεια  $1 \text{ m}^2$ .

## Ø Υλικά πλαισίων

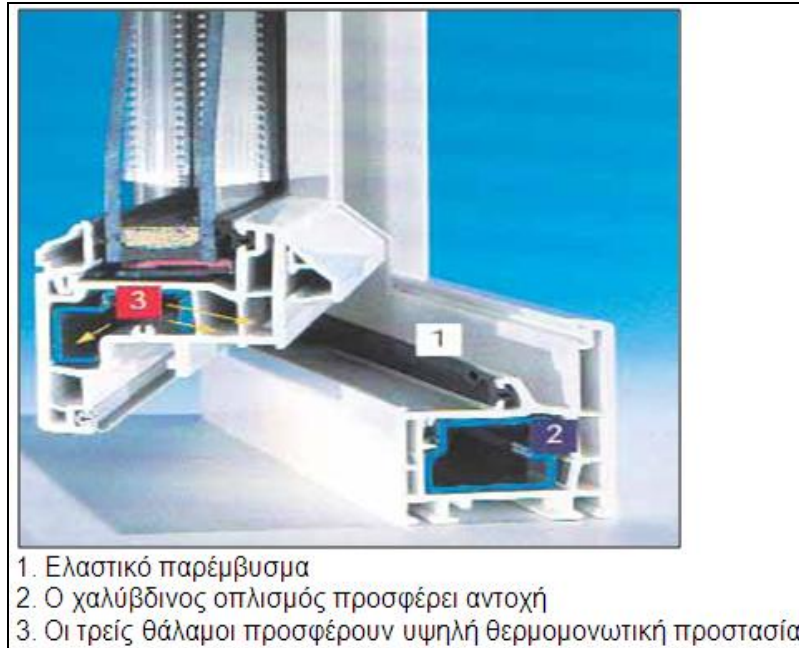
Ακολούθως παρουσιάζονται τα βασικά ενεργειακά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιούνται συχνότερα για την κατασκευή πλαισίων κουφωμάτων.

- **Αλουμίνιο.** Τα κουφώματα αλουμινίου συγκεντρώνουν πλήθος αρετών αναφορικά με τα αισθητικά και τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους. Επιπλέον οι συστολοδιαστολές λόγω θερμοκρασιών μεταβολών είναι μικρότερες από ότι στα υπόλοιπα συστήματα, επομένως ελαχιστοποιούνται τα προβλήματα λειτουργίας κατά τη διάρκεια ζωής τους. Από την άλλη, το μειονέκτημα του αλουμινίου είναι η υψηλή θερμοπερατότητα του. Για την αποφυγή αυτού του προβλήματος συνιστάται η χρήση πλαισίων με θερμοδιακόπτη, γεγονός που παρέχει εξοικονόμηση ενέργειας κατά 3 – 5 %. Επίσης η θερμοδιακοπή περιορίζει και τον κίνδυνο συμπύκνωσης των υδρατμών στο κούφωμα, (Εικ. 3.7).



**Εικόνα 3.7:** Ανοιγόμενο και συρόμενο κούφωμα αλουμινίου με θερμοδιακόπτη  
Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

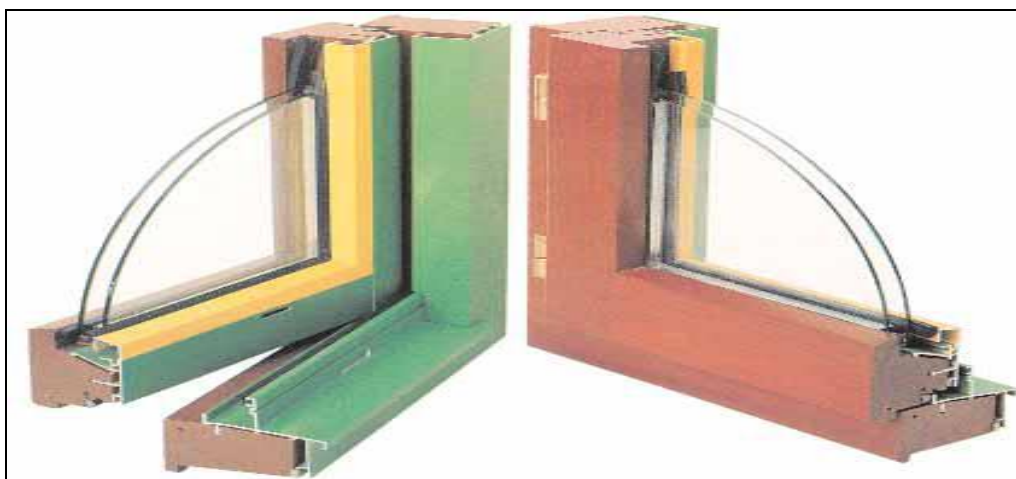
- **Ξύλο.** Το ξύλο, εμφανίζει πολύ καλή θερμομονωτική συμπεριφορά (8 – 10 % μεγαλύτερη θερμομονωτική ικανότητα εν γένει σε σχέση με τα πλαίσια αλουμινίου).
- **Συνθετικά κουφώματα.** Τα συνθετικά κουφώματα παρέχουν καλή θερμομονωτική συμπεριφορά, ίδιας με των ξύλινων κουφωμάτων. Η θερμομονωτική τους ικανότητα οφείλεται στη διαμόρφωση θαλάμων σε σειρά, οι οποίοι γίνονται αντιληπτοί σε εγκάρσια τομή. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των θαλάμων, τόσο αυξάνεται η θερμομονωτική τους ικανότητα, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα Εικ. 3.8.



**Εικόνα 3.8:** Ανοιγόμενο συνθετικό σύστημα

Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Τεχνολογία

- **Υβριδικά συστήματα.** Τα τελευταία χρόνια διατίθενται στην αγορά υβριδικά συστήματα, στα οποία συνδυάζονται δύο πλαίσια σύνθετης διατομής από διαφορετικά υλικά, δημιουργώντας ένα καινούριο σύστημα με τα πλεονεκτήματα και των δύο υλικών. Οι συνήθεις συνδυασμοί είναι ξύλινο με συνθετικό πλαίσιο ή ξύλινο με πλαίσιο αλουμινίου. Τα θερμοτεχνικά χαρακτηριστικά αυτών των κουφωμάτων καθορίζονται προφανώς, από τις ιδιότητες των υλικών που συνθέτουν το πλαίσιο, (Εικ. 3.9).



**Εικόνα 3.9:** Υβριδικό σύστημα από ξύλο και πλαίσιο αλουμινίου

Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Τεχνολογία

## ∅ Είδη υαλοπινάκων

Η αύξηση της θερμομονωτικής ικανότητας των κουφωμάτων μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση διπλών ή τριπλών υαλοπινάκων, με την μέχρι ενός ορίου αύξηση του πλάτους του διάκενου των υαλοπινάκων, με πλήρωση του διάκενου με αέρα χαμηλότερης αγωγιμότητας από αυτήν του ξηρού αέρα, όπως αργού ή κρυπτού ή με τη χρήση αποστατικών παρεμβυσμάτων με μειωμένη αγωγιμότητα. Συνιστάται επίσης η χρήση ειδικών τύπων υαλοπινάκων ενεργειακής διαχείρισης και ελέγχου όπου αναφέρονται παρακάτω:

- **Έγχρωμοι:** Οι έγχρωμοι υαλοπίνακες, οι οποίοι μερικές φορές αναφέρονται και ως απορροφητικοί, μειώνουν το συντελεστή σκίασης κατά ποσοστό που εξαρτάται από το πάχος τους και τη χημική σύσταση του χρώματος και προσδίδουν στην επιφάνεια του υαλοπίνακα μία μπρονζέ, φαιά, κυανή ή πράσινη απόχρωση.
- **Ανακλαστικοί:** Οι ανακλαστικοί υαλοπίνακες έχουν γενικά καλύτερους συντελεστές σκίασης, διότι ανακλούν το μεγαλύτερο τμήμα της ακτινοβολίας και απορροφούν το μικρότερο. Μειονέκτημά τους είναι η χαμηλή μετάδοση του ορατού φωτός, που συχνά έχει ως αποτέλεσμα το επίπεδο φωτισμού μέσα στο κτίριο να μην είναι επαρκές.
- **Επιλεκτικοί:** Οι επιλεκτικοί υαλοπίνακες επιτρέπουν στο φάσμα του ορατού φωτός να περάσει το τζάμι, ενώ δεν επιτρέπουν την είσοδο σε ακτινοβολίες άλλου μήκους κύματος. Έτσι, έχουν τόσο καλό συντελεστή σκίασης, όσο και συντελεστή φωτεινότητας.
- **Υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή θερμικής εκπομπής (low – e):** Μια άλλη κατηγορία υαλοπινάκων, οι υαλοπίνακες χαμηλής εκπομπής (low – e) οφείλουν τις εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες τους στη διαφανή μεταλλική επίστρωση, η οποία επιτρέπει μεν τη διέλευση του φωτός, όχι όμως και τη θερμική ακτινοβολία.
- **Προσαρμοζόμενοι:** Οι υαλοπίνακες αυτοί είναι προϊόντα τελευταίας τεχνολογίας και χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι μεταβάλλουν ιδιότητες όπως το συντελεστή σκίασης και τη μετάδοση ορατού φωτός με ένα ερέθισμα. Ανάλογα με αυτό το ερέθισμα διακρίνονται στους ακόλουθους τύπους:

**α) Ηλεκτροχρωμικοί:** Μεταβάλουν τις ιδιότητες τους με την επίδραση ενός ηλεκτρικού πεδίου χαμηλής τάσης (1 – 3 V)

**β) Υγρών κρυστάλλων:** Με την επίδραση διαφοράς δυναμικού μεταβάλλουν από ημιδιαφανείς σε διαφανείς. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την εξασφάλιση της ιδιωτικότητας και δεν παρέχουν σημαντικά ενεργειακά οφέλη.

**γ) Θερμοχρωμικοί:** Μεταβάλλουν τις ιδιότητες τους ανάλογα με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Καθώς θερμαίνονται, μεταβάλλονται από διαφανείς σε ημιδιαφανείς, λευκούς και ανακλαστικούς.

**δ) Φωτοχρωμικοί:** Σκουραίνουν με την επίδραση του φωτός, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία που εφαρμόζεται εδώ και χρόνια στα φωτοχρωμικά γυαλιά. Γενικά, έχουν ακόμη μεγάλο κόστος για τις δομικές

εφαρμογές. Είναι κατάλληλοι για τον έλεγχο της θάμβωσης, μειώνουν όμως κυρίως την ακτινοβολία στο φάσμα του ορατού φωτός.

- **Ειδικές μεμβράνες:** Οι οποίες τοποθετούνται στην εσωτερική επιφάνεια του υαλοπίνακα και μειώνουν τα θερμικά κέρδη, δίνοντας ένα σκούρο χρώμα στο γυαλί και μία εμφάνιση καθρέπτη, η οποία είναι η πιο έντονη, όσο μεγαλύτερος είναι ο έλεγχος εισόδου του ηλιακού φωτός.

### 3. Φύτευση στεγών / δωματίων

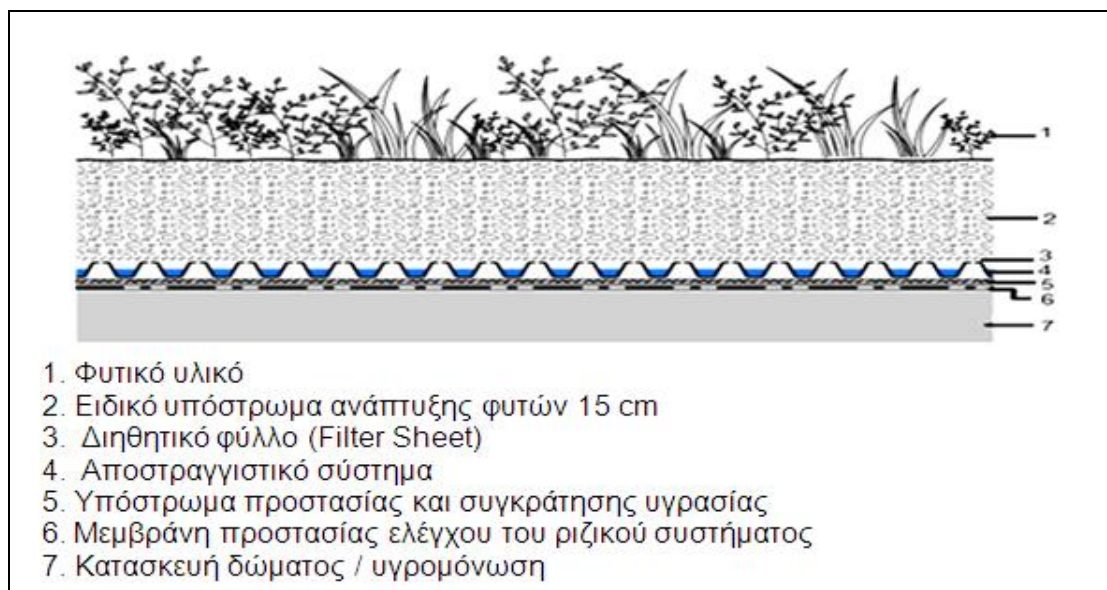
Γενικά, το φυτεμένο δώμα ως τμήμα του κτιριακού κελύφους, επιδρά στη θερμική ροή της επιφάνειας στην οποία έχει τοποθετηθεί. Οι στρώσεις της φύτευσης και του χώματος αποτελούν ένα ζωντανό σύστημα στο δομικό υλικό του δώματος, που αλληλεπιδρά με ποικίλους τρόπους τόσο με το κτίριο όσο με το εξωτερικό περιβάλλον. Τα σημαντικότερα οφέλη των φυτεμένων δωματίων ή στεγών μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση και ψύξη.
- Επέκταση της διάρκειας ζωής των δομικών υλικών της στέγης, αύξηση της μόνωσης του κτιρίου και βελτίωση της στεγανοποίησης του κτιρίου.
- Μείωση του φαινομένου της "αστικής νησίδας".
- Απορρόφηση των αέριων ρύπων και της σκόνης.
- Βελτίωση του μικροκλίματος και του αερισμού των πόλεων.
- Αύξηση της προστασίας έναντι της ηχορρύπανσης κατά 8 dB και μείωση της αντανάκλασης του ήχου κατά 3 dB.
- Μείωση της απορροής των όμβριων υδάτων από 50-90% στο αποχετευτικό δίκτυο.
- Εκμετάλλευση ελεύθερων δωματίων που αποτελούν κενούς διαθέσιμους χώρους (βελτίωση του αισθητικού χαρακτήρα του κτιρίου).
- Δημιουργία οικοσυστημάτων μέσα στις αστικές περιοχές, στα οποία αναβιώνουν φυτά και ζώα που απωθήθηκαν λόγω της ανεξέλεγκτης επέκτασης των πόλεων.

Ένα τυπικό φυτεμένο δώμα ή στέγη (Εικ. 3.10) αποτελείται κυρίως από ένα ελαφρύ εδαφολογικό μίγμα και ένα στρώμα αποστράγγισης (αποξήρανσης), τα οποία διαχωρίζονται με ένα στρώμα συγκράτησης του χώματος της φύτευσης.

Όσον αφορά τις κατασκευαστικές ιδιότητες του φυτεμένου δώματος, το πάχος κάθε στρώσης εξαρτάται από τις απαιτήσεις της επιλεγμένης βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα, στη διεθνή βιβλιογραφία αναφέρονται τρεις κύριες κατηγορίες πράσινων στεγών ανάλογα με το πάχος των στρώσεων και την απαίτηση του φυτεμένου δώματος για συντήρηση: οι εκτατικές, ημιεντατικές και εντατικές πράσινες στέγες, (Πίν. 3.3).





**Εικόνα 3.10:** Τυπικό φυτεμένο δώμα  
 Πηγή: egreen ZinCo

**Πίνακας 3.3:** κύριες κατηγορίες πράσινων στεγών  
 Πηγή: Περιοδικό Building Green

Τύπος	Εκτατικός	Ημιενταντικός	Εντατικός
Συντήρηση	Ελάχιστη	Περιοδική	Συχνή
Άρδευση	Μηδενική	Περιοδική	Συχνή
Ύψος φύτευσης	60-200mm	-2`50mm	>1000mm
Βάρος	60-150 kg/m <sup>2</sup>	120-200 kg/m <sup>2</sup>	180-500 kg/m <sup>2</sup>
Κόστος εγκατάστασης	χαμηλό	Μεσαίο	Υψηλό
Χρήση	Οικολογική προστασία	Περιοδική προσβασιμότητα	Πλήρης χρήση

#### 4. Χρήση ειδικών επιχρισμάτων (ψυχρών υλικών) σε οροφές και όψεις

Τα «ψυχρά υλικά» είναι κατ' εξοχήν επιστρώσεις με υψηλή ανακλαστικότητα στο ηλιακό φάσμα και υψηλό συντελεστή θερμικής εκπομπής. Βασική τους ιδιότητα είναι η κατανάλωση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας με αποτέλεσμα τη μείωση της επιφανειακής θερμοκρασίας των δομικών στοιχείων. Η ιδιότητα αυτή είναι σημαντική για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων και των εσωτερικών θερμοκρασιών των χώρων το καλοκαίρι. Η απόδοση των ψυχρών υλικών αυξάνεται, συγκριτικά με ένα συμβατικό υλικό επίστρωσης, όσο πιο σκούρο είναι το χρώμα του. Ως ψυχρά υλικά συμπεριφέρονται και τα ανοιχτόχρωμα υλικά, τα οποία προσεγγίζουν το λευκό. Η χρήση ειδικών ψυχρών υλικών συνιστάται:

- Σε οροφές, οι οποίες είναι ήδη θερμομονωμένες ή σε οροφές στις οποίες δεν είναι δυνατή η προσθήκη θερμομόνωσης.
- Σε οροφές όπου προστίθεται θερμομόνωση και τα ψυχρά υλικά τοποθετούνται για συμπληρωματικό όφελος.



- Σε οροφές ή σημεία οροφών όπου (για τεχνικούς, οικονομικούς ή και άλλους λόγους) δεν κρίνεται σκόπιμη η φύτευση.
- Όταν η επιφάνεια εφαρμογής των ψυχρών υλικών είναι ασκίαστες κατά το μεγαλύτερο μέρος της ημέρας τους μήνες Ιούνιο – Σεπτέμβριο.
- Όταν το εν λόγω κτίριο παρουσιάζει σημαντικά υψηλά φορτία, σε σχέση με τα φορτία θέρμανσης.
- Για εφαρμογή σε τοίχους, όταν η προσθήκη μόνωσης δεν αποτελεί ενδεδειγμένη λύση, είτε για κατασκευαστικούς λόγους είτε λόγω μεγάλων ψυκτικών φορτίων.

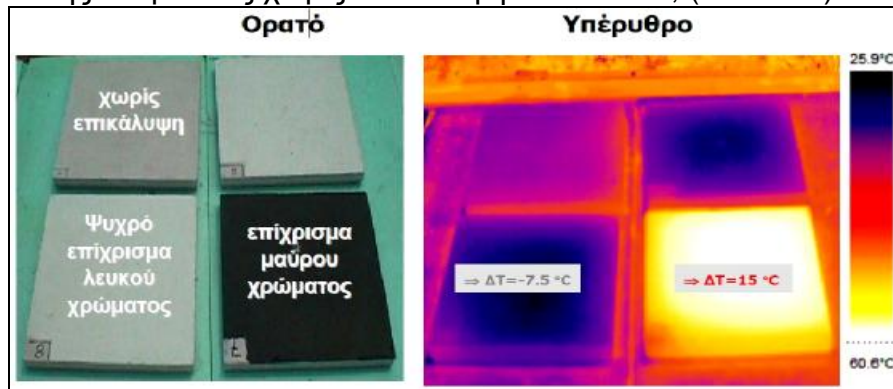
Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την εφαρμογή αυτών των υλικών είναι αρκετά και σημαντικά όπως:

- Η βελτίωση της θερμομονωτικής ικανότητας του κελύφους
- Η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των υλικών
- Η ελάττωση του κόστους λειτουργίας του κτιρίου για την διασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης στους ενοίκους τόσο κατά τη θερινή, όσο και κατά τη χειμερινή περίοδο
- Η μείωση του πάχους της απαιτούμενης θερμομονωτικής στρώσης
- Ο περιορισμός του φαινομένου της θερμικής νησίδας στις αστικές περιοχές, το οποίο επιτείνει τις δυσάρεστες επιπτώσεις του νέφους στα αστικά κέντρα
- Περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και των εκπομπών CO<sub>2</sub>

### Ø «Ψυχρά υλικά» και χρώματα

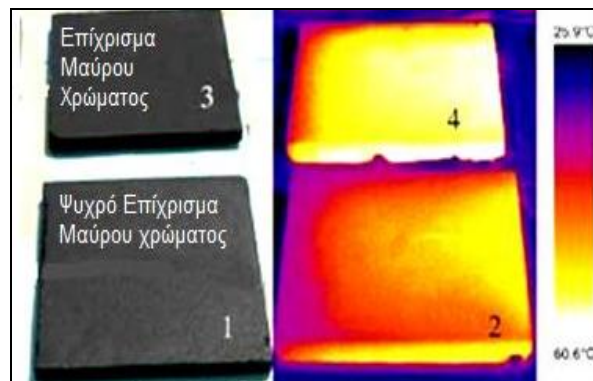
Συχνά οι «ψυχρές οροφές» ταυτίζονται με τις λευκές οροφές, κάτι το οποίο πια σήμερα δεν ισχύει. Βεβαίως το λευκό χρώμα παρουσιάζει μεγάλη ανακλαστικότητα στην υπέρυθη ακτινοβολία και γι' αυτό λόγω αυτό χρησιμοποιείται ευρέως από τους τεχνίτες της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής στη Μεσόγειο, περιοχή με πλούσια ηλιοφάνεια. Άλλωστε, πειραματικές μετρήσεις, που πραγματοποιήθηκαν σε εμπορικά διαθέσιμα λευκά ή ανοιχτόχρωμα ψυχρά (ανακλαστικά) επιχρίσματα και επιστρώματα, έδειξαν ότι μπορούν να μειώσουν τη θερμοκρασία της επιφάνειας, στην οποία έχουν εφαρμοστεί, έως 7,5 °C κατά τη διάρκεια της ημέρας και έως 2 °C κατά τη διάρκεια της νύχτας τη θερινή περίοδο. Επίσης προέκυψε ότι τα λευκά ψυχρά υλικά για οροφές εμφανίζουν καλύτερη θερμική συμπεριφορά συγκριτικά με άλλα υλικά που έχουν χαρακτηριστεί ως ψυχρά μόνο λόγω του χρώματος τους, όπως το λευκό μάρμαρο και το λευκό μωσαϊκό. Ωστόσο, η βιομηχανική έρευνα και η τεχνολογία ανάπτυξης παρέχει σήμερα ανακλαστικά προϊόντα, γι' αυτά τα δομικά στοιχεία ακόμη και με σκούρες αποχρώσεις. Τα νέα έγχρωμα ψυχρά επιχρίσματα και επιστρώματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν στις περιπτώσεις κατά τις οποίες η χρήση λευκών επιχρισμάτων δημιουργεί προβλήματα θάμβωσης. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι έγχρωμα επιχρίσματα μπορούν να μειώσουν τη θερμοκρασία έως και 8 – 10 °C κατά τη διάρκεια μιας θερινής ημέρας. Πειραματικές μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν από την Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, έδειξαν ότι η εφαρμογή μιας λευκής ψυχρής βαφής μπορεί να μειώσει τη θερμοκρασία μιας ήδη λευκής επιφάνειας από

τισμένο κατά 7,5 °C ενώ η εφαρμογή μιας μαύρης ψυχρής βαφής αυξάνει τη θερμοκρασία της επιφάνειας χωρίς επικάλυψη κατά 15 °C, (Εικ. 3.11).



**Εικόνα 3.11:** Διαφορά θερμοκρασιών σε ψυχρό επίχρισμα και επίχρισμα μαύρου χρώματος  
**Πηγή:** Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών

Ενώ στην περίπτωση με επίχρισμα μαύρου χρώματος σε σχέση με το ψυχρό επίχρισμα μαύρου χρώματος μετρήθηκε μια θερμοκρασιακή διάφορα της τάξεως των 10 °C.( $\Delta T_{max} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ), Εικ. 3.12.



**Εικόνα 3.12:** Θερμοκρασιακή διαφορά επιχρίσματος μαύρου χρώματος με ψυχρού επιχρίσματος μαύρου χρώματος.( $\Delta T_{max} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$ ).  
**Πηγή:** Ομάδα Μελετών Κτιριακού Περιβάλλοντος του Τμήματος Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών

## Ø Τύποι ανακλαστικών υλικών

Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφοροι τύποι με ανακλαστικές ιδιότητες που εφαρμόζονται σε στέγες και δώματα, προκειμένου να καλύπτονται όλες οι ανάγκες του τεχνικού κόσμου (εφαρμογή σε νέες ή υφιστάμενες κατασκευές, απαιτήσεις αισθητικής, κόστος κτλ.)

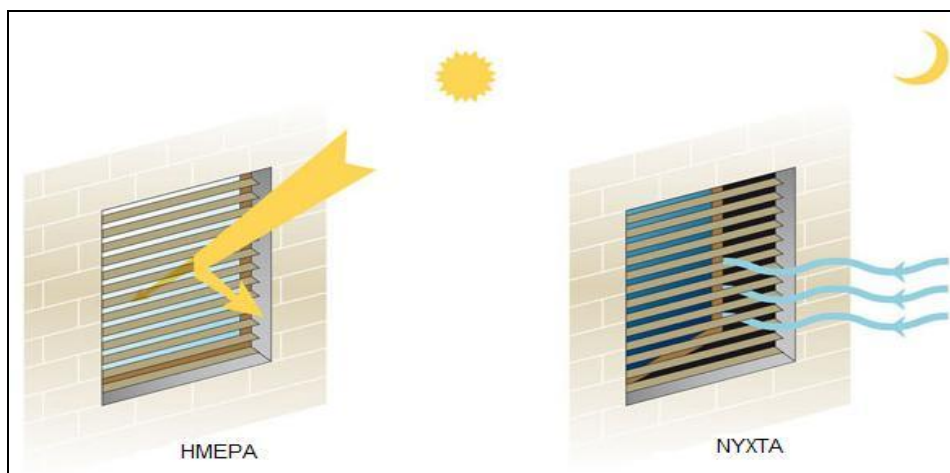
- **Ελαστομερής ανακλαστικές μεμβράνες:** Οι μεμβράνες αυτές (συνήθως λευκού χρώματος), εκτός από τις ανακλαστικές ιδιότητες που προσφέρουν, αποτελούν και τη κύρια στεγανοποιητική στρώση της κατασκευής. Η τοποθέτηση αυτών των μεμβρανών δεν διαφέρει ιδιαίτερα από αυτήν των συμβατικών μεμβρανών στεγανοποίησης. Έτσι, θα πρέπει η επιφάνεια, επάνω στην οποία πρόκειται να τοποθετηθούν, να είναι καθαρή και απαλλαγμένη από διάφορες προεξοχές και ξένα σώματα.

- Επαλειφόμενοι με ισχυρή πρόσφυση:** Αποτελούν ιδανικά υλικά για την κάλυψη των επιφανειών των οροφών και προορίζονται τόσο για νεόδμητα, όσο και για υφιστάμενα κτίρια, καθώς αποτελούν μία εύκολα εφαρμόσιμη και χαμηλού κόστους λύση. Επίσης δεν ενοχλούν στην όραση και δεν προκαλούν προβλήματα θάμβωσης. Με την πάροδο του χρόνου η ανακλαστικές ιδιότητες των υλικών περιορίζονται λόγω της γήρανσης αλλά και της συγκέντρωσης ρύπων πάνω σε αυτές. Μάλιστα η ύπαρξη αιωρούμενων μικροσωματιδίων σκόνης και ρύπων μπορεί να μείωση την απόδοση του υλικού έως και 80 %. Επομένως κρίνεται απαραίτητο να ακολουθούνται οι οδηγίες του κατασκευαστή όσον αφορά στη συντήρηση και στην καθαρισμό τους.
- Ανακλαστικές εύκαμπτες μεμβράνες αλουμινίου:** Τα θερμομονωτικά ανακλαστικά φύλλα αλουμινίου είναι υλικά νέας τεχνολογίας, που κατασκευάζονται από αλουμίνιο υψηλής καθαρότητας (99.9 %), το οποίο επιτυγχάνει πολύ μεγάλη ανάκλαση της θερμικής ακτινοβολίας (έως και 97 %). Παράλληλα, είναι αδιαπέρατα από την υγρασία, με συνέπεια να λειτουργούν ικανοποιητικά και ως στεγανοποιητικά υλικά. Είναι άκαυστα και δεν προκαλούν αλλεργίες, καθώς δεν αναπτύσσουν βακτήρια και μύκητες στην επιφάνεια ή μέσα στη μάζα τους. Επίσης εμφανίζουν μεγάλη ανθεκτικότητα στο χρόνο και δεν καταστρέφονται από τρωκτικά, πουλιά και έντομα. Είναι ελαφριά υλικά και ως εκ τούτου εύκολα στη μεταφορά, ενώ η τοποθέτησή τους πραγματοποιείται απλά και γρήγορα σε οποιαδήποτε επιφάνεια. Εκτός από τα μονοστρωματικά εύκαμπτα φύλλα αλουμινίου χρησιμοποιούνται και υλικά σύνθετης διατομής, τα οποία βελτιώνουν τις ανακλαστικές ιδιότητες της οροφής. Τα υλικά αυτά αποτελούνται από δύο εξωτερικές στρώσεις φύλλου αλουμινίου υψηλής καθαρότητας, που αντανακλούν το 97 % της θερμότητας που μεταφέρεται με την ακτινοβολία και ένα πυρήνα από φύλλο πολυαιθυλενίου με φυσαλίδες αέρα. Το προϊόν αυτό έχει ικανοποιητική εφελκυστική αντοχή και προσφέρει πρόσθετη θερμομόνωση, καθώς αποτρέπει και τη μεταφορά θερμότητας μέσω αγωγιμότητας. Συγχρόνως, η ύπαρξη των φύλλων αλουμινίου δημιουργεί ένα φράγμα υδρατμών. Όπως τα μονοστρωματικά, έτσι και αυτό το προϊόν δεν αλλοιώνεται με το πέρασμα του χρόνου, δεν επηρεάζεται από μύκητες και βακτήρια και διαθέτει εξαιρετική αντοχή στη φωτιά.
- Αλουμινοχρώματα:** Για την προστασία των ασφαλιστικών μεμβρανών και των επαλειφόμενων υλικών, καθώς και επιφανειών όπως το μέταλλο, το ξύλο, το γυαλί ή το σκυρόδεμα, από την ηλιακή ακτινοβολία και τη διάβρωση χρησιμοποιούνται τα ανακλαστικά προστατευτικά ασφαλικά χρώματα αλουμινίου (αλουμινοχρώματα). Παρασκευάζονται από άσφαλτο, ρητίνες, διαλύτες, και πάστα αλουμινίου και εφαρμόζονται σε καθαρή και στεγνή επιφάνεια.

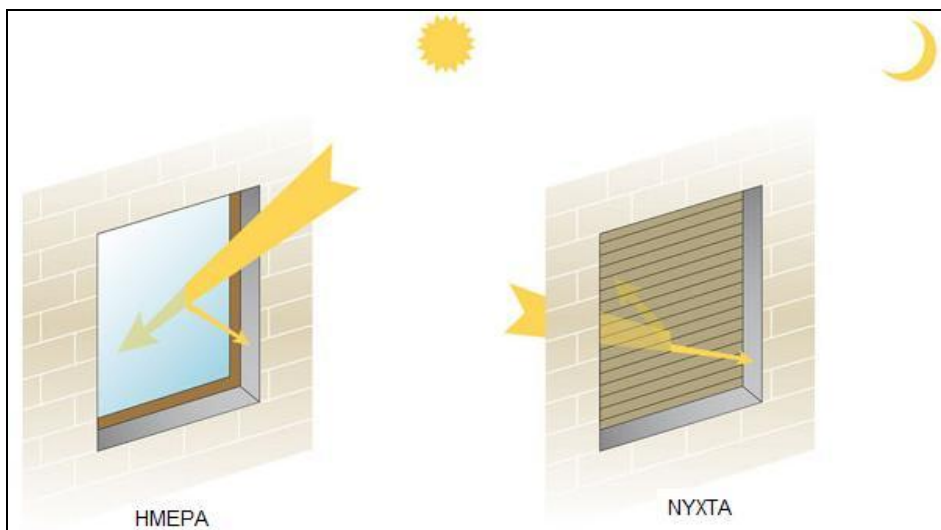
## 5. Εγκατάσταση σκιάστρων

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων του κτιρίου είναι η βασικότερη τεχνική για τη μείωση των θερμικών φορτίων ενός κτιρίου τη θερινή περίοδο, καθώς η ηλιακή ακτινοβολία η οποία εισέρχεται μέσα από τα ανοίγματα αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή θερμότητας. Η σωστή ηλιοπροστασία είναι βασική προϋπόθεση για την αποδοτική εφαρμογή κάθε άλλης τεχνικής για το δροσισμό ενός κτιρίου, είτε αυτός γίνεται με φυσικό είτε με τεχνητό τρόπο.

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζει την ελάχιστη εισερχόμενη ακτινοβολία το καλοκαίρι, συνδυάζοντας όμως τη δυνατότητα φυσικού φωτισμού, αερισμού και θέας και φυσικά, να μην εμποδίζει τον απαραίτητο ηλιασμό κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Επίσης πρέπει να ελέγχεται και ο ηλιασμός των ανοιγμάτων κατά τις ενδιάμεσες περιόδους άνοιξη - φθινόπωρο, Εικ. 3.13 και 3.14.



**Εικόνα 3.13:** Συμπεριφορά σκιάστρων κατά την θερινή περίοδο την ημέρα και την νύχτα  
**Πηγή:** Ευρωπαϊκός Οργανισμός Σκίασης & Ηλιοπροστασίας ES-SO (European Solar Shading Organization)



**Εικόνα 3.14:** Συμπεριφορά σκιάστρων κατά την χειμερινή περίοδο την ημέρα και τη νύχτα  
**Πηγή:** Ευρωπαϊκός Οργανισμός Σκίασης & Ηλιοπροστασίας ES-SO (European Solar Shading Organization)

Η ηλιοπροστασία των ανοιγμάτων εξαρτάται από τον προσανατολισμό τους. Εν γένει ο νότιος προσανατολισμός ενδείκνυται στα κτίρια στο Βόρειο Ημισφαίριο, καθώς συνδυάζει τον απαιτούμενο ηλιασμό το χειμώνα, ενώ το καλοκαίρι (που ο ήλιος βρίσκεται πιο ψηλά στον ορίζοντα) δέχεται λιγότερη ακτινοβολία, η οποία ελαχιστοποιείται με ένα απλό οριζόντιο σκιάστρο

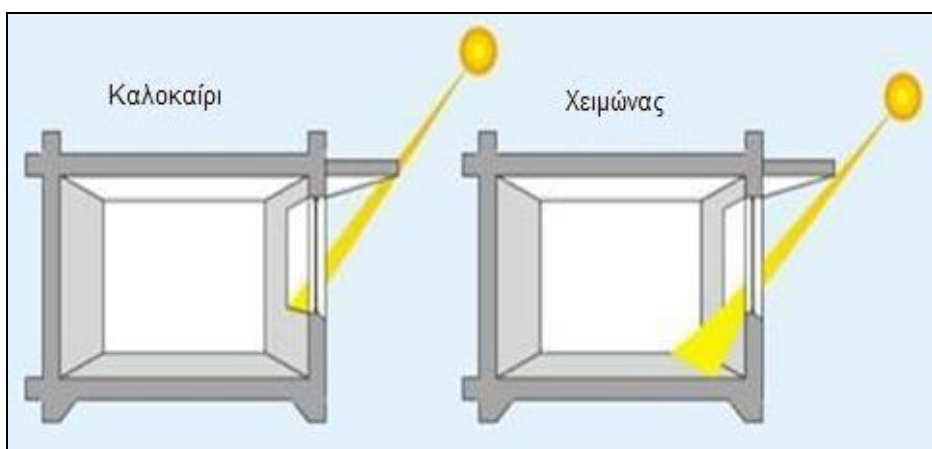
Ο βόρειος προσανατολισμός δέχεται ελάχιστη ηλιακή πρόσπτωση το πρωί και το βράδυ και ενδείκνυται και αυτός για χώρους θερινής χρήσης ή με απαιτήσεις σε σταθερό φωτισμό. Αντίθετα, τα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα δέχονται μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι (ενώ το χειμώνα πολύ μικρά). Για τα ανατολικά και δυτικά παράθυρα, στα οποία οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν από χαμηλά, απαιτείται σκίαση κατακόρυφου τύπου.

Η βασικότερη μέθοδος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων είναι η σκίαση, δηλαδή η παρεμπόδιση των ηλιακών ακτίνων να φθάνουν στα παράθυρα. Το ίδιο το σχήμα του κτιρίου (εσοχές, εξοχές, διατάξεις σε σχήμα Γ ή Π, διαμόρφωση εσωτερικών αυλών ή στοών κ.λπ.), αλλά και ειδικά διαμορφωμένες προεξοχές (όπως πρόβολοι στο νότο) μπορούν να αποτελέσουν σύστημα σκίασης του κτιρίου. Επί πλέον, υπάρχει πληθώρα σκιάστρων για τα ανοίγματα, τα οποία διακρίνονται ανάλογα με τη θέση τους (εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσα των υαλοπινάκων), ανάλογα με τη γεωμετρία τους (κατακόρυφα, οριζόντια, σχαρωτά), ανάλογα με τη δυνατότητα χειρισμού τους (σταθερά ή κινητά) και τέλος, ανάλογα με το υλικό και τις θερμικές και οπτικές ιδιότητες τους και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους.

Η σκίαση αποτελεί και μέσο ελέγχου του φυσικού φωτισμού και, ιδιαίτερα, της θάμβωσης, καθώς μειώνει την άμεση πρόσπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας στους χώρους. Συνεπώς, κατά την επιλογή του κατάλληλου σκιάστρου θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη τόσο η θερμική, όσο και η οπτική του απόδοση όλο το χρόνο.

### Ø Μόνιμα εξωτερικά σκιάστρα

Ένας οριζόντιος πρόβολος πάνω από ένα νότια προσανατολισμένο παράθυρο επιτρέπει στο χειμερινό ήλιο, που βρίσκεται χαμηλά στον ορίζοντα να περάσει στο εσωτερικό του κτιρίου, ενώ το καλοκαίρι τον εμποδίζει, όπως φαίνεται παρακάτω, Εικ. 3.15.

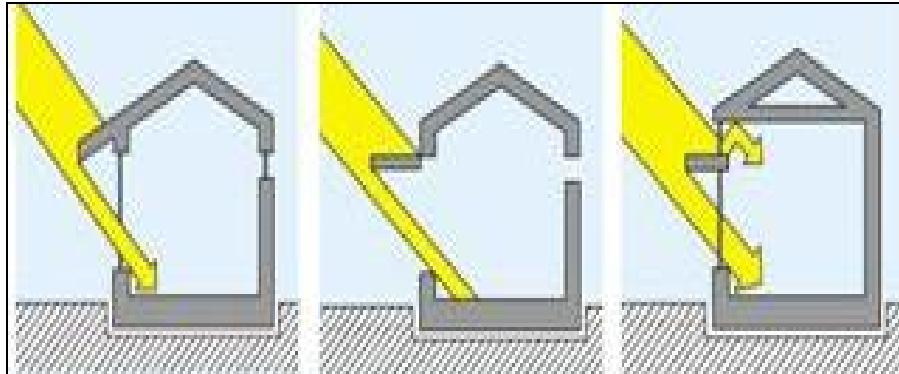


**Εικόνα 3.15:** Διαφορά ηλιακής ακτινοβολίας καλοκαιριού και χειμώνα

**Πηγή:** Ευρωπαϊκός Οργανισμός Σκίασης & Ηλιοπροστασίας ES-SO (European Solar Shading Organization)

Το μέγεθος του προβόλου αυτού εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος του τόπου στον οποίο βρίσκεται το κτίριο. Οι πρόβολοι που εκτείνονται δεξιά και αριστερά των ανοιγμάτων είναι πιο αποτελεσματικοί από πρόβολους που καλύπτουν μόνο το πλάτος του παραθύρου.

Ένα οριζόντιο σκίαστρο δεν μπορεί να ανακόψει τις ηλιακές ακτίνες που έρχονται χαμηλά από την κατεύθυνση της ανατολής ή της δύσης κατά τη διάρκεια το καλοκαιριού. Για το λόγο αυτό, στα ανατολικά και δυτικά ανοίγματα προτιμώνται τα μόνιμα κατακόρυφα σκίαστρα. Στην παρακάτω Εικ. 3.16 απεικονίζονται αλλά τρία είδη σταθερών εξωτερικών σκίαστρων.

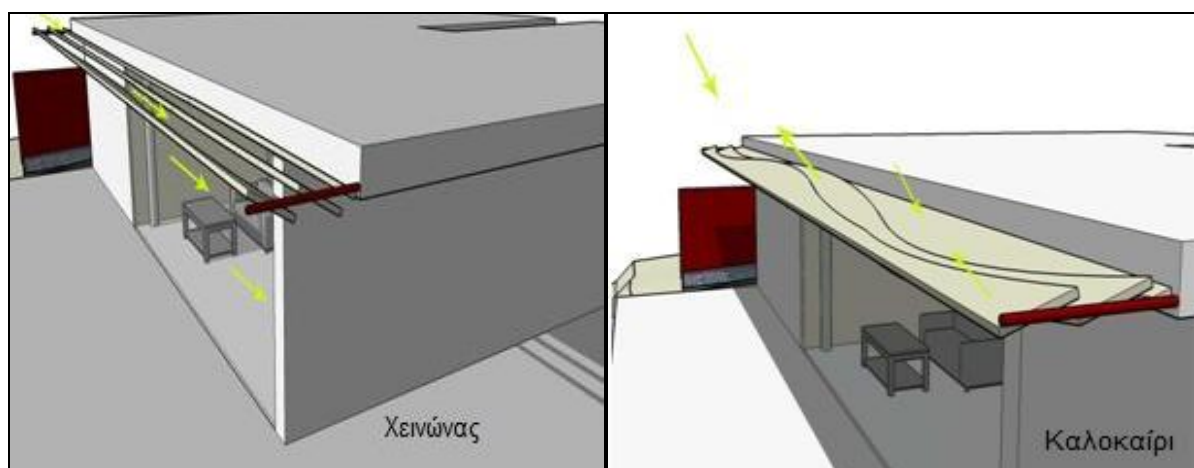


**Εικόνα 3.16:** Είδη μόνιμων εξωτερικών σκίαστρων

Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Σκίασης & Ηλιοπροστασίας ES-SO (European Solar Shading Organization)

### Ø Κινητά σκίαστρα

Γενικά, από ενεργειακής πλευράς, είναι καλύτερο να χρησιμοποιούνται τα εξωτερικά σκίαστρα, καθώς είναι πιο αποτελεσματική η εμπόδιση της ηλιακής ακτινοβολίας πριν περάσει το περίβλημα του κτιρίου. Εξωτερικά κινητά σκίαστρα μπορεί να είναι παντζούρια, περσίδες, τέντες, ρολά, κ.ά. Στην παρακάτω Εικ. 3.17, φαίνετε ένα αυτόματο σύστημα περσίδων την χειμερινή περίοδο και τη θερινή.



**Εικόνα 3.17:** Εξωτερικό κινητό σύστημα σκίασης με αυτόματες περσίδες σε θερινή και χειμερινή περίοδο

Πηγή: ADAMSNET



Για λόγους τεχνικούς ή οικονομικούς μπορεί να είναι προτιμότερα εσωτερικά σκίαστρα, όπως βενετικά στόρια, περσίδες, εσωτερικά παντζούρια, κουρτίνες, κ.λπ., ή και συνδυασμός εξωτερικής σταθερής σκίασης με εσωτερική. Ένας γενικά οικονομικός συνδυασμός σκιάστρων που εξασφαλίζει την απαιτούμενη ηλιοπροστασία σε συνήθη κτίρια είναι σταθερά δομικά στοιχεία (οριζόντια ή κατακόρυφα, ανάλογα με τον προσανατολισμό) και εσωτερικά βενετικά στόρια, τα οποία επί πλέον, μπορούν να συνεισφέρουν και στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού (περιορίζοντας τη θάμβωση που προκαλείται από τα παράθυρα, μέσω της εκτροπής των ηλιακών ακτινών προς την οροφή).

Μια άλλη τεχνική, η οποία είναι ιδανική για μεσογειακά κλίματα είναι η χρήση των παραδοσιακών παντζουριών με κινητά τμήματα και περιστρεφόμενες περσίδες, που εξασφαλίζουν ελεγχόμενη είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοπροστασία, ρύθμιση φυσικού φωτισμού) και δυνατότητα αερισμού, αλλά και νυχτερινή θερμική προστασία για το χειμώνα. Τα κινητά σκίαστρα μπορεί να ελέγχονται χειροκίνητα, μηχανικά ή αυτόματα (π.χ. ανάλογα με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, την εξωτερική ή εσωτερική θερμοκρασία). Ο αυτόματος χειρισμός τους μπορεί να ενταχθεί σε ένα σύστημα συνολικής ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου.

### Ø Ειδικό υαλοπίνακες

Ένας άλλος τρόπος ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων των κτιρίων είναι η χρήση ειδικών υαλοπινάκων. Υπάρχουν διάφορα είδη τέτοιων υαλοπινάκων: έγχρωμοι, απορροφητικοί, ανακλαστικοί, ημιδιαφανείς, επιλεκτικοί, ηλεκτροχρωμικοί κ.ά. με μεγάλη ποικιλία θερμικών και οπτικών ιδιοτήτων, κατάλληλοι για εφαρμογή σε κτίρια διαφόρων τύπων, όπως αναφερθήκαμε παραπάνω στις επεμβάσεις των κουφωμάτων και υαλοπινάκων.

### Ø Βλάστηση

Ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδος ηλιοπροστασίας του κτιρίου και των ανοιγμάτων του είναι και η χρήση βλάστησης είτε με κατάλληλα φυτεμένα φυλλοβόλα ή αειθαλή δέντρα, είτε με άλλα φυτά σε κατάλληλες θέσεις (πέργκολες, μπαλκόνια, κ.λπ.), Εικ. 3.18.



**Εικόνα 3.18:** Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων με κατάλληλα φυτεμένα φυλλοβόλα ή αειθαλή δέντρα  
**Πηγή:** Ευρωπαϊκός Οργανισμός Σκίασης & Ηλιοπροστασίας ES-SO (European Solar Shading Organization)

Τα φυλλοβόλα δέντρα έχουν το πλεονέκτημα ότι παρέχουν σταδιακή ηλιοπροστασία από την άνοιξη ως και το φθινόπωρο, ενώ το χειμώνα αφήνουν τις ωφέλιμες ηλιακές ακτίνες να εισχωρούν στο κτίριο και έτσι, αποτελούν ιδανική λύση για νότιο προσανατολισμό. Ιδιαίτερα ωφέλιμη είναι η σκίαση που παρέχουν τα δέντρα (είτε αειθαλή είτε φυλλοβόλα) σε ανοίγματα με ανατολικό ή/και δυτικό προσανατολισμό. Εκτός, όμως, από τη σκίαση του κτιρίου, η βλάστηση έχει την ιδιότητα να παρέχει δροσισμό από την εξάτμιση μέσω των φυλλωμάτων και συχνά, να εμποδίζει ή να κατευθύνει τους ανέμους προς ή από το κτίριο κατά το δοκούν, συντελώντας έτσι στο φυσικό δροσισμό ή τη θερμική προστασία του.

Τέλος, η βλάστηση συντελεί στη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος με αποτέλεσμα να περιορίζεται η θερμική επιβάρυνση του κτιρίου κατά τις θερμές περιόδους, αλλά και να δημιουργείται ευχάριστη ατμόσφαιρα για την παραμονή των ενοίκων εκτός του κτιρίου για μεγάλες περιόδους του χρόνου.

## 6. Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός αποτελεί τη βασικότερη τεχνική απομάκρυνσης της θερμότητας από το κτίριο. Με την εφαρμογή του αερισμού, ιδιαίτερα κατά ενδιάμεσες περιόδους του έτους (Απρίλιος – Μάιος και Σεπτέμβριος – Οκτώβριος) και τις βραδινές ώρες κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξεως 10% - 15% χωρίς καμία επιπλέον οικονομική επιβάρυνση εγκατάστασης εξοπλισμού.

Με το φυσικό αερισμό επιτυγχάνονται τρία πράγματα:

- Απομακρύνεται η θερμότητα από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον, όταν οι εξωτερικές θερμοκρασίες το επιτρέπουν
- Απομακρύνεται η αποθηκευμένη θερμότητα από τα δομικά στοιχεία του κτιρίου
- Απομακρύνεται θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα, με αποτέλεσμα την αύξηση του επιπέδου θερμικής άνεσης ενός χώρου, ακόμα και σε σχετικά ψηλές θερμοκρασίες.

Ο φυσικός αερισμός των κτιρίων μπορεί να εξοικονομήσει μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Από μετρήσεις και ενεργειακές καταγραφές και προσομοιώσεις σε κατοικίες στην Ελλάδα, προκύπτει μείωση της τάξης του 75 με 100% του ψυκτικού φορτίου λόγω του αερισμού (εφόσον εφαρμόζεται επαρκής ηλιοπροστασία στα κτίρια), γεγονός που σημαίνει ότι μπορεί να υποκαταστήσει ένα κλιματιστικό σύστημα, καθώς δημιουργούνται συνθήκες θερμικής άνεσης μέσα στους χώρους.

Οι βασικότεροι τύποι φυσικού αερισμού είναι:

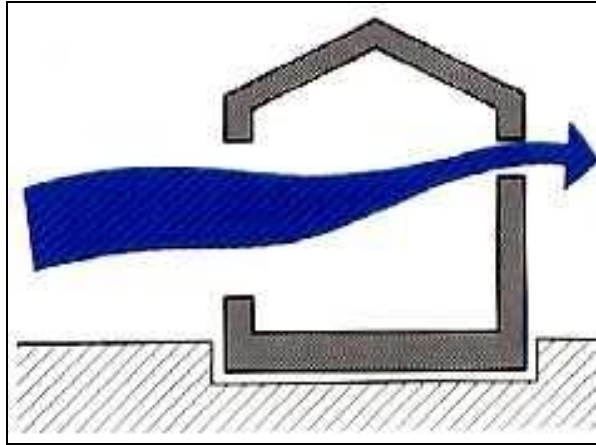
1. **Ο μονόπλευρος με ανοίγματα στο ίδιο ύψος.** Όταν η εσωτερική θερμοκρασία είναι υψηλότερη από τη θερμοκρασία του εξωτερικού περιβάλλοντος, ψυχρότερος αέρας εισέρχεται από το χαμηλότερο τμήμα του ανοίγματος, ενώ ο θερμός αέρας διαφεύγει μέσω του υψηλότερου τμήματος του ανοίγματος Εικ. 3.19. Το κατακόρυφο ύψος των ανοιγμάτων επηρεάζει άμεσα τη διαδικασία





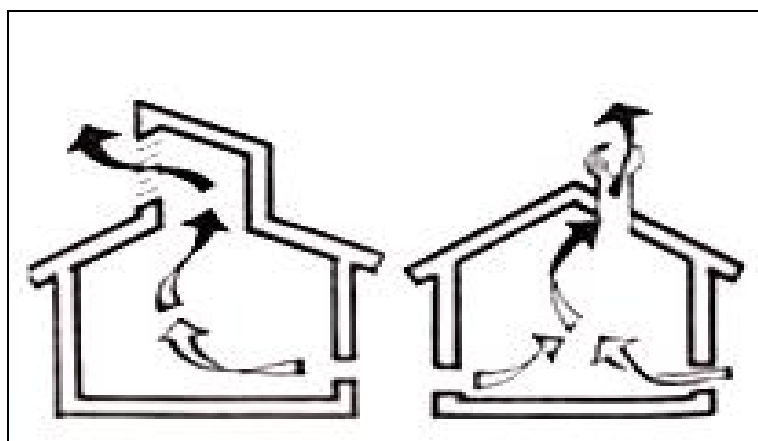
**Εικόνα 3.19:** Τυπική διάταξη φυσικού αερισμού μονόπλευρου ανοίγματος  
**Πηγή:** Τμήμα Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ

2. **Ο αερισμός με ανοίγματα σε διαφορετικά επίπεδα.** Στην περίπτωση αυτή, οι κυριότερες παράμετροι που επηρεάζουν τη διαδικασία του φυσικού αερισμού είναι η κατακόρυφη απόσταση ανάμεσα στα δύο ανοίγματα και οι επιφάνειες των δύο ανοιγμάτων.
3. **Διαμπερής αερισμός.** Ο διαμπερής αερισμός Εικ. 3.20 επιτυγχάνεται με κατάλληλο σχεδιασμό των ανοιγμάτων στο κέλυφος και στις εσωτερικές τοιχοποιίες. Θυρίδες στο άνω και κάτω τμήμα των διαχωριστικών εσωτερικών τοίχων επιτρέπουν την κίνηση του αέρα στους εσωτερικούς χώρους και την απομάκρυνση της συσσωρευμένης θερμικής ενέργειας. Ο διαμπερής αερισμός επηρεάζεται από την εξωτερική και εσωτερική διαρρύθμιση του κτιρίου σε σχέση με τους επικρατούντες ανέμους. Η θέση του κτιρίου σε σχέση με τον πολεοδομικό ιστό, και εν γένει εξωτερικά εμπόδια διευκολύνουν ή ενισχύουν την είσοδο του αέρα μέσα στο κτίριο. Πλευρικοί τοίχοι προσαρτημένοι στα ανοίγματα (ανεμοπτερύγια) μπορούν να εκτρέψουν τον άνεμο εσωτερικά στο κτίριο, ενισχύοντας έτσι τη δυνατότητα φυσικού αερισμού. Ο νυχτερινός διαμπερής αερισμός είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός κατά τη διάρκεια της θερινής περιόδου, ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες, κατά τις οποίες ο ημερήσιος αερισμός δεν είναι δυνατός. Ο νυχτερινός αερισμός συνεισφέρει και στην αποθήκευση «δροσιάς» στη θερμική μάζα του κτιρίου, σαρώνοντας τις επιφάνειες του κτιρίου με δροσερό αέρα, με αποτέλεσμα τη μειωμένη επιβάρυνση του κτιρίου κατά την επόμενη μέρα.



**Εικόνα 3.20:** Τυπική διάταξη διαμπερούς αερισμού  
**Πηγή:** Τμήμα Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ

4. **Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός).** Η καμινάδα αερισμού Εικ. 3.21 λειτουργεί αξιοποιώντας το φαινόμενο του φυσικού ελκυσμού, καθώς ο θερμός αέρας κινείται προς τα επάνω και έτσι δημιουργείται ρεύμα στο εσωτερικό των χώρων, μεταφέροντας τη θερμότητα εκτός του κτιρίου. Η λειτουργία της καμινάδας αερισμού γίνεται σε συνδυασμό με κατάλληλα ανοίγματα του κτιρίου. Όταν δεν υπάρχει έντονο ρεύμα αέρα γύρω από το κτίριο, το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με ανεμιστήρα (υβριδικός αερισμός), ο οποίος ενσωματώνεται στο υψηλότερο τμήμα της καμινάδας, εξασφαλίζοντας συνεχή εναλλαγή του εσωτερικού αέρα. Ως καμινάδες αερισμού μπορεί να λειτουργούν κατάλληλα διαμορφωμένα κλιμακοστάσια ή και εσωτερικά αίθρια ή φωταγωγοί των κτιρίων. Σε περιοχές με έντονο άνεμο υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής πύργων αερισμού, οι οποίοι προεξέχουν σημαντικά από την οροφή του κτιρίου, φέρουν άνοιγμα προς την σημαντική κατεύθυνση του ανέμου και έχουν τη δυνατότητα να «συλλαμβάνουν» τα ψυχρά ρεύματα αέρα και να τα κατευθύνουν μέσα στο χώρο, υποβοηθούμενοι, σε ορισμένες περιπτώσεις, από ανεμιστήρα.



**Εικόνα 3.21:** Τυπική διάταξη καμινάδας ή πύργου αερισμού  
**Πηγή:** Τμήμα Αρχιτεκτόνων ΕΜΠ

Εάν ο φυσικός αερισμός δεν μπορεί να επιτευχθεί επαρκώς με φυσικό τρόπο, συνιστάται η χρήση μηχανικού ή και υβριδικού αερισμού, για τα οποία θα μιλήσουμε παρακάτω στις παρεμβάσεις Η/Μ εγκαταστάσεων.

## 7. Εγκατάσταση ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα στα κτίρια αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση των χώρων το χειμώνα. Αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου, που, αξιοποιώντας τους νόμους μεταφοράς θερμότητας, συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και ειδικότερα, στην είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω του γυαλιού ή άλλου διαφανούς υλικού και τον εγκλωβισμό της προκύπτουσας θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Η εφαρμογή παθητικών ηλιακών συστημάτων συνιστάται κυρίως στην κλιματική Ζώνη Γ του **Κανονισμού Θερμομόνωσης** ή στις κλιματικές Ζώνες Γ και Δ του **Κ.ΕΝ.Α.Κ. (ν. 3661/08)**.

Τα συνηθέστερα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι:

- **Άμεσου κέρδους:** Πρόκειται για την απευθείας θέρμανση που εισέρχεται από τον ήλιο μέσω των ανοιγμάτων .
- **Έμμεσου κέρδους:** Στην περίπτωση αυτή η ηλιακή ακτινοβολία δεσμεύεται και αποθηκεύεται ως θερμότητα πριν εισέλθει στο χώρο που πρόκειται να θερμανθεί. Η χρονική καθυστέρηση της απόδοσης της θερμότητας εξαρτάται από τη θερμική μάζα. Διακρίνονται τέσσερις κατηγορίες:
  1. **Ηλιακοί τοίχοι**
  2. **Ηλιακοί χώροι – Θερμοκήπια**
  3. **Ηλιακά αίθρια**
  4. **Συστήματα απομονωμένου κέρδους (εκτός του κτιριακού περιβλήματος)**

1. Οι **ηλιακοί τοίχοι** αποτελούνται από τοιχοποιίες συνδυαζόμενες με υαλοστάσιο, τοποθετημένο εξωτερικά, σε απόσταση 5-15 cm. Η τοιχοποιία μπορεί να είναι είτε αμόνωτος τοίχος μεγάλης θερμικής μάζας, είτε θερμομονωμένη κατασκευή. Το υαλοστάσιο μπορεί να είναι σταθερό ή ανοιγόμενο και να φέρει μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες. Οι ηλιακοί τοίχοι συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και τη μεταδίδουν σε μορφή θερμότητας στους χώρους.

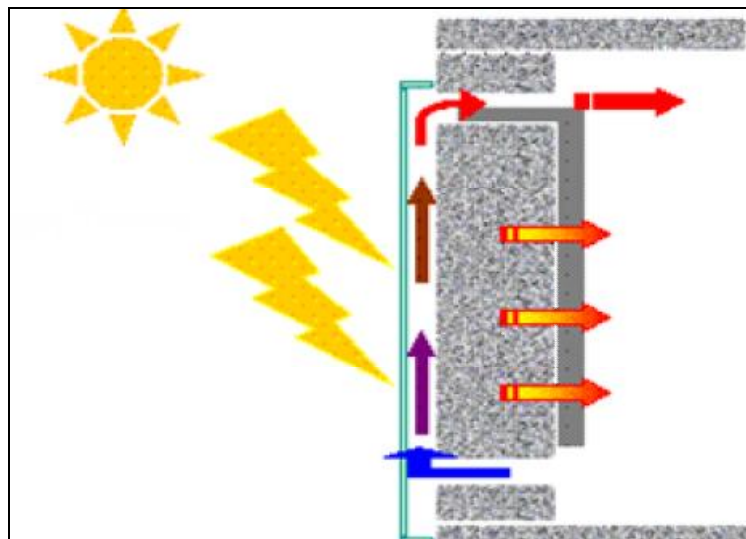
Οι ηλιακοί τοίχοι διακρίνονται σε:

**α) Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης.** Οι τοίχοι αυτοί αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης). Η εξωτερική τους επιφάνεια είναι σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Η απορροφώμενη ακτινοβολία μεταδίδεται με αγωγή, ακτινοβολία και συναγωγή (μεταφορά μέσω του αέρα) στον εσωτερικό χώρο.

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης μπορεί να είναι:

- **απλοί τοίχοι μάζας** (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγούς κατασκευής, είτε αποτελούμενοι από δοχεία νερού ή με υλικά αλλαγής φάσης
- **τοίχοι μάζας θερμοσιφωνικής ροής** (Trombe - Michel)

Στην περίπτωση του τοίχου Trombe – Michel Εικ. 3.22, χαρακτηριστικό είναι η πρόβλεψη ανοιγμάτων-θυρίδων στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου, που διευκολύνουν τη κίνηση του αέρα και την αποτελεσματικότερη και αμεσότερη μετάδοση της ηλιακής θερμότητας στο εσωτερικό. Το χειμώνα κατά τη διάρκεια της μέρας, ο θερμαινόμενος από την ηλιακή ενέργεια αέρας που βρίσκεται στο κενό τοίχου-γυαλιού ανεβαίνει ψηλά και μπαίνει στο εσωτερικό του κτιρίου από τα πάνω ανοίγματα. Τον αντικαθιστά ψυχρότερος αέρας που εισέρχεται από τον εσωτερικό χώρο από τα κάτω ανοίγματα. Το βράδυ όλα τα ανοίγματα πρέπει να παραμένουν κλειστά, έτσι ώστε το εσωτερικό περιβάλλον να επωφελείται από την αποθηκευμένη θερμότητα που απελευθερώνεται από τον τοίχο και να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς τα έξω.

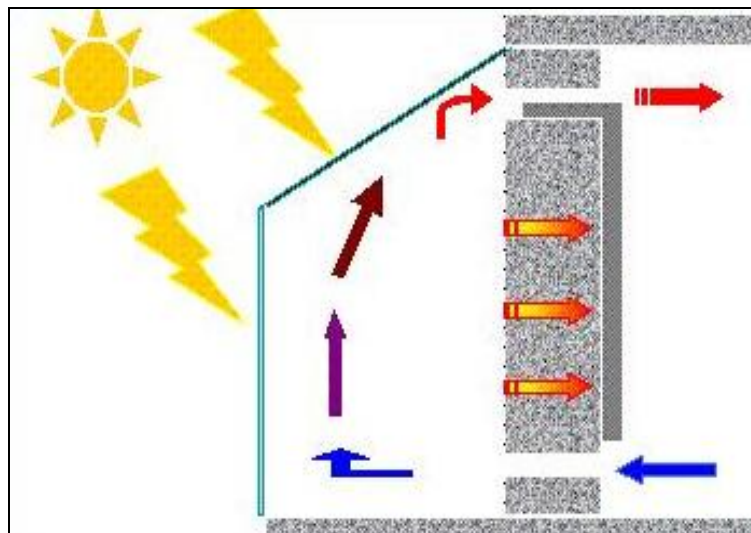


**Εικόνα 3.22:** Λειτουργία τοίχου Trombe  
**Πηγή:** Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

**β) Θερμοσιφωνικό πανέλο.** Το σύστημα αυτό αποτελεί παρόμοια κατασκευή και λειτουργία με τον τοίχο Trombe - Michel , χωρίς την ύπαρξη και λειτουργία της θερμικής μάζας. Η βασική διαφορά από τον τοίχο μάζας θερμοσιφωνικής ροής είναι ότι ο τοίχος του πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομόνωσης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται μόνο με συναγωγή (μεταφορά) από τον αέρα του διακένου, ο οποίος μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω των θυρίδων ή αγωγών. Επί πλέον, το θερμοσιφωνικό πανέλο συνήθως φέρει στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου προς το διάκενο μεταλλική απορροφητική πλάκα για μεγαλύτερη απόδοση. Έτσι, κατά τη χειμερινή περίοδο, η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στο συλλέκτη (γυάλινη επιφάνεια) μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο μέσω θυρίδων στο άνω τμήμα του πανέλου.

Θυρίδες στο κατώτερο τμήμα επιτρέπουν την εισροή αέρα από το εσωτερικό του κτιρίου στο διάκενο του θερμοσιφωνικού πάνελου. Κατά τη θερινή περίοδο, η λειτουργία του αντιστρέφεται. Ανοίγματα στο άνω τμήμα του υαλοστασίου επιτρέπουν την κίνηση του θερμού αέρα προς τον εξωτερικό χώρο με αποτέλεσμα το δροσισμό του κτιρίου.

**2. Η λειτουργία στους ηλιακούς χώρους – θερμοκήπια**, Εικ. 3.23, βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, μια διαδικασία που ολοκληρώνεται σε τρία στάδια. Πρώτα συλλέγεται η μικρού κύματος ηλιακή ενέργεια από τα υαλοστάσια του θερμοκηπίου, μετά απορροφάται από τα συμπαγή στοιχεία του περιβλήματος του κτιρίου και τέλος επανεκπέμπεται ως θερμική ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, η οποία δεν μπορεί να περάσει από τα γυάλινα στοιχεία του θερμοκηπίου. Αποτέλεσμα αυτού του φαινομένου είναι η παγίδευση τμήματος της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο και επομένως η αύξηση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του και στη συνέχεια η μετάδοση της θερμότητας στους παρακείμενους χώρους.



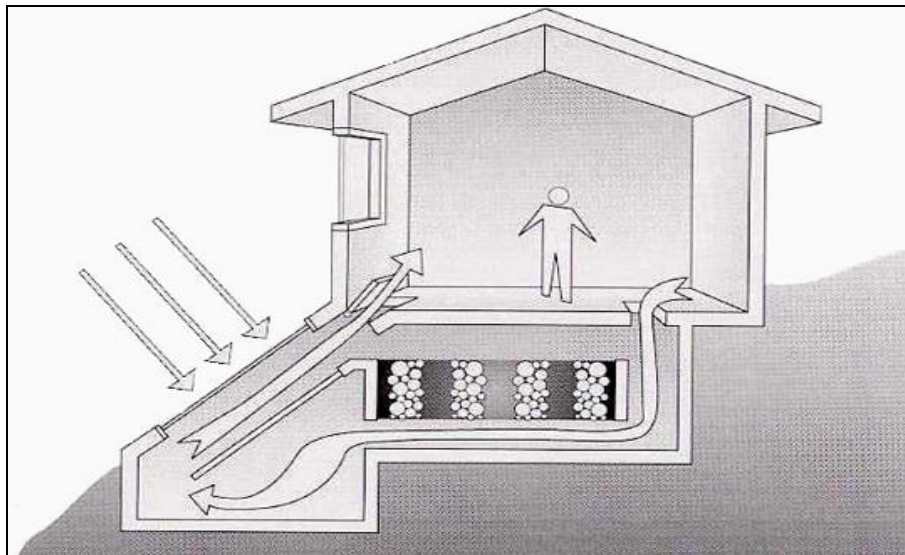
**Εικόνα 3.23:** Λειτουργία θερμοκηπίου  
Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

**3. Ο αιθριακός χώρος ενός κτιρίου ο οποίος επικαλύπτεται με υαλοστάσια αποτελεί ένα άλλο σύστημα έμμεσου ηλιακού κέρδους, το ηλιακό αίθριο** Εικ. 3.24. Η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από το γυάλινο στοιχείο της οροφής, συσσωρεύεται στον εσωτερικό χώρο του αιθρίου και μέρος της μεταφέρεται στους περιβάλλοντες εσωτερικούς χώρους του κτιρίου ή των κτιρίων μέσω των ανοιγμάτων τους, ενώ μέρος αποθηκεύεται στα δομικά στοιχεία. Κατά τη χειμερινή περίοδο το ηλιακό αίθριο λειτουργεί και ως χώρος θερμικής ανάσχεσης. Κατά τη θερινή περίοδο όμως, για την αποφυγή υπερθέρμανσης, απαιτείται αερισμός του αιθρίου μέσω ανοιγμάτων στη γυάλινη οροφή καθώς και πλήρης σκιασμός.



**Εικόνα 3.24:** Ηλιακό αίθριο Τ.Ε.Ι. Πατρών

**4. Το σύστημα απομονωμένου κέρδους** (Εικ. 3.25, με απομονωμένο θερμοσιφωνικό πανέλο λειτουργεί όπως και το θερμοσιφωνικό πανέλο που είναι προσαρτημένο στη όψη του κτιρίου, βρίσκεται όμως εκτός του κτιριακού περιβλήματος. Αποτελείται από υαλοπίνακα, διάκενο αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια, που φέρει μόνωση εξωτερικά. Τοποθετείται εν γένει χαμηλότερα από τους κύριους χώρους του κτιρίου με κλίση 40° περίπου. Η θερμότητα που συλλέγεται στο διάκενο αέρα, μεταφέρεται μέσω αγωγών με θερμοσιφωνική ροή είτε απ' ευθείας στους χώρους του κτιρίου, είτε σε αποθήκη θερμότητας (rock bed) απ' όπου αποδίδεται σταδιακά στους χώρους.



**Εικόνα 3.25:** Σύστημα απομονωμένου κέρδους με θερμοσιφωνικό πανέλο  
Πηγή: Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)



### 3.2.2 Ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων

Η ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων καλύπτεται με τις κυριότερες ακόλουθες επεμβάσεις: 1) Στο σύστημα θέρμανσης, 2) Στο σύστημα κλιματισμού, 3) Στους κινητήρες – κυκλοφορητές, 4) Ελεύθερη ψύξη (free cooling), 5) Υβριδικός αερισμός, 6) Στο Ζ.Ν.Χ., 7) Στη Σ.Η.Θ.

#### 1. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα κεντρικής θέρμανσης

Οι λέβητες χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανίες, στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις καθώς και στον τριτογενή τομέα για την παραγωγή ατμού ή ζεστού νερού. Η λειτουργία των λέβητων απαιτεί σημαντικές καταναλώσεις καυσίμων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας υπό μορφή ατμού ή ζεστού νερού. Αυτό σημαίνει ότι η λειτουργία τους με υψηλό βαθμό απόδοσης είναι σημαντική παράμετρος για την εξοικονόμηση ενέργειας.

#### ∅ Δυνατότητα εξοικονόμησης στο σύστημα θέρμανσης:

- Εγκατάσταση σωστά διαστασιολογημένων αντλιών κυκλοφορίας με ηλεκτρονική ρύθμιση ισχύος
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα σώματα (Εικ. 3.26)
- Θερμομόνωση σωληνώσεων της θέρμανσης (Εικ. 3.27)
- Εγκατάσταση ελατηρίων στους φλογοσωλήνες για τη δημιουργία περισσότερης τύρβης, ώστε να αυξηθεί η μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων της καύσης και του νερού
- Εγκατάσταση φυσητήρων αιθάλης για την απομάκρυνση των επικαθίσεων στους σωλήνες που μειώνουν τη μεταφορά θερμότητας μεταξύ των θερμών αερίων και του νερού
- Χρήση προθερμαντήρων του αέρα για τη μεταφορά ενέργειας από τα καυσαέρια της καμινάδας στον αέρα καύσης



**Εικόνα 3.26:** Ενδεικτικοί τύποι θερμοστατικών βαλβίδων  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

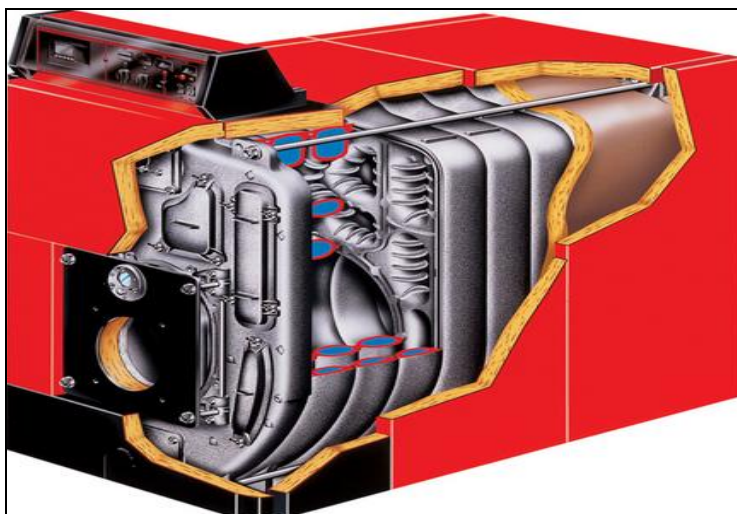


**Εικόνα 3.27:** Θερμομόνωση σωληνώσεων θέρμανσης  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

## Ø Δυνατότητα εξοικονόμησης με χρήση λεβήτων νέων τεχνολογιών

### ✓ Χρήση λεβήτων υψηλής απόδοσης

Μια από τις πιο σύγχρονες τεχνολογίες καύσης που διατίθεται σήμερα στην αγορά είναι οι λέβητες αερίου παλμικής καύσης, όπου μετά τη θέρμανση του θαλάμου καύσης η διαδικασία της καύσης συνεχίζεται αυτόματα, χωρίς την ανάγκη καυστήρα ή φλόγας. Σχεδόν όλη η θερμότητα της καύσης χρησιμοποιείται για τη θέρμανση του νερού του λέβητα, ενώ η λανθάνουσα θερμότητα από τα προϊόντα καύσης χρησιμοποιείται για συμπύκνωση των καυσαερίων, αυξάνοντας ακόμα περισσότερο την απόδοση του λέβητα. Στους λέβητες αυτούς η απόδοση καύσης μπορεί να φθάσει μέχρι και 95%, ενώ μπορούν να φθάσουν στη θερμοκρασία λειτουργίας τους στο μισό χρόνο από αυτών των συμβατικών και σαφώς εκπέμπουν λιγότερους ρύπους στην ατμόσφαιρα. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικ. 3.28) απεικονίζεται λέβητας υψηλής απόδοσης.



**Εικόνα 3.28:** Λέβητας υψηλής απόδοσης  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια



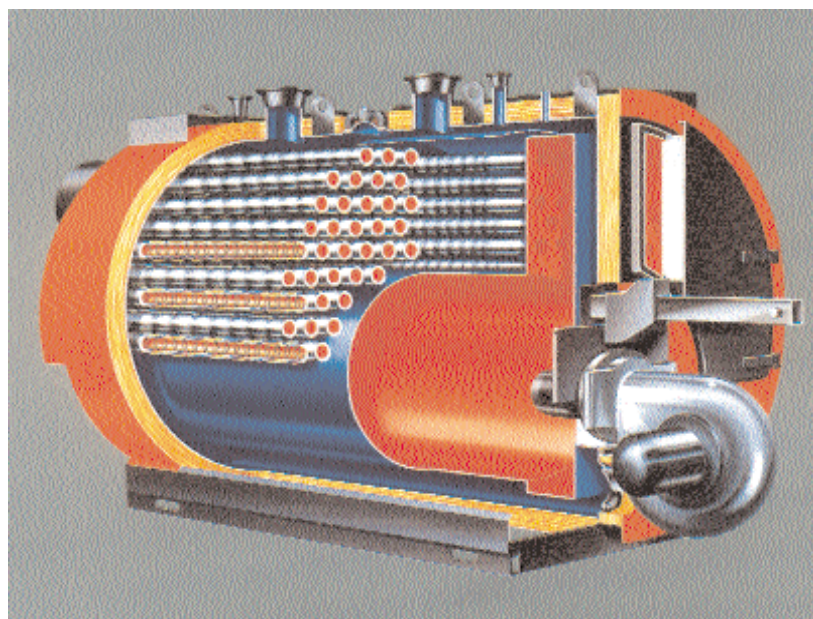
### ✓ Χρήση λεβήτων με υπομονάδες

Σε μια εγκατάσταση λέβητα με υπομονάδες, αρχικά εκκινεί ένας λέβητας για την κάλυψη των μικρών θερμικών φορτίων. Κατόπιν, καθώς αυξάνεται το φορτίο, νέοι λέβητες εκκινούν και μπαίνουν σε σειρά ώστε να αυξηθεί σταδιακά το δυναμικό του συστήματος θέρμανσης. Αντίστοιχα, καθώς μειώνεται το φορτίο, οι λέβητες βγαίνουν εκτός ο ένας μετά τον άλλον. Οι εγκαταστάσεις λεβήτων με υπομονάδες είναι κατάλληλες για εφαρμογές με μεγάλη διακύμανση των φορτίων θέρμανσης, ατμού ή ζεστού νερού, όπως τα ξενοδοχεία, τα σχολεία ή τα πολυώροφα κτίρια. Οι λέβητες αυτοί μπορούν να αυξήσουν την ολική εποχιακή απόδοση του συστήματος θέρμανσης κατά 15 έως 30%.

### ✓ Χρήση λεβήτων χαμηλών θερμοκρασιών

Οι λέβητες αυτοί λόγω της κατασκευής και της ρύθμισής τους λειτουργούν με μέγιστη θερμοκρασία νερού 75 °C και ελάχιστη θερμοκρασία αυτή που έχει ο χώρος που θερμαίνεται. Οι χαμηλές θερμοκρασίες νερού μειώνουν τις θερμικές απώλειες του λέβητα από τη μόνωση καθώς και από τα καυσαέρια, βελτιώνοντας σημαντικά τον ετήσιο βαθμό εκμετάλλευσης.

Στους λέβητες αυτούς οι θερμικές απώλειες του λέβητα από τη μόνωση είναι μικρότερες, επίσης λόγω χαμηλότερης θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων εκμεταλλεύονται το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειάς τους. Έτσι λόγω υψηλότερου βαθμού απόδοσης, καταναλώνεται λιγότερο καύσιμο. Οι λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών είναι κατάλληλοι για εφαρμογές με χαμηλή θερμοκρασία νερού, όπως είναι η ενδοδαπέδια θέρμανση. Στη παρακάτω Εικ. 3.29 απεικονίζεται λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών.



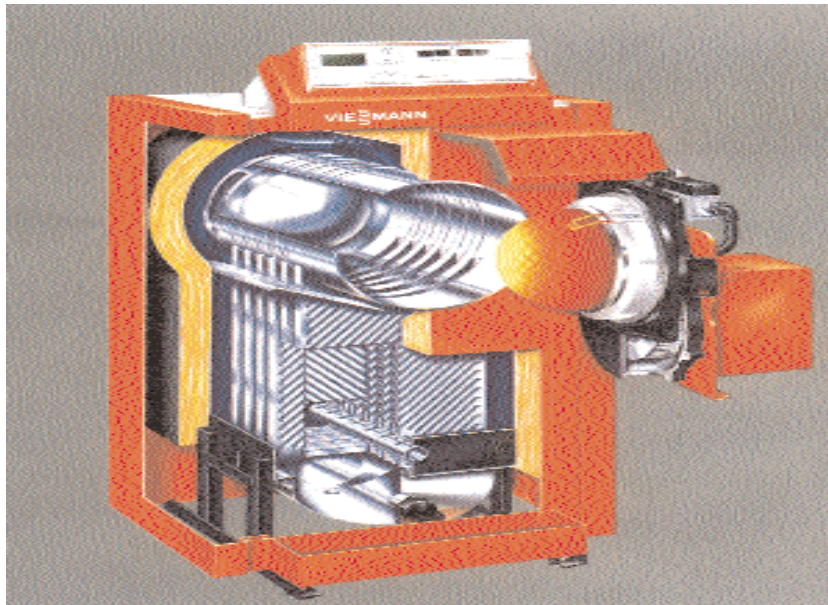
**Εικόνα 3.29:** Λέβητας χαμηλών θερμοκρασιών  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

## ✓ Χρήση λεβήτων συμπύκνωσης

Οι λέβητες αυτοί είναι κατασκευασμένοι για συνεχή συμπύκνωση του μεγαλύτερου μέρους των υδρατμών των καυσαερίων. Οι λέβητες συμπύκνωσης χρησιμοποιούνται τόσο στην ενδοδαπέδια θέρμανση, όσο και σε λοιπές εφαρμογές.

Οι λέβητες αυτοί αναπτύχθηκαν για την εκμετάλλευση της ενθαλπίας συμπύκνωσης των υδρατμών των καυσαερίων, δηλαδή της ανώτερης θερμογόνου δύναμης του καυσίμου. Πρόκειται βασικά για λέβητες οι οποίοι καίνε αέρια καύσιμα, υπάρχουν όμως και ορισμένοι λέβητες πετρελαίου. Τα αέρια καύσιμα έχουν το πλεονέκτημα αυξημένης περιεκτικότητας υδρογόνου, ενώ δεν περιέχουν θείο, τα παραγόμενα οξείδια του οποίου προκαλούν διάβρωση κατά την καύση.

Σε ένα λέβητα συμπύκνωσης είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί περίπου το 50 έως 80% της λανθάνουσας θερμότητας των υδρατμών επιτυγχάνοντας βαθμό απόδοσης μέχρι 107% περίπου. Στην παρακάτω Εικ. 3.30 απεικονίζεται λέβητας συμπύκνωσης.



**Εικόνα 3.30:** Λέβητας συμπύκνωσης  
Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

## 2. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα κλιματισμού

Οι εγκαταστάσεις κλιματισμού ρυθμίζουν το κλίμα στο εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων σε όλη τη διάρκεια του έτους και διατηρούν τις μεταβολές αυτές (θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα, καθαρότητα αέρα) μέσα σε προκαθορισμένα όρια.

Τα συστήματα κλιματισμού σύμφωνα με το μέσο που μεταφέρεται η ενέργεια στους κλιματιζόμενους χώρους, διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- Συστήματα κλιματισμού μόνο με αέρα
- Συστήματα κλιματισμού μόνο με νερό
- Συστήματα κλιματισμού αέρα – νερού
- Συστήματα κλιματισμού απευθείας εκτόνωσης ψυκτικού μέσου

Η εξοικονόμηση ενέργειας στα συστήματα κλιματισμού μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

## **∅ Δυνατότητα εξοικονόμησης από παρεμβάσεις στο σύστημα κλιματισμού**

### **α) Αντικατάσταση των υφιστάμενων ψυκτικών συστημάτων με άλλα πιο αποδοτικά.**

Η αντικατάσταση της υφιστάμενης ψυκτικής μονάδας με μία νέα και πιο αποδοτική μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη. Τελευταία, έχουν επιτευχθεί σημαντικές βελτιώσεις στην ολική απόδοση των ψυκτικών μονάδων κύκλου συμπύεσης με την εμφάνιση των ψυκτών με δύο συμπιεστές, των φυγοκεντρικών ψυκτών μεταβλητής ταχύτητας και των ψυκτών ελικοειδούς συμπιεστή.

### **β) Βελτίωση των υφιστάμενων συστημάτων ελέγχου των ψυκτικών εγκαταστάσεων.**

#### **γ) Πρόψυξη κτιρίου.**

Η μέθοδος αυτή πραγματοποιείται με την ελάττωση της θερμοκρασίας του κτιρίου κατά αρκετούς βαθμούς κάτω της επιθυμητής (4 – 6 ώρες πριν την έναρξη της χρήσης του).

#### **δ) Χρήση εξοικονομητή.**

Πρόκειται συνήθως για έναν εναλλάκτη νερού – αέρα, η τοποθέτηση του οποίου γίνεται έπειτα από τον συμπυκνωτή και ο οποίος εκμεταλλεύεται τη χαμηλή θερμοκρασία του πύργου ψύξης προς πρόψυξη του εισερχόμενου αέρα. Για τον απ' ευθείας δροσισμό της κτιριακής εγκατάστασης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί μέσω μηχανικού αερισμού και ο αέρας του εξωτερικού χώρου.

#### **ε) Αποθήκευση της ψυκτικής ενέργειας.**

Γίνεται αποθήκευση του ψυχρού νερού, το οποίο πλεονάζει κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης ψυκτικού φορτίου, σε μονωμένες δεξαμενές και χρησιμοποιείται κατά τις ώρες αιχμής. Επομένως, χρησιμοποιώντας το αποθηκευμένο νερό κατά τις ώρες αιχμής μειώνεται το κόστος λειτουργίας των ψυκτών.

#### **στ) Θερμομόνωση των αεραγωγών και των σωληνώσεων.**

Με τη θερμομόνωση ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του θερμού αέρα / νερού το χειμώνα και τα θερμικά κέρδη του ψυχρού αέρα / νερού το καλοκαίρι και εξοικονομείται ενέργεια. Η κατασκευή των δικτύων αεραγωγών θα πρέπει να γίνεται με τέτοιων τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι απώλειες του αέρα.

#### **ζ) Σωστή επιλογή φίλτρων αέρα και τακτικός καθαρισμός τους.**

Συνιστάται η επιλογή φίλτρων που προκαλούν μικρή πτώση πίεσης και να γίνεται τακτικός καθαρισμός (ανά μήνα).

#### **η) Χρήση ανεμιστήρων υψηλής απόδοσης με κινητήρες πολλαπλών ταχυτήτων.**

## Ø Άλλοι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα κλιματισμού

**α) Εξέταση όλων των δυνατοτήτων μείωσης των ψυκτικών και θερμικών φορτίων**, πριν από την εγκατάσταση των συσκευών κλιματισμού.

**β) Επιλογή του κατάλληλου συστήματος κλιματισμού για την κάθε εφαρμογή.** Υπάρχουν διάφορα συστήματα, τα οποία είναι κατάλληλα για ορισμένους τύπους κτιρίων και άλλα τα οποία είναι εντελώς ακατάλληλα. Σε κτίρια κατοικιών χρησιμοποιούνται κυρίως τοπικά συστήματα απευθείας εκτόνωσης σε κάθε χώρο. Σε κτίρια γραφείων χρησιμοποιούνται κυρίως κεντρικά συστήματα με νερό ή με αέρα και νερό ενώ σε εμπορικά κτίρια κεντρικά συστήματα με αέρα.

**γ) Εγκατάσταση συστημάτων κεντρικού κλιματισμού.** Τα κεντρικά συστήματα συνήθως λειτουργούν με μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, εφόσον έχουν μελετηθεί σωστά και είναι εξοπλισμένα με σύστημα αυτομάτου ελέγχου και ρύθμισης. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικ. 3.31) απεικονίζεται σύστημα κεντρικού κλιματισμού.



**Εικόνα 3.31:** Σύστημα κεντρικού κλιματισμού  
Πηγή: ENFORCE (Energy Auditor Network)

**δ) Σε κτίρια πολλών και διαφορετικών χρήσεων** (εμπορικά κέντρα, ξενοδοχεία, νοσοκομεία) χωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες (ομάδες χώρων με ομοιόμορφη συμπεριφορά φορτίων και ομοιόμορφη απαίτηση συνθηκών αέρα) και εγκατάσταση σε κάθε ζώνη διαφορετικού συστήματος κλιματισμού, κατάλληλου για τη χρήση της.

**ε) Σωστή επιλογή μεγέθους συσκευών** (ψυκτικών μονάδων, αντλιών θερμότητας, κεντρικών κλιματιστικών μονάδων κ.λ.π.) ώστε να καλύπτουν τα πραγματικά φορτία.

**στ) Επιλογή συσκευών με υψηλό βαθμό απόδοσης**, χαμηλή κατανάλωση και δυνατότητα ρύθμισης για περιπτώσεις μερικού φορτίου. Ιδιαίτερα για τις ψυκτικές μονάδες με ψυκτικά ρευστά, ο λόγος ψυκτική ισχύς / ηλεκτρική ισχύς (COP) πρέπει να είναι τουλάχιστον 3, σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.



ζ) Σε υπάρχουσες εγκαταστάσεις, αντικατάσταση παλαιών ψυκτικών μονάδων με αντίστοιχες νέας τεχνολογίας και υψηλού βαθμού απόδοσης (π.χ. ψυκτικές μονάδες με συμπιεστές μεταβλητής ισχύος, ψυκτικές μονάδες πολλαπλών συμπιεστών.

η) Σωστή επιλογή των διαστάσεων των αγωγών διανομής αέρα και ορθολογικός σχεδιασμός του δικτύου, ώστε να ελαχιστοποιείται το μήκος των αεραγωγών και να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες πίεσης του αέρα. Η επιλογή λανθασμένων διαστάσεων, τα μεγάλα μήκη και οι λανθασμένες διαμορφώσεις των αεραγωγών μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες απώλειες πίεσης του αέρα, σε επιλογή ανεμιστήρων μεγαλύτερης ισχύος και σε αυξημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας.

θ) Εγκατάσταση συστημάτων μεταβλητής παροχής αέρα, εφόσον το κτίριο και η χρήση του το επιτρέπουν. Το χαρακτηριστικό των συστημάτων αυτών είναι ότι ο αέρας εισέρχεται στους κλιματιζόμενους χώρους με σταθερή θερμοκρασία αλλά η παροχή του αυξομειώνεται ανάλογα με τις διακυμάνσεις του φορτίου των χώρων. Επομένως η κατανάλωση ενέργειας για ψύξη των χώρων και για τη μεταφορά του αέρα στους χώρους είναι μικρότερη σε σχέση με τα συστήματα σταθερής παροχής. Η εξοικονόμηση ενέργειας από τη λειτουργία των ανεμιστήρων κυμαίνεται από 10% έως 50% ανάλογα με την εφαρμογή.

ι) Εγκατάσταση αντλιών θερμότητας αντί λέβητα και ψυκτικής μονάδας. Οι αντλίες θερμότητας είναι συσκευές οι οποίες έχουν την ικανότητα να απορροφούν (να αντλούν) θερμότητα από μία πηγή χαμηλής θερμοκρασίας (αέρα, νερό, έδαφος) και να τη μεταφέρουν σε έναν αποδέκτη υψηλότερης θερμοκρασίας (αέρα, νερό). Γενικά συνίσταται η εγκατάσταση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας ( νερού – αέρα, νερού – νερού, εδάφους – αέρα ή εδάφους – νερού), διότι λειτουργούν με τουλάχιστον 30% υψηλότερη ενεργειακή απόδοση από αυτήν των συστημάτων με αντλία θερμότητας αέρα – αέρα. Από μετρήσεις που έχουν γίνει ο ετήσιος βαθμός απόδοσης των γεωθερμικών αντλιών θερμότητας κυμαίνεται μεταξύ 3,5 και 5,5. Στην παρακάτω Εικ. 3.32 απεικονίζεται σύστημα με γεωθερμική αντλία θερμότητας.



Εικόνα 3.32: Σύστημα με γεωθερμική αντλία θερμότητας  
Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

### **3. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στους κυκλοφορητές – κινητήρες**

Η χρήση νέας τεχνολογίας κυκλοφορητών και κινητήρων υψηλής απόδοσης μπορεί να επιφέρει μείωση της ετήσιας χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας από τους κυκλοφορητές κατά 60%. Στην περίπτωση που ο σύγχρονος κινητήρας συνδυαστεί με μια βελτιωμένη φτερωτή η υδραυλική αποδοτικότητα μπορεί να αυξηθεί από 35% έως 60%.

Η εξοικονόμηση ενέργειας από ηλεκτροκινητήρες μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

#### **α) Αντικατάσταση υπερδιαστασιοποιημένων κινητήρων.**

Οι δύο τύποι ηλεκτρικών κινητήρων που χρησιμοποιούνται στα κτίρια και τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι οι εξής:

- επαγωγικοί κινητήρες
- σύγχρονοι κινητήρες

Οι επαγωγικοί κινητήρες είναι οι συνηθέστεροι και αποτελούν το 90% της υπάρχουσας κινητήριας ισχύος. Ένας σύγχρονος κινητήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτίωση του συντελεστή ισχύος μιας συστοιχίας επαγωγικών κινητήρων και να αποτελέσει μια οικονομικότερη επιλογή από την προσθήκη μιας συστοιχίας πυκνωτών.

Λόγω των διάφορων απωλειών η απόδοση ενός κινητήρα συνήθως κυμαίνεται μεταξύ 75 έως 95% ανάλογα με το μέγεθός του. Με βάση την απόδοσή τους, οι κινητήρες ταξινομούνται σε δύο κατηγορίες:

- κινητήρες συνήθους απόδοσης
- κινητήρες υψηλής / εξαιρετικής απόδοσης

#### **β) Εγκατάσταση κινητήρων υψηλής απόδοσης.**

Οι τριφασικοί επαγωγικοί κινητήρες έχουν βαθμούς απόδοσης από 73 έως 92% (οι κινητήρες μεγαλύτερης ισχύος εμφανίζουν υψηλότερους βαθμούς απόδοσης). Ωστόσο, υπάρχουν ηλεκτροκινητήρες με αξιοσημείωτα μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης (κινητήρες υψηλής απόδοσης), και συγκεκριμένα κατά 2 έως και 10%.

#### **γ) Εγκατάσταση κινητήρων μεταβλητού αριθμού στροφών.**

Ο κινητήρας μεταβλητού αριθμού στροφών χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις όπου η συσκευή που κινεί έχει αυξομειούμενο φορτίο ή μεταβαλλόμενο σημείο λειτουργίας. Η μεταβολή της ταχύτητας στους κινητήρες αυτούς επιτυγχάνετε με τη χρήση ψηφιακού μετατροπέα συχνότητας (inverter), σε συνδυασμό με κατάλληλο σύστημα αυτοματισμού.

#### **δ) Χρήση συστήματος περισσότερων μικρών κινητήρων – συσκευών.**

Σε εγκαταστάσεις με συσκευές που χρησιμοποιούν μεγάλους κινητήρες είναι προτιμότερο να εγκατασταθούν περισσότερες μικρές συσκευές με τους αντίστοιχους κινητήρες τους. Η λειτουργία κάθε κινητήρα και της συσκευής ενεργοποιείται από σύστημα αυτοματισμού (αισθητήρες κ.λπ), έτσι ώστε να λειτουργούν μόνο οι

απαιτούμενες κάθε χρονική στιγμή συσκευές, ανάλογα με τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εγκατάστασης.

#### ε) Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) σε κινητήρες.

Σε μεγάλους ηλεκτροκινητήρες, επιβάλλεται η βελτίωση του συντελεστή ισχύος εκτός και αν κατασκευασθεί κεντρικό σύστημα αντιστάθμισης. Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος μπορεί να γίνει με τους παρακάτω τρόπους:

- Προσθήκη πυκνωτή ή πυκνωτών αντιστάθμισης κατάλληλου μεγέθους.
- Χρήση σύγχρονων κινητήρων, τόσο για την παροχή μηχανικής ενέργειας στην κινούμενη συσκευή, όσο και για την αύξηση του συντελεστή ισχύος ενός ή περισσότερων επαγωγικών κινητήρων.

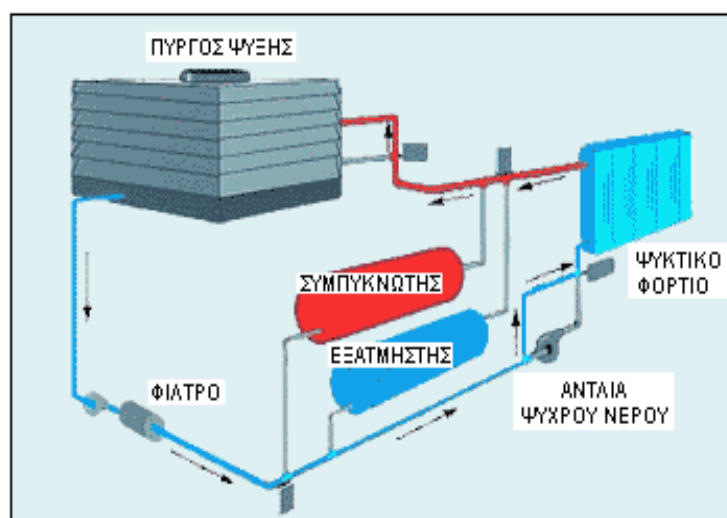
#### 4. Ελεύθερη ψύξη (free cooling)

Η ελεύθερη ψύξη, μπορεί να γίνει είτε μέσω του κεντρικού συστήματος κλιματισμού με την κατάλληλη ρύθμιση είτε μέσω υφισταμένων αεραγωγών ή και απλών ανεμιστήρων εισαγωγής και απαγωγής αέρα στους χώρους.

Η ελεύθερη ψύξη επιτυγχάνετε με την εισαγωγή φρέσκου αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, δίχως να απαιτείτε η ψύξη του από την κεντρική μονάδα. Επίσης ελεύθερη ψύξη μπορούμε να έχουμε και με νερό, όπου η θερμότητα του νερού απορρίπτεται στο περιβάλλον μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας ή μέσω του πύργου ψύξης.

Στην ελεύθερη ψύξη η μοναδική κατανάλωση ενέργειας είναι η λειτουργία των ανεμιστήρων ή και των κυκλοφορητών του συστήματος κλιματισμού.

Το όφελος από τη χρήση ελεύθερης ψύξης είναι από 10 έως και 15% εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη. Στην παρακάτω Εικ. 3.33 απεικονίζετε σύστημα ελεύθερης ψύξης με νερό.



Εικόνα 3.33: Σύστημα ελεύθερης ψύξης με νερό  
Πηγή: free cooling (Georgia Power)

## 5. Υβριδικός αερισμός με ανεμιστήρες οροφής

Ο φυσικός αερισμός μπορεί να ενισχυθεί, με ελάχιστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνετε η θερμική άνεση, καθώς από το ρεύμα που δημιουργείτε μεταφέρετε θερμότητα από το ανθρώπινο σώμα κατά 3 – 4 βαθμούς. Πρακτικώς, η χρήση ανεμιστήρων οροφής μειώνει την αναγκαιότητα της χρήσης κλιματιστικών συστημάτων για πολλές ώρες ανά έτος.

Από μελέτες που έχουν γίνει έχει προκύψει πως σε κτίρια που εφαρμόζονται τεχνικές φυσικού δροσισμού (επαρκή σκίαση, νυχτερινός αερισμός) η χρήση ανεμιστήρων οροφής καταργεί πρακτικώς την ανάγκη εγκατάστασης κλιματιστικού συστήματος, καθώς συντελεί στη δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης. Με τη χρήση ανεμιστήρων οροφής εξοικονομείτε ενέργεια κατά 20 – 30% για ψύξη.

## 6. Εξοικονόμηση ενέργειας σε εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης (ZNX)

Από τη συνολική κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια (κατοικίες, νοσοκομεία, ξενοδοχεία, αθλητικά κέντρα κτλ) περίπου το 10 – 15% καταναλώνετε από την παραγωγή ZNX. Επομένως θα πρέπει να ληφθούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την ελαχιστοποίηση της.

Στους Πίν. 3.4 και 3.5 δίνονται οι ημερήσιες ανάγκες για ZNX και οι ανάγκες για ZNX διαφορετικών χρηστών.

**Πίνακας 3.4:** Ενδεικτικές τιμές των ημερήσιων αναγκών για ZNX.

Πηγή: EUREM (European Energy Manager)

Ζεστό νερό χρήσης (ZNX)	Ανάγκες ZNX (λίτρα)	Θερμοκρασία (°C)
Πλύσιμο πιάτων ανά άτομο και ημέρα	12 – 15	50
Πλύσιμο χεριών	2 – 5	40
Λούσιμο	10 – 15	40
Ντους	30 – 60	40
Λουτρό – κοινή μπανιέρα	120 – 180	40
Λουτρό – μεγάλη μπανιέρα	250 - 400	40

**Πίνακας 3.5:** Ενδεικτικές τιμές για ZNX διάφορων κτιριακών εγκαταστάσεων.

Πηγή: EUREM (European Energy Manager)

Είδος κατοικίας	Είδος χρήσης	Χαμηλή ζήτηση (λίτρα)	Μέση ζήτηση (λίτρα)	Υψηλή ζήτηση (λίτρα)
Μονοκατοικίες και συγκροτήματα κατοικιών	ανά άτομο και ημέρα	30	45	60
Αθλητικές εγκαταστάσεις	ανά χρήση ντους	30	45	60
Μπαρ / Εστιατόρια	ανά κάθισμα	10	25	45
Μοτέλ / Ξενοδοχεία	ανά κλίνη	30	50	100
	ανά χρήση ντους	30	45	60



Η παραγωγή ΖΝΧ επιτυγχάνετε κυρίως με τη χρήση:

- Πετρελαίου ή φυσικού αερίου (μπόιλερ συνδεδεμένο με λέβητα)
- Ηλεκτρισμού (ηλεκτρικός θερμοσίφωνας)
- Ηλιακής ενέργειας (ηλιακοί θερμοσίφωνες ή κεντρικά ηλιακά συστήματα)

Η εξοικονόμηση ενέργειας για την παραγωγή ΖΝΧ μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

**α) Βελτίωση λειτουργίας – συντήρησης**

- Σωστή ρύθμιση του καυστήρα. (ο θερμοστάτης του μπόιλερ θα πρέπει να ρυθμίζεται στους 50 – 55 °C ενώ του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα στους 45 – 50 °C)
- Έλεγχος και καθαρισμός των αλάτων
- Σωστή ενεργειακή συμπεριφορά χρηστών (πχ. Ο ηλεκτρικός θερμοσίφωνας να μην μένει άσκοπα αναμμένος)
- Χρήση αυτοματισμών

**β) Θερμομόνωση δικτύου τροφοδοσίας και ανακυκλοφορίας ΖΝΧ.**

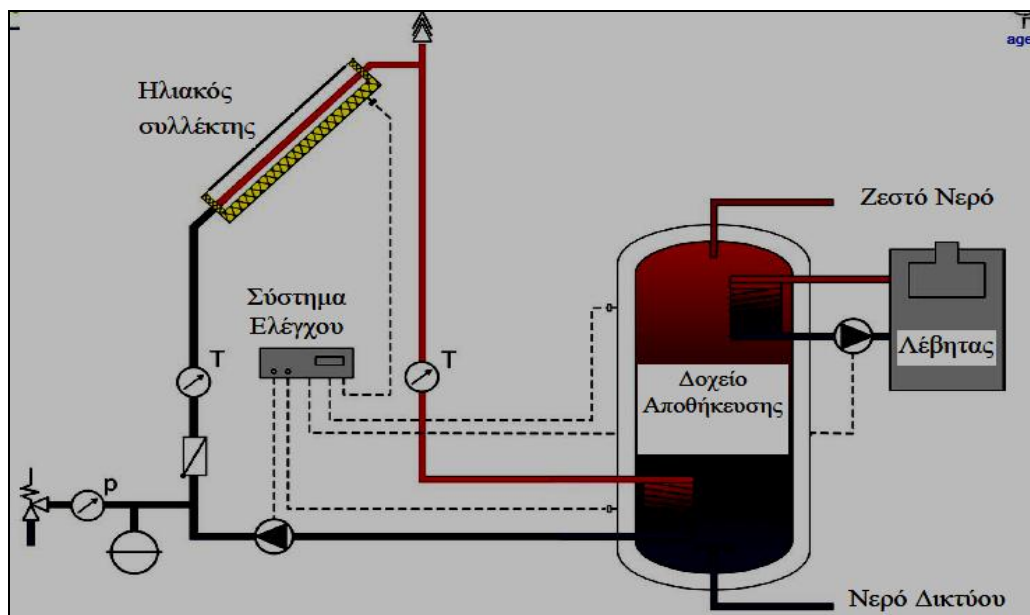
**γ) Μικρότερη δυνατή ποσότητα νερού αποθήκευσης**

**δ) Μικρότερη δυνατή θερμοκρασία νερού αποθήκευσης**

**ε) Αποφυγή υπερ-διαστασιολόγησης δικτύου τροφοδοσίας ΖΝΧ και ανακυκλοφορίας.**

**στ) Μικρότερο δυνατό μήκος δικτύου τροφοδοσίας.**

**ζ) Χρήση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ΖΝΧ σε συνδυασμό με τον λέβητα και την ηλεκτρική ενέργεια (ηλιακός θερμοσίφωνας τριπλής ενέργειας). Στους θερμοσίφωνες αυτούς η ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιείται σαν κύρια πηγή, ο λέβητας σαν δευτερεύουσα πηγή και η ηλεκτρική ενέργεια σαν εφεδρική πηγή. Στην εικόνα που ακολουθεί (Εικ. 3.34) απεικονίζετε ηλιακός θερμοσίφωνας τριπλής ενέργειας.**



**Εικόνα 3.34:** Ηλιακός θερμοσίφωνας τριπλής ενέργειας.

**Πηγή:** EUREM (European Energy Manager)

**Ø Η παραγωγή ZNX μπορεί να επιτευχθεί και μη την χρήση άλλων οικονομικότερων μεθόδων, οι οποίες είναι:**

**1. Ανάκτηση θερμότητας από καυσαέρια.**

Μπορεί να ανακτηθεί θερμότητα για την θέρμανση ζεστού νερού με τη χρήση ενός εναλλάκτη θερμότητας στο ρεύμα των καυσαερίων.

**2. Χρήση συμπαραγωγής**

Οι μονάδες συμπαραγωγής χρησιμοποιούν τον παραπάνω τρόπο ανάκτησης θερμότητας. Όπου υπάρχουν μονάδες συμπαραγωγής, η κάλυψη των αναγκών σε θερμότητας πραγματοποιείται από τα συστήματα αυτά.

**3. Χρήση αντλιών θερμότητας**

Οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συμμετέχουν στην παραγωγή ZNX και μάλιστα με μεγάλο βαθμό απόδοσης. Χρειάζεται η επιλογή του θερμαντήρα νερού η οποία προστίθεται στις περισσότερες αντλίες θερμότητας. Κατά τη χειμερινή περίοδο το ζεστό νερό που μπορεί να παραχθεί από τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας θεωρείται το πιο οικονομικό από οποιοδήποτε άλλο σύστημα.

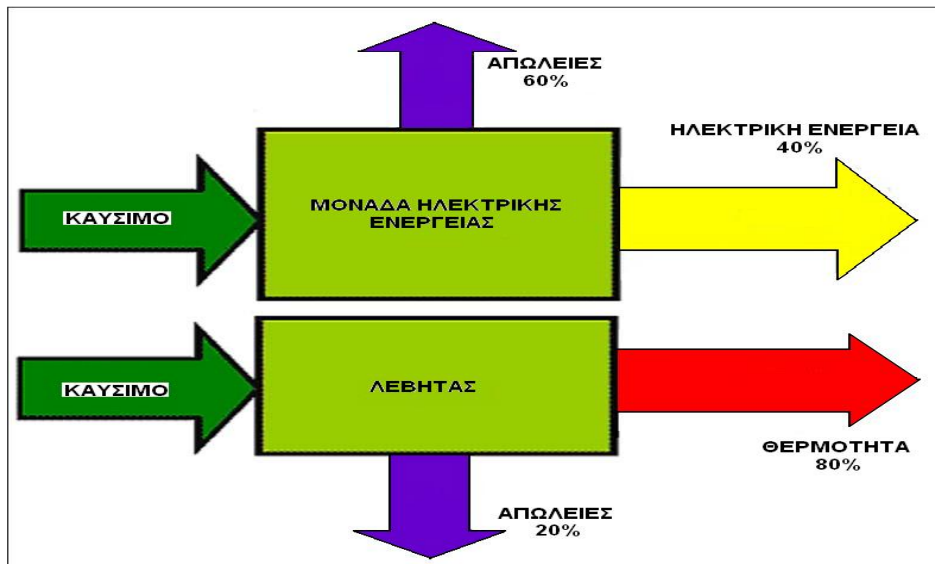
**4. Ανάκτηση θερμότητας από τα συστήματα ψύξης**

Οι αντλίες θερμότητας επιστροφής, όπως ονομάζονται, μεταφέρουν θερμότητα από τα επιστρεφόμενα νερά του ψυκτικού συγκροτήματος στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού. Ο έλεγχος της αντλίας θερμότητας γίνεται με βάση την επιθυμητή θερμοκρασία παραγωγής θερμού νερού στην έξοδο του συμπυκνωτή.

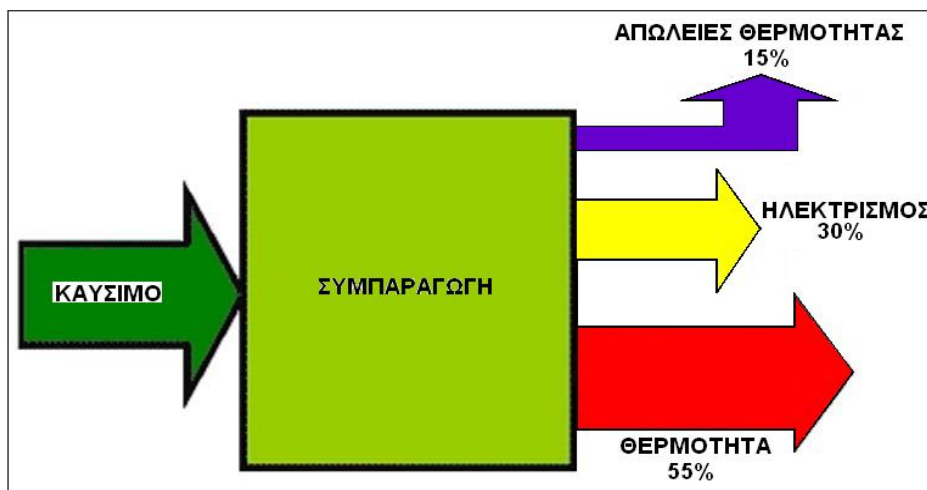
**7. Συστήματα Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ)**

Η μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ) αποτελούν πλέον ένα διαδεδομένο ενεργειακό σύστημα. Τα συστήματα αυτά παράγουν ηλεκτρική ενέργεια και θερμότητα με μόνο μία διαδικασία, από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας.

Η θερμική ενέργεια που ανακτάτε σε ένα σύστημα ΣΗΘ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση ή ψύξη στη βιομηχανία ή στα κτίρια. Δηλαδή, ένα σύστημα ΣΗΘ εκμεταλλεύεται τη θερμότητα που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν κατά τη συμβατική διακριτή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην Εικ. 3.35 απεικονίζετε η συμβατική διαδικασία παραγωγής ενέργειας. Έτσι, ενώ οι συμβατικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής έχουν βαθμό απόδοσης 30 – 45%, ο βαθμός απόδοσης των συστημάτων συμπαραγωγής μπορεί να φθάσει το 80 – 92%, Εικ. 3.36 συνεπώς θεωρούνται συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας.



**Εικόνα 3.35:** Διαδικασία παραγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας χωρίς συμπαραγωγή.  
**Πηγή:** Ε.Σ.Σ.Η.Θ (Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαραγωγής και Θερμότητας)



**Εικόνα 3.36:** Διαδικασία παραγωγής ενέργειας με συμπαραγωγή.  
**Πηγή:** Ε.Σ.Σ.Η.Θ (Ελληνικός Σύνδεσμος Συμπαραγωγής και Θερμότητας)

Με την χρήση των συστημάτων Σ.Η.Θ. διακρίνονται τα παρακάτω πλεονεκτήματα Πίν. 3.6.

**Πίνακας 3.6:** Πλεονεκτήματα από τη χρήση ΣΗΘ

α/α	Πλεονεκτήματα
1	Αυξημένη απόδοση μετατροπής και χρήσης της ενέργειας
2	Μικρότερες εκπομπές αερίων ρύπων προς το περιβάλλον
3	Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων
4	Παρέχουν υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς
5	Μειωμένη ανάγκη καυσίμων, σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
6	Βελτιωμένη ασφάλεια παροχής που μειώνει τις πιθανότητες οι καταναλωτές να μείνουν χωρίς ηλεκτρική ή θερμική ενέργεια.

### 3.2.3 Αναβάθμιση του συστήματος φυσικού / τεχνητού φωτισμού

Η αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού ενός κτιρίου είναι πολύ σημαντική και αφορά τόσο τον φυσικό όσο και τον τεχνητό φωτισμό.

Ο φωτισμός, ανάλογα βέβαια κι από το είδος του κτιρίου, συμμετέχει συνήθως κατά ένα μεγάλο ποσοστό στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο μπορεί να φτάσει και το 30-50%. Επιπλέον, η θερμότητα που παράγεται από τον φωτισμό συμβάλλει στην αύξηση των θερμικών φορτίων που πρέπει να απομακρυνθούν από το σύστημα ψύξης.

Στόχος του σχεδιασμού των συστημάτων φωτισμού είναι η εξασφάλιση οπτικής άνεσης, μέσω:

- Της παροχής της απαιτούμενης ποσότητας φωτισμού, η οποία καθορίζεται από Διεθνή Πρότυπα, βάσει της χρήσης και των λειτουργικών απαιτήσεων κάθε χώρου.
- Της ποιότητας του φωτισμού, η οποία εξασφαλίζεται με καλή κατανομή και αποφυγή φαινομένων θάμβωσης, κατάλληλη χρωματική απόδοση και χρώμα φωτισμού, ανάδειξη στοιχείων χώρου, κατεύθυνση φωτισμού και δημιουργία κατάλληλων αντιθέσεων κλπ.

#### A) Φυσικός φωτισμός

Ο φυσικός φωτισμός θα πρέπει να αξιοποιείται όσο το δυνατόν σε μεγαλύτερο ποσοστό για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για φωτισμό με σκοπό την επίτευξη οπτικής άνεσης στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου και για την βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ενοίκων.

Μέσω των τεχνικών φυσικού φωτισμού για οπτική άνεση, θα πρέπει να εξασφαλιστεί τόσο η επαρκής στάθμη φωτισμού, όσο και η ομαλή κατανομή του. Έτσι θα αποφεύγονται οι έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο της θάμβωσης.

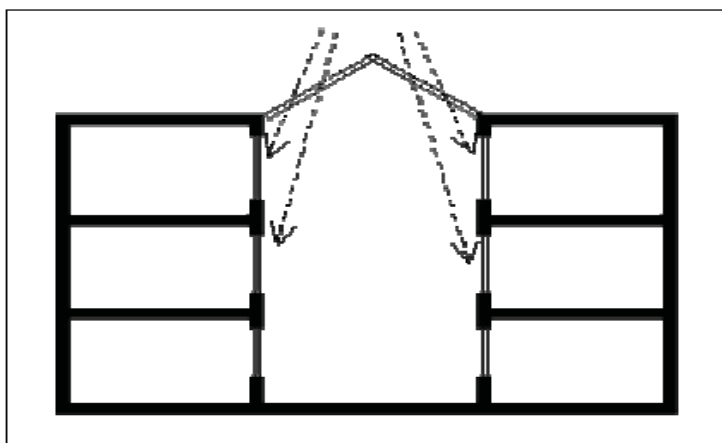
Οι κυριότερες τεχνικές αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού είναι:

##### 1. Αίθρια.

Η συνεισφορά των αίθριων τόσο των ανοικτών όσο και εκείνων με κάλυψη, παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση των συνθηκών φυσικού φωτισμού και ιδιαίτερα σε κτίρια με μεγάλη επιφάνεια Εικ. 3.37. Αυτό συμβαίνει για τους εξής λόγους:

- Επιτρέπουν την είσοδο της φωτεινής ακτινοβολίας στις κεντρικές περιοχές / ζώνες του κτιρίου.
- Προσφέρουν σημαντική συνεισφορά τόσο στην αύξηση της στάθμης του φωτισμού των χώρων όσο και στην ομοιογενή κατανομή του, εφ' όσον αυτοί φωτίζονται και από κατακόρυφα ανοίγματα.
- Παρέχουν διάχυτο φως το οποίο συντελεί στην ομοιόμορφη κατανομή του και τη μείωση του φαινομένου της θάμβωσης.

Η χρήση αίθριου δεν συνιστάται στα θερμά κλίματα καθώς προκαλεί υπερθέρμανση του κτιρίου κατά τους θερινούς μήνες. Σε ήπια κλίματα, το αίθριο θα πρέπει να φέρει διατάξεις σκίασης και αερισμού.



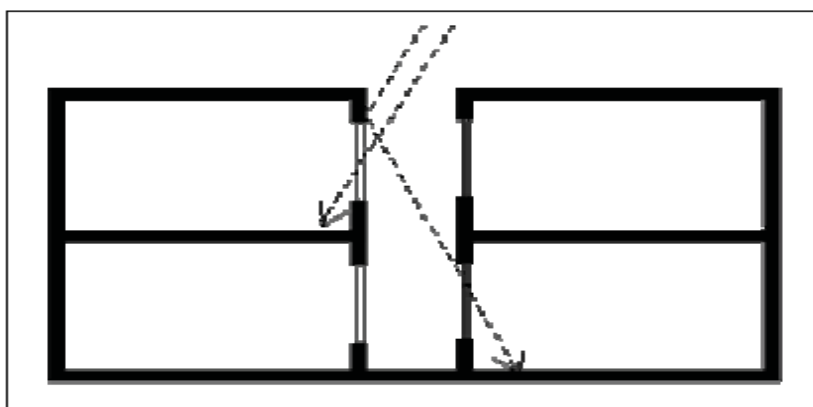
**Εικόνα 3.37:** Σχηματική απεικόνιση του αίθριου.  
Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

## 2. Φωταγωγοί.

Οι φωταγωγοί χρησιμοποιούνται για την εισαγωγή του φυσικού φωτός σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση τους με άλλο τρόπο Εικ. 3.38. Σε γενικές γραμμές, οι φωταγωγοί μεγάλου βάθους δεν παρέχουν ικανοποιητικά επίπεδα φωτισμού στους χώρους κοντά στη βάση τους. Για τον λόγο αυτό οι επιφάνειες των φωταγωγών θα πρέπει να αποτελούνται από ανακλαστικά υλικά.

Η απόδοση των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ενός ανακλαστήρα στην κορυφή του, ο οποίος θα εκτρέψει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Επίσης, για ακόμη μεγαλύτερη απόδοση μπορούν να συνοδεύονται από ηλιοστάτη, μια συσκευή η οποία φέρει κάτοπτρο και ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια της ημέρας.

Ένας άλλος τρόπος είναι να χρησιμοποιηθούν σωλήνες – φωταγωγοί για τον φωτισμό ενός ή περισσότερων ορόφων. Οι φωταγωγοί συνεισφέρουν επίσης και στον φυσικό αερισμό ενός κτιρίου.



**Εικόνα 3.38:** Σχηματική απεικόνιση φωταγωγού.  
Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

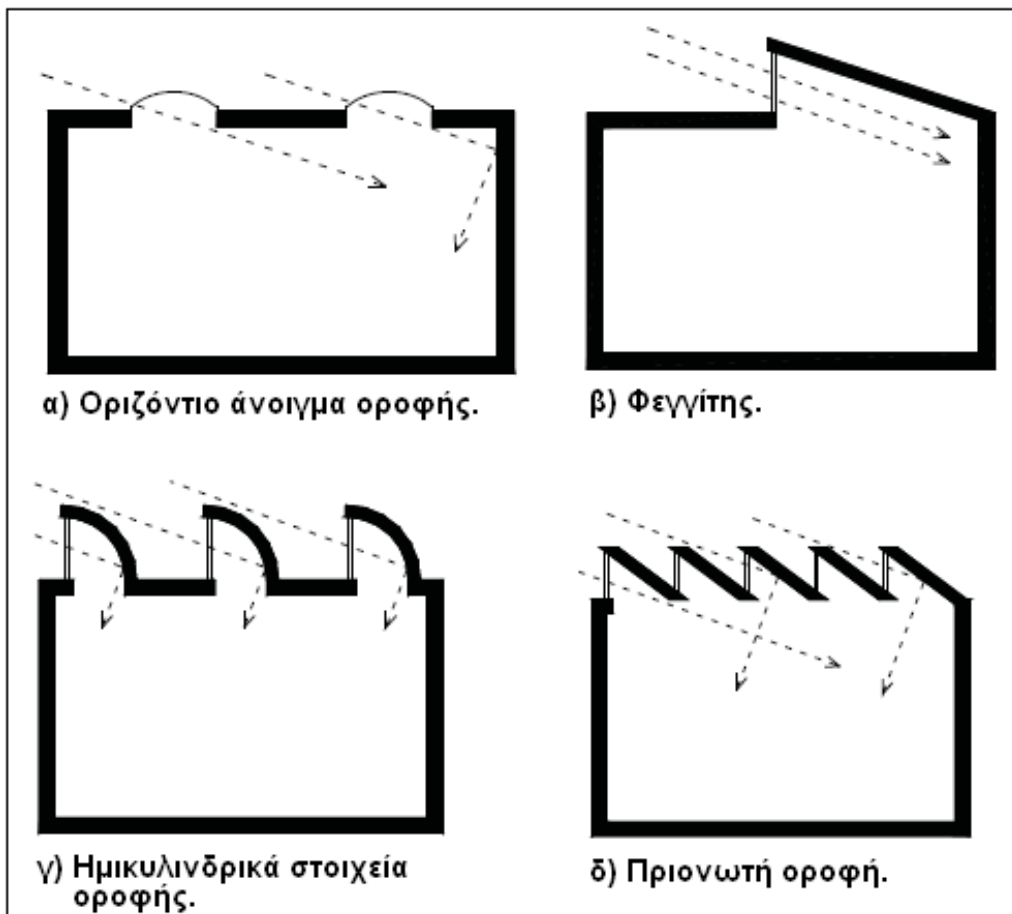
### 3. Ανοίγματα οροφής.

Τα ανοίγματα στην οροφή αποτελούν μια ειδική κατηγορία συστημάτων φυσικού φωτισμού, καθώς παρουσιάζουν ορισμένα πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην τοιχοποιία του κελύφους, τα οποία είναι:

- Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός από τον ουράνιο θόλο
- Λόγω της θέσης τους, συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός στους εσωτερικούς χώρους.

Στα ανοίγματα οροφής Εικ. 3.39 συνίσταται γενικώς η χρήση συστήματος ηλιοπροστασίας / εκτροπής του άμεσου φωτός (ανακλαστήρες, περσίδες ή κινητά πετάσματα).

Τα κριτήρια τα οποία οδηγούν στην τελική επιλογή ενός τέτοιου συστήματος, αφορούν τη συνολική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου και την οικονομικότητά τους. Καθώς τα οριζόντια ανοίγματα οροφής παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι δέχονται μεγαλύτερη πρόπτωση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών απ' ό,τι κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών, συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού

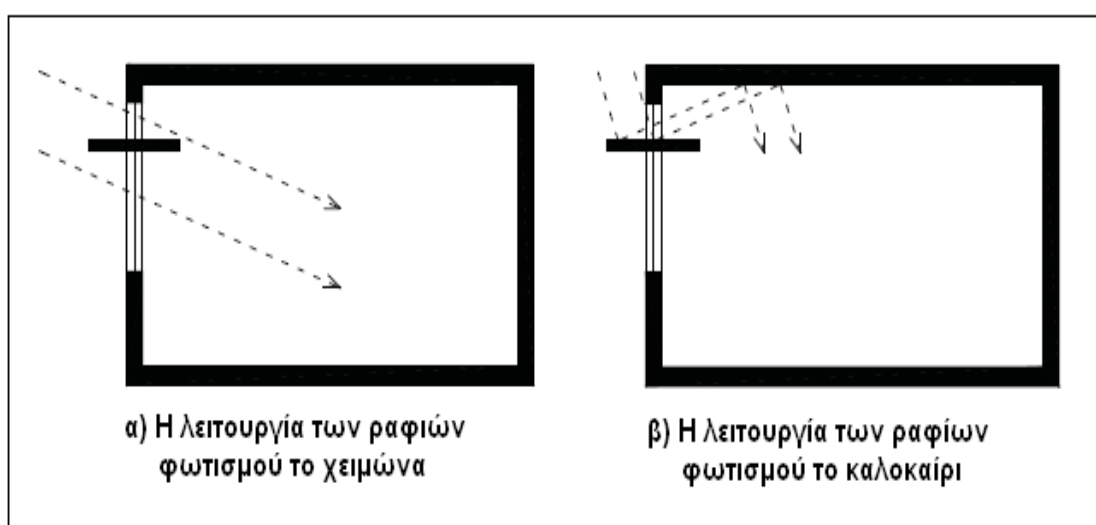


Εικόνα 3.39: Σχηματική απεικόνιση διαφόρων διατάξεων ανοιγμάτων οροφής.

#### 4. Ράφια φωτισμού.

Πρόκειται για οριζόντια ή κεκλιμένα στοιχεία, τα οποία διαθέτουν ανακλαστικές επιφάνειες και τοποθετούνται στο πάνω μέρος του ανοίγματος Εικ. 3.40. Το φως που εισέρχεται από τον φεγγίτη ανακλάτε στη επιφάνεια του ραφιού και κατευθύνεται προς την οροφή του χώρου και στη συνέχεια οδηγείτε προς τις απομακρυσμένες περιοχές του κτιρίου.

Τα ράφια φωτισμού μπορούν να τοποθετηθούν εσωτερικά ή εξωτερικά. Τα εσωτερικά ράφια μειώνουν τον παράγοντα φυσικού φωτός, αλλά έχουν την δυνατότητα να κατευθύνουν το φως σε μεγαλύτερα βάθη του χώρου. Τα εξωτερικά ράφια έχουν την δυνατότητα αύξησης της ποσότητας του εισερχόμενου φωτός, λόγω της έκθεσής τους στις ανώτερες περιοχές του ουράνιου θόλου.

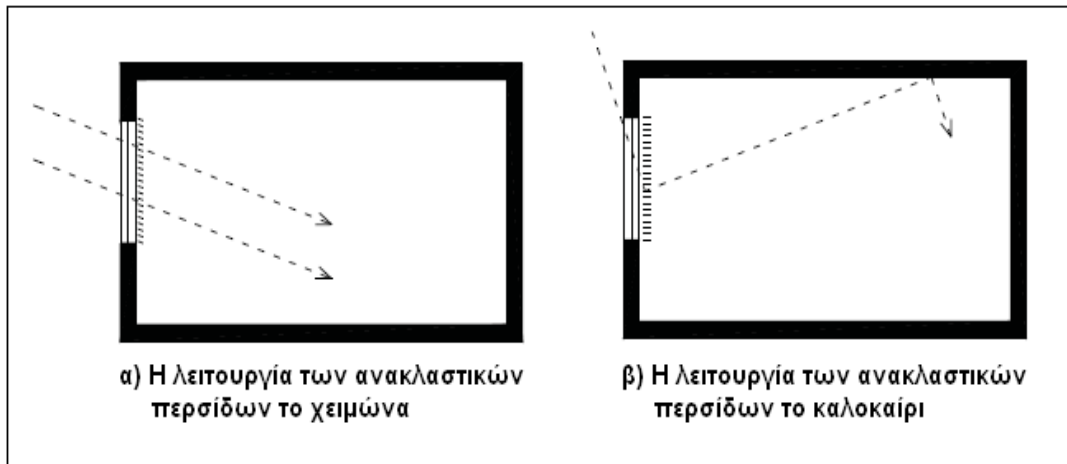


**Εικόνα 3.40:** Σχηματική απεικόνιση ραφίων φωτισμού.  
Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

#### 5. Ανακλαστικές περσίδες

Πρόκειται για κινητά ανακλαστικά στοιχεία μικρού μεγέθους Εικ. 3.41, η τοποθέτηση των οποίων γίνεται στην εσωτερική ή την εξωτερική επιφάνεια των πλαισίων των ανοιγμάτων ή και μεταξύ διπλών πλαισίων των ανοιγμάτων. Λειτουργούν όπως και τα ράφια φωτισμού, εκτρέποντας της ηλιακές ακτίνες προς την επιθυμητή κατεύθυνση στο εσωτερικό περιβάλλον, κατά προτίμηση στην οροφή. Οι κινητές περσίδες είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικές, μια και επιτρέπουν εύκολα τη ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας.

Τα ράφια φωτισμού και οι περσίδες μπορούν και πρέπει να εξασφαλίζουν τόσο την σκίαση η οποία είναι απαραίτητη για λόγους προστασίας από τη θερμότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, όσο και τον απαιτούμενο ηλιασμό του κατά τη διάρκεια των χειμερινών μηνών.



**Εικόνα 3.41:** Σχηματική απεικόνιση ανακλαστικών περσίδων.  
**Πηγή:** ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

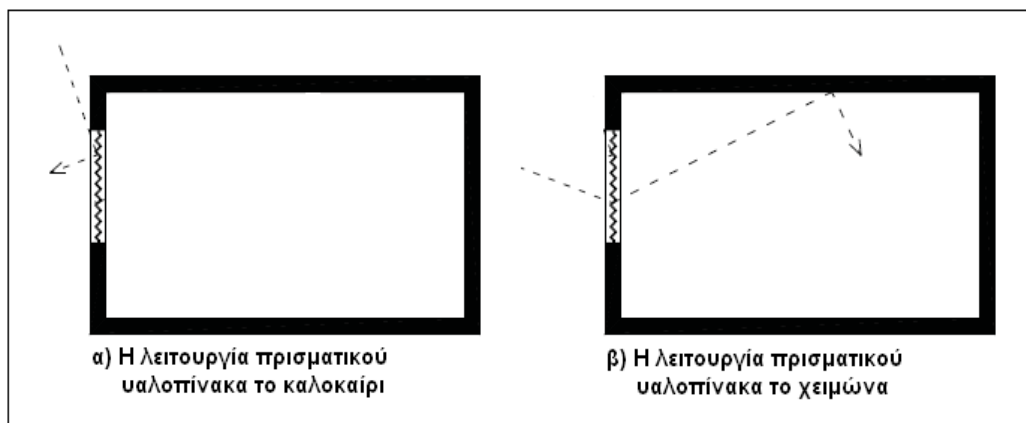
## 6. Ειδικό υαλοπίνακες.

Εκτός από τις διατάξεις συνδυασμού ηλιοπροστασίας και φωτισμού, υπάρχουν ειδικού τύπου υαλοπίνακες οι οποίοι αλλάζουν την πορεία του φωτός και το κατευθύνουν προς το εσωτερικό του χώρου. Τέτοιου τύπου υαλοπίνακες είναι:

- α) οι πρισματικοί
- β) οι ολογραφικοί και
- γ) τα ειδικά πετάσματα επεξεργασμένα με λέιζερ.

### α) Πρισματικοί υαλοπίνακες

Οι πρισματικοί υαλοπίνακες Εικ. 3.42 είναι στοιχεία τα οποία προκαλούν διάθλαση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Αναλόγως της κατασκευαστικής δομής τους, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο της εισερχόμενης ακτινοβολίας ή να αλλάξουν την κατεύθυνσή της. Πρόκειται, γενικώς, για ημιδιαφανή στοιχεία και, επομένως, δεν συνιστάται η χρήση τους όπου είναι επιθυμητή η θέα προς το εσωτερικό περιβάλλον. Τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε ως αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο υαλοπινάκων.



**Εικόνα 3.42:** Σχηματική απεικόνιση πρισματικού υαλοπίνακα.  
**Πηγή:** ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)



Οι πρισματικοί υαλοπίνακες έχουν την δυνατότητα να επιτρέπουν την εισχώρηση φωτεινών ακτινών με συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης, παρέχοντας με τον τρόπο αυτό ηλιοπροστασία κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ή χωρίς να χωρίς να περιορίζονται τα επιθυμητά ηλιακά κέρδη τους χειμερινούς μήνες Εικ. 3.43. Επίσης οι πρισματικοί υαλοπίνακες μπορούν να χρησιμοποιούν και ως ηλιοπροστατευτική διάταξη Εικ. 3.44.



**Εικόνα 3.43:** Απεικόνιση της εκτροπής ακτινών με συγκεκριμένη γωνία πρόσπτωσης με πρισματικούς υαλοπίνακες.  
**Πηγή:** ΚΑΠΕ



**Εικόνα 3.44:** Χρήση των πρισματικών υαλοπινάκων για τη διαμόρφωση ηλιοπροστατευτικών διατάξεων σε ανοίγματα.  
**Πηγή:** ΚΑΠΕ

### **β) Ολογραφικοί υαλοπίνακες**

Οι ολογραφικοί υαλοπίνακες είναι επικαλυμμένοι με μια πολυμερή μεμβράνη με περιθλαστικές ιδιότητες και χρησιμοποιούνται για την κατεύθυνση του διάχυτου φωτός προς συγκεκριμένες περιοχές του χώρου, συνήθως προς την οροφή του. Οι ολογραφικοί υαλοπίνακες λειτουργούν καλύτερα από κλίση  $45^\circ$ , επειδή με τον τρόπο αυτό λαμβάνουν περισσότερο διάχυτο φως από τα ανώτερα τμήματα του ουράνιου θόλου.

Τα ολογραφικά στοιχεία δεν είναι αποτελεσματικά με το άμεσο φως αντίθετα, αλλάζουν το χρωματισμό τους και δεν παρέχουν την απαραίτητη ηλιοπροστασία.

### **γ) Υαλοπίνακες ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ**

Τα ειδικά πετάσματα επεξεργασμένα με λέιζερ, είναι ακρυλικά φύλλα στα οποία έχουν δημιουργηθεί μικρές παράλληλες εγκοπές με ακτίνες λέιζερ Εικ. 3.45. Οι εγκοπές αυτές λειτουργούν ως μικροί εσωτερικοί καθρέπτες, οι οποίοι εκτρέπουν το εισερχόμενο φως και το οδηγούν προς την οροφή του χώρου.

Οι υαλοπίνακες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ανοίγματα στην οροφή ή στις πλευρικές τοιχοποιίες. Το κύριο μειονέκτημα της εφαρμογής των πετασμάτων αυτού του τύπου είναι το υψηλό κόστος τους.



**Εικόνα 3.45:** Απεικόνιση υαλοπίνακα ειδικής επεξεργασίας με λέιζερ.  
**Πηγή:** ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

## 7. Σύνθετες διατάξεις

Στις σύνθετες διατάξεις διακρίνονται οι παρακάτω τύποι:

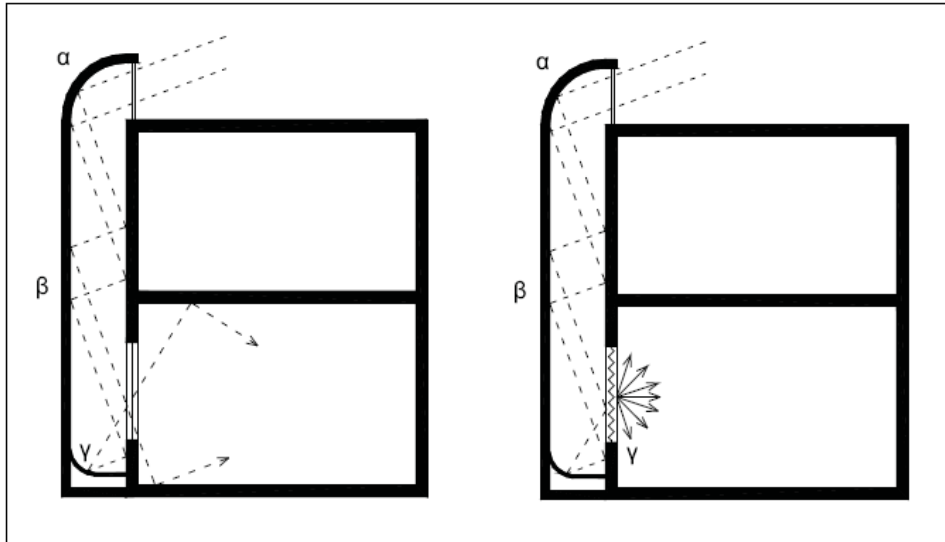
- α) Φωτεινοί αγωγοί
- β) Ανειδωλικά συστήματα

### α) Φωτεινοί αγωγοί

Οι φωτεινοί αγωγοί Εικ. 3.46 χρησιμοποιούνται για τη εισχώρηση του φωτός στο εσωτερικό του κτιρίου. Παρέχουν πλευρικό ή άνωθεν φωτισμό, ανάλογα με τη θέση τους στην όψη ή στην οροφή του κτιρίου και αποτελούνται από 3 τμήματα:

- **Τον εξωτερικό συλλέκτη φωτός**, ο οποίος είναι κατάλληλα σχεδιασμένος ώστε να συγκεντρώνει όσο το δυνατόν περισσότερο άμεσο και διάχυτο φως. Η μορφή του εσωτερικού στοιχείου συνήθως είναι ημικυλινδρική και είναι επικαλυμμένη με ανακλαστικά υλικά, ώστε το προσπίπτων φως να οδηγείται προς το εσωτερικό του αγωγού. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικοί φακοί, οι οποίοι ακολουθούν την πορεία του ήλιου συγκεντρώνοντας έτσι το φως και το καθοδηγούν προς το εσωτερικό του αγωγού.
- **Τον αγωγό**, ο οποίος μεταφέρει το φως από το συλλέκτη στο εσωτερικό του κτιρίου. Η εσωτερική του επιφάνεια είναι επικαλυμμένη με υλικά υψηλής ανελαστικότητας, (καθρέπτες ή αλουμίνιο) ώστε οι απώλειες φωτισμού να είναι οι μικρότερες δυνατές.
- **Το εσωτερικό τμήμα**, το οποίο αποτελείται από σύστημα ανακλαστήρων και ειδικών υαλοπινάκων. Ανάλογα με τις ανάγκες του χώρου σε φωτισμό, το φως κατευθύνεται προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση ή διαχέεται ομοιόμορφα στον χώρο.

Τα επίπεδα φωτισμού από τους αγωγούς φωτός, μπορούν να είναι αρκετά υψηλά εφόσον είναι σωστά σχεδιασμένα, όμως δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τα ανοίγματα, λόγω της έλλειψης άμεσης επικοινωνίας με το εξωτερικό περιβάλλον και της παροχής αερισμού.



**Εικόνα 3.46:** Σχηματική απεικόνιση φωτεινού αγωγού.

Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας)

### **β) Ανειδωλικά συστήματα**

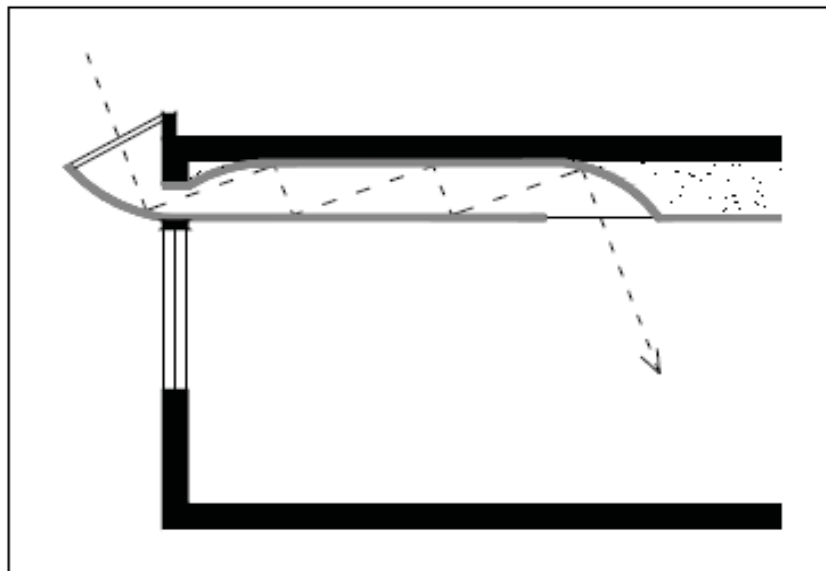
Τα ανειδωλικά συστήματα φωτισμού Εικ. 3.47 βασίζονται στη λειτουργία των ηλιακών συλλεκτών και τοποθετούνται επάνω από τα συμβατικά ανοίγματα ή στην οροφή του κτιρίου.

Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από έναν εξωτερικό συλλέκτη και έναν οριζόντιο αγωγό με τοιχώματα υψηλής ανακλαστικότητας, ο οποίος καταλήγει σε έναν παραβολικό ανακλαστήρα Εικ. 3.48. Ο συλλέκτης συγκεντρώνει το προσπίπτον άμεσο και διάχυτο φως από τον ουρανό, το οποίο στη συνέχεια ανακλάτε διαδοχικά στον αγωγό και μέσω του παραβολικού ανακλαστήρα οδηγείτε προς το εσωτερικό του χώρου.

Τα ανειδωλικά συστήματα παρουσιάζουν υψηλή απόδοση ακόμη και σε συνθήκες με νέφωση του ουρανού, επειδή είναι στραμμένα προς τα ανώτερα τμήματα του ουράνιου θόλου, τα οποία παρουσιάζουν υψηλότερη λαμπρότητα. Η εκμετάλλευση του διάχυτου φωτός του ουρανού καθιστά τα ανειδωλικά συστήματα ιδιαίτερα χρήσιμα στα πυκνοκατοικημένα αστικά κέντρα, στα οποία η θέση του ουράνιου θόλου από τον εσωτερικό χώρο συχνά παρεμποδίζεται από τα γειτονικά κτίρια. Η τοποθέτηση του εξωτερικού συλλέκτη επάνω από το άνοιγμα λειτουργεί παράλληλα και ως ηλιπροστατευτική διάταξη, μειώνοντας έτσι το φωτισμό στις περιοχές μπροστά από το άνοιγμα, με αποτέλεσμα η κατανομή του φωτισμού να είναι ομοιόμορφη σε όλη την επιφάνεια αναφοράς. Επίσης τα συστήματα αυτά μειώνουν την πιθανότητα δημιουργίας θάμβωσης, βελτιώνοντας τις συνθήκες οπτικής άνεσης. Τα ανειδωλικά συστήματα δεν μπορούν να αντικαταστήσουν τα ανοίγματα, αφού δεν επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος.



**Εικόνα 3.47:** Απεικόνιση εξωτερικού τμήματος ανειδωτικού συστήματος οροφής.  
Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας)



**Εικόνα 3.48:** Σχηματική απεικόνιση λειτουργίας ανειδωτικού συστήματος.  
Πηγή: ΚΑΠΕ (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας)

## Β) Τεχνητός φωτισμός

Στα σύγχρονα κτίρια παρατηρείται συχνά το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης των συστημάτων τεχνητού φωτισμού. Ο υπερφωτισμός έχει σαν αποτέλεσμα την άσκοπη σπατάλη ενέργειας και την ελάττωση της ποιότητας φωτισμού και του επιπέδου οπτικής άνεσης.

Σκοπός της αναβάθμισης του τεχνητού φωτισμού είναι η μείωση της υπερκατανάλωσης ενέργειας και η βελτίωση των συνθηκών οπτικής άνεσης. Επομένως, είναι σημαντικό τα συστήματα φωτισμού να καθορίζονται και να διατηρούνται σε ένα επαρκές επίπεδο, όπως καθορίζετε από τα σχετικά πρότυπα, Πίν. 3.7 με βάση την κατηγορία του κτιρίου, την τοποθεσία του (γεωγραφικό πλάτος) και τη χρήση του κάθε χώρου.

Πίνακας 3.7: Επίπεδα φωτισμού χώρων κτιρίου σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1

Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

Τύπος κτιρίου	Χώρος	Επίπεδο έντασης φωτισμού σε Lux <sup>7</sup>
Κτίριο γραφείων	Απλά γραφεία	500
	Ανοιχτοί χώροι γραφείων	500
	Αίθουσες συνεδριάσεων	500
Εκπαιδευτήρια	Αίθουσες	300
	Αίθουσες εκπαίδευσης ενηλίκων	500
	Αμφιθέατρα	500
Νοσοκομεία	Γενικός φωτισμός θαλάμου	100
	Θάλαμος εξετάσεων	300
	Θάλαμος εξετάσεων και θεραπείας	1000
Ξενοδοχεία και εστιατόρια	Εστιατόρια, τραπεζαρίες	1000
Αθλητικές εγκαταστάσεις	Αθλητικές αίθουσες	300
Αποθήκες και χώροι λιανεμπορίου	Χώρος πωλήσεων	300
	Ταμεία	500
Κοινόχρηστοι χώροι	Κλιμακοστάσιο	150
	Διάδρομοι	100

Οι κυριότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στον τεχνητό φωτισμό είναι οι εξής:

<sup>7</sup> Μονάδα φωτεινής ροής 1Lumen=1lm. Το μηχανικό ισοδύναμο του φωτός είναι 682 lm/W και η φωτιστική ισχύς 1 Lux = 1 lx = 1 lm/m<sup>2</sup>.

## 1. Αντικατάσταση λαμπτήρων με νέους αποδοτικότερους

Συνήθως αντικαθιστούνται οι λαμπτήρες πυρακτώσεως με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης. Είναι πιθανό να απαιτηθεί αντικατάσταση ολόκληρων των φωτιστικών σωμάτων.

Οι κυριότερες κατηγορίες λαμπτήρων εξοικονόμησης ενέργειας είναι:

### α) Λαμπτήρες αλογόνου.

Οι λαμπτήρες αλογόνου (ειδική κατηγορία λαμπτήρων πυρακτώσεως) είναι κατά 20 – 50 % αποδοτικότεροι από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως Εικ. 3.49



**Εικόνα 3.49:** Ενδεικτικοί τύποι λαμπτήρων αλογόνου  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

Γενικά οι λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης είναι μικρότερης ισχύος από τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως για το ίδιο επίπεδο φωτισμού Πίν. 3.8.

**Πίνακας 3.8:** Αντιστοιχία ισχύος λαμπτήρα χαμηλής κατανάλωσης και κοινού λαμπτήρα για το ίδιο επίπεδο φωτισμού

**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

α/α	Κοινός λαμπτήρας πυρακτώσεως	Λαμπτήρας χαμηλής κατανάλωσης
1	25 W	5 W
2	40 W	7 W
3	60 W	11 W
4	75 W	15 W
5	100 W	20 W
6	120 W	23 W

### β) Λαμπτήρες φθορισμού.

Οι λαμπτήρες φθορισμού Εικ. 3.50 έχουν υψηλή ενεργειακή αποδοτικότητα και μεγάλη διάρκεια ζωής. Οι λαμπτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται συνήθως στα εμπορικά καταστήματα και η απόδοσή τους είναι 70-100 lm/Watt. Το κόστος τους

είναι υψηλότερο από τους κοινούς λαμπτήρες αλλά έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής η οποία μπορεί να φθάσει 10-15 φορές περισσότερο από τους κοινούς λαμπτήρες.



**Εικόνα 3.50:** Ενδεικτικοί τύποι λαμπτήρων φθορισμού  
**Πηγή:** Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

Τα κύρια χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη σε λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης είναι η φωτεινή απόδοση ( $lm/W$ ), η μέση διάρκεια ζωής τους και η κατανομή φωτεινής έντασης Πίν. 3.9.

**Πίνακας 3.9:** Τυπική απόδοση και μέση διάρκεια ζωής διαφόρων λαμπτήρων  
**Πηγή:** Περιοδικό ΚΤΙΡΙΟ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Τύπος λαμπτήρα	Φωτεινή απόδοση ( $lm/W$ )	Μέση διάρκεια ζωής (h)
Πυράκτωσης, απλός	6 – 18	1000
Πυράκτωσης με αλογόνα (τάση δικτύου)	13 – 20	1500
Αλογόνων – ιωδίνης (χαμηλή τάση)	15 – 24	3000
Φθορισμού, ηλεκτρονικοί, συμβατικοί	40 – 65	8000
Φθορισμού, ηλεκτρονικοί, συμπαγείς, χαμ. κατ.	60 – 87	10000
Σωληνωτοί φθορισμού, συμβατικοί	52 – 70	9000
Σωληνωτοί φθορισμού, υψ. απόδ.	67 – 90	10000
Σωληνωτοί φθορισμού, με ηλεκτρονικό στραγγαλισμό	85 – 100	12000
Ατμών υδραργύρου, υψ. πίεσης	50 – 90	7000
Μεταλλικών αλογόνων (εκκένωσης)	60 – 110	7000
Ατμών νατρίου, υψ. πίεσης	70 – 140	20000
Ατμών νατρίου, χαμ. πίεσης	130 -190	16000



### γ) Λαμπτήρες εκκένωσης

Στους λαμπτήρες εκκένωσης Εικ. 3.51 το φως παράγεται από ηλεκτρική εκκένωση μέσω ενός αερίου, ατμών μετάλλων ή μίγματος αερίων και ατμών. Οι λαμπτήρες αυτοί κοστίζουν περισσότερο από τους λαμπτήρες φθορισμού, έχουν φωτεινή απόδοση 60 – 120 lm/W και διάρκεια ζωής 8000 – 12000 ώρες ανάλογα με τον τύπο του λαμπτήρα εκκένωσης και η χρωματική τους απόδοση είναι μέτρια. Οι λαμπτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανίες, φωτοτυπικά εργαστήρια, θερμοκήπια και σε εξωτερικούς χώρους.

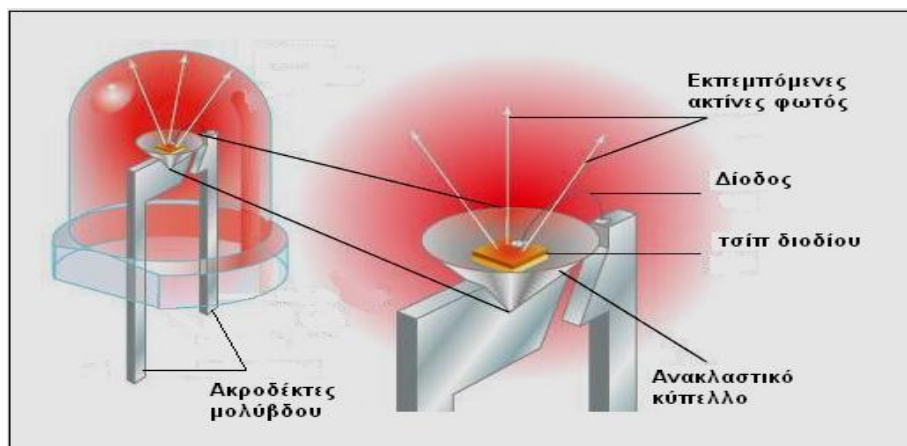


**Εικόνα 3.51:** Ενδεικτικοί τύποι λαμπτήρων εκκένωσης  
Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια

### δ) Λαμπτήρες τεχνολογίας φωτοδιοδών (LED)

Οι λαμπτήρες φωτοδιοδών, Εικ. 3.52 είναι ηλεκτρονικοί λαμπτήρες με την τεχνολογία τους να βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Το κόστος τους είναι πολύ υψηλό αλλά έχουν πολύ μικρή κατανάλωση ρεύματος. Η φωτεινή τους απόδοση είναι 20 – 30 lm/W και η διάρκεια ζωής τους ξεπερνά τις 50000 ώρες.

Οι δίοδοι εκπομπής φωτός κατασκευάζονται από ανόργανα υλικά και δεν παράγουν αρκετό διάχυτο και δυνατό φως, αντίθετα με τα OLED (οργανικά LED), τα οποία βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο, παράγουν ισχυρότερο φως χάρη στα οργανικά υλικά τους.



**Εικόνα 3.52:** Σχηματική απεικόνιση λαμπτήρα φωτοδιοδών  
Πηγή: Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια



## 2. Ανακατασκευή του συστήματος φωτισμού

Ένας λόγος που γίνεται η επέμβαση αυτή είναι ο άσκοπος υπρφωτισμός του χώρου. Συνήθως στη θέση των φωτιστικών σωμάτων με λαμπτήρες πυράκτωσης ή και φθορισμού τοποθετούνται, ισάριθμα ή λιγότερα φωτιστικά σώματα φθορισμού, αλλά με λαμπτήρες υψηλής φωτεινής απόδοσης (lm/W).

- Λαμβάνεται υπόψη και το σωστό ύψος ανάρτησης των φωτιστικών.
- Πιθανόν να απαιτηθεί νέος χωρισμός των φωτιστικών σωμάτων σε ζώνες φωτισμού και η αντικατάσταση ή και εγκατάσταση ρυθμιστών έντασης φωτισμού (dimmers).
- Επίσης πρέπει να εξετασθεί η δυνατότητα χρήσης ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων λειτουργίας των λαμπτήρων φθορισμού.
- Για μεγάλους χώρους καλό είναι να γίνει νέα φωτοτεχνική μελέτη.

## 3. Εγκατάσταση συστημάτων ελέγχου του φωτισμού

Ο σκοπός των συστημάτων αυτών είναι να λειτουργεί ο φωτισμός μόνο για όσο χρόνο απαιτείται και στη στάθμη που απαιτείται. Συνήθως, είναι αυτόματα συστήματα και συμβάλουν στην μείωση των ωρών λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού. Για τον αυτόματο έλεγχο φωτισμού απαιτείται:

- **Εγκατάσταση χρονοδιακοπών** λειτουργίας του φωτισμού σε επιλεγμένους χώρους, με βάση το καθορισμένο χρονοπρόγραμμα φωτισμού.
- **Εγκατάσταση φωτοκυτάρων**, που ενεργοποιούν τον φωτισμό σε επιλεγμένους χώρους, όταν η στάθμη του φυσικού φωτισμού πέσει κάτω από την καθορισμένη τιμή.
- **Εγκατάσταση συστήματος ανίχνευσης παρουσίας ατόμων**, που ελέγχει την αφή – σβέση των φωτιστικών.
- **Εγκατάσταση συστήματος αισθητήρων ρύθμισης** της έντασης του τεχνητού φωτισμού, σε σχέση με τη στάθμη του φυσικού φωτισμού (διατήρηση της φωτεινότητας).
- **Εγκατάσταση συστήματος συνδυασμού των παραπάνω.**

## 4. Χρήση αντισταθμιστικών διατάξεων (ballasts)

Οι αντισταθμιστικές διατάξεις συνδέονται σε σειρά με τους λαμπτήρες φθορισμού και περιορίζουν το ρεύμα λειτουργίας χωρίς να επηρεάζουν τη φωτεινή ροή του λαμπτήρα. Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι αντισταθμιστικών διατάξεων, τα μαγνητικά και τα ηλεκτρονικά.

Τα ηλεκτρονικά είναι πολύ πιο αποδοτικά από τα μαγνητικά. Όταν τα ηλεκτρικά ballast χρησιμοποιούνται με λαμπτήρες υψηλής απόδοσης, μπορούν να αποδώσουν 95 lm/W, έναντι των μαγνητικών που αποδίδουν 70 lm/W.

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρικών ballasts έναντι των μαγνητικών είναι:

- Έχουν σχετικά χαμηλές απώλειες, με εξοικονόμηση ενέργειας που ανέρχεται σε 25%.
- Οι λαμπτήρες φθορισμού έχουν υψηλότερη απόδοση όταν λειτουργούν με ηλεκτρονικά ballasts, παρέχοντας 10 – 20% περισσότερο φως.
- Η χρήση ηλεκτρονικών ballasts αυξάνουν τη διάρκεια ζωής των λαμπτήρων.

- Στα ηλεκτρονικά ballasts μπορούν να συνδεθούν έως 4 λαμπτήρες ενώ στα μαγνητικά μέχρι 2.

### 5. Διόρθωση του συντελεστή ισχύος (συνφ) στο φωτισμό

Σε φωτιστικά σώματα με σωληνωτούς λαμπτήρες φθορισμού ή λαμπτήρες ατμών υδραργύρου, νατρίου, μεταλλικών αλογόνων (εκκένωσης), συνήθως γίνεται βελτίωση του συντελεστή ισχύος ανά ένα ή δύο φωτιστικά (εκτός αν κατασκευαστεί κεντρικό σύστημα αντιστάθμισης).

Η διόρθωση του συντελεστή ισχύος μπορεί να επιτευχθεί με τους παρακάτω τρόπους:

- Προσθήκη πυκνωτή αντιστάθμισης, κατάλληλου μεγέθους.
- Συνδεσμολογία “duo” (χωρητική – επαγωγική).
- Χρήση ηλεκτρονικών αντισταθμιστικών διατάξεων (εφόσον γίνει γενικότερη ανακατασκευή του συστήματος φωτισμού).

### 6. Συντήρηση

Η έλλειψη συντήρησης σε ένα εγκατεστημένο σύστημα τεχνητού φωτισμού δεν αποδίδει το μέγιστο δυνατό, με αποτέλεσμα να χάνεται ενέργεια και χρήμα. Ακόμα και ένας απλός καθαρισμός των φωτιστικών και των λαμπτήρων μπορούν να βελτιώσουν το φωτισμό των χώρων.

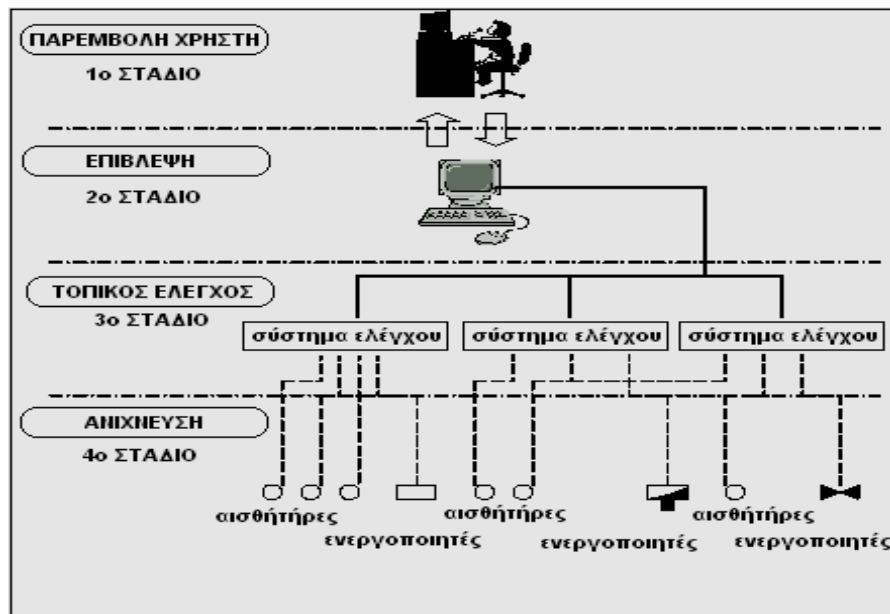
Τα φωτιστικά σώματα θα πρέπει να καθαρίζονται τακτικά και να γίνεται αντικατάσταση των λαμπτήρων όποτε απαιτείται. Η αντικατάσταση των κατεστραμμένων λαμπτήρων επιβάλλεται, διότι αν και δε λειτουργούν οι λαμπτήρες, τα ballasts τους καταναλώνουν ενέργεια.

### 3.2.4 Εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης (BEMS)

Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS – Building Energy Management System) έχουν σαν σκοπό τη διαρκή επιτήρηση και έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου και τη δυνατότητα καταγραφής της καταναλισκόμενης ενέργειας και των παραμέτρων άνετης διαβίωσης, έγκαιρων επεμβάσεων έκτακτου ανάγκης και μείωσης του λειτουργικού κόστους για τη συντήρηση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. Παράλληλα, είναι δυνατή η παρακολούθηση και καταγραφή της ενεργειακής συμπεριφοράς των συστημάτων που είναι εγκατεστημένα στο κτίριο, καθώς και η δημιουργία αρχείου με στατιστικά στοιχεία. Έτσι, με αυτό το σύστημα επιτυγχάνουμε τη βέλτιστη ρύθμιση και συνεργασία ενός συνόλου παραμέτρων. Ουσιαστικά αποτελεί την «ευφυΐα» του κτιρίου.

Η λειτουργία ενός συστήματος BEMS περιλαμβάνει τέσσερα στάδια Εικ. 3.53. Στο πρώτο στάδιο ανιχνεύονται ή μετρώνται, μέσω των αισθητήρων, οι παράμετροι που καθορίζουν ή επηρεάζουν το εσωκλίμα των κτιρίων (θερμοκρασία, υγρασία, παροχή αέρα κλπ). Στο δεύτερο στάδιο γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις και ρυθμίσεις, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων και τη στρατηγική ελέγχου, που έχει επιλεγεί. Στο τρίτο στάδιο καταγράφονται οι στρατηγικές ελέγχου και οι αποδόσεις

των ενεργειακών συστημάτων. Τέλος, στο τέταρτο στάδιο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρέμβει για να βελτιώσει τη στρατηγική ελέγχου.



**Εικόνα 3.53:** Λειτουργία συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS)

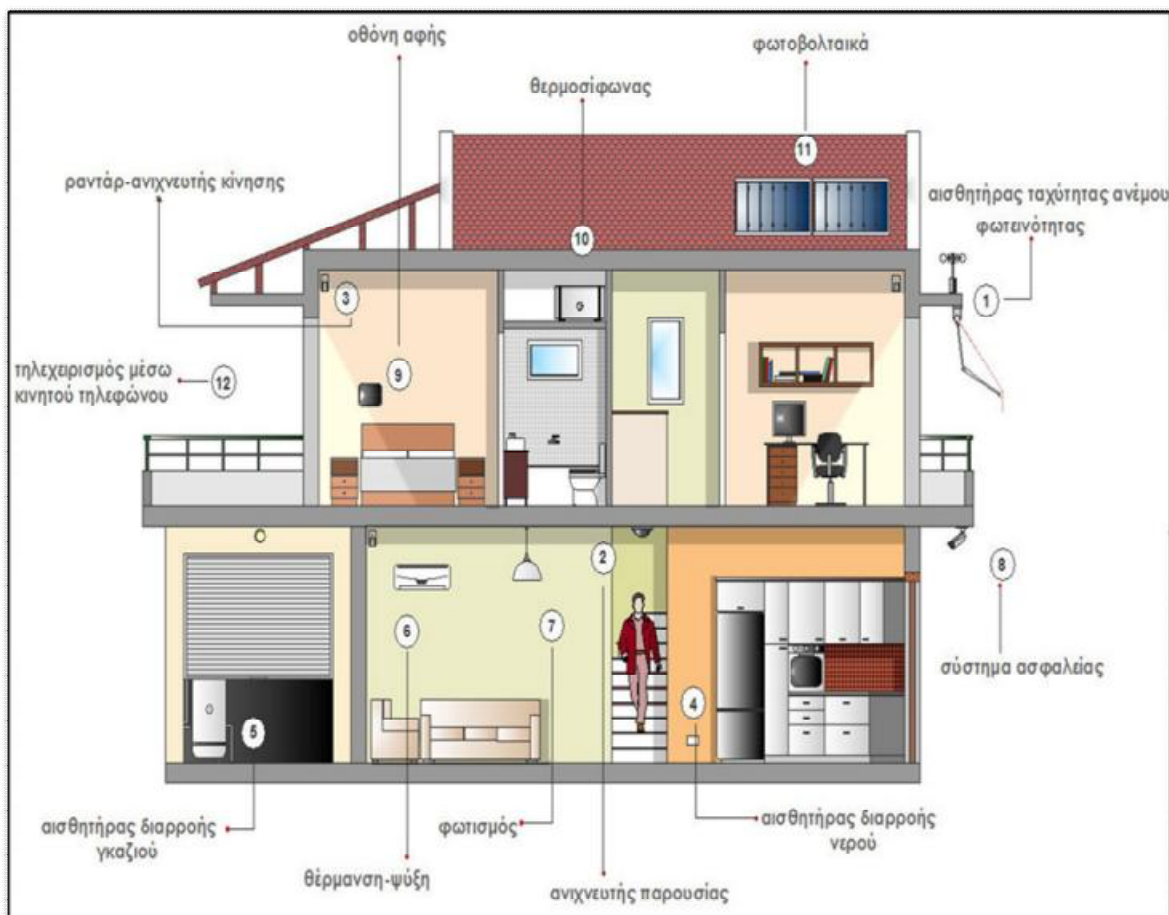
Τα συστήματα BEMS χρησιμοποιούνται κυρίως σε μεσαία και μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα. Την τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο σε εμπορικά κέντρα, κτίρια γραφείων, ξενοδοχεία, βιομηχανίες και βίλες, εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση ενέργειας έως και 20% και σημαντική βελτίωση του εσωκλίματος των κτιρίων.

Τα σημαντικότερα συστήματα που μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει ένα σύστημα ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτίριο Εικ. 3.54 είναι τα εξής:

- Εγκατάσταση θέρμανσης.
- Εγκατάσταση κλιματισμού.
- Εγκατάσταση αερισμού.
- Εγκατάσταση φωτισμού.
- Συστήματα σκιάστρων.
- Υδραυλική εγκατάσταση.
- Ηλεκτρική εγκατάσταση.
- Σύστημα πυρανίχνευσης
- Εγκατάσταση πυρόσβεσης
- Εγκατάσταση συναγερμού

Ø Ένα σύστημα BEMS έχει ακόμη τις παρακάτω δυνατότητες:

- Χρονική καταγραφή των γεγονότων με σκοπό την ορθολογική λειτουργία και τη διενέργεια προληπτικής συντήρησης των εγκαταστάσεων.
- Επιτήρηση κατανάλωσης καυσίμου και απόδοσης καύσης, με συνεχή ανάλυση των καυσαερίων και υπολογισμό του βαθμού απόδοσης.
- Έλεγχο συχνότητας εκκίνησης πολλών μονάδων παραγωγής θερμότητας και ψύξης.
- Μελλοντική επέκταση για την κάλυψη και άλλων αναγκών. Για παράδειγμα, αυτόματη λειτουργία του συστήματος άρδευσης, με δυνατότητα επέκτασης του χρόνου αν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από μια προκαθορισμένη τιμή και διακοπής σε περίπτωση βροχής.
- Έλεγχο και επιτήρηση του κτιρίου μέσω Η/Υ χρησιμοποιώντας ασύρματη σύνδεση προς το Διαδίκτυο (Internet) και μία ή περισσότερες κάμερες μέσα στο κτίριο.
- Εγκατάσταση κατάλληλης εξώπορτας ασφαλείας, την οποία μπορούμε να ανοίγουμε από μακριά μέσω τηλεφώνου. Έτσι, αν συμβεί κάποιο έκτακτο περιστατικό όταν απουσιάζουμε, έχουμε τη δυνατότητα να ανοίξουμε την εξώπορτα για να εισέλθει ένα άτομο της εμπιστοσύνης μας.
- Διαχείριση του συστήματος μέσω ενός τηλεχειριστηρίου, το οποίο μπορεί να αντιγράψει και να αντικαταστήσει τα τηλεχειριστήρια της τηλεόρασης, του βίντεο, του ηχοσυστήματος κτλ.



Εικόνα 3.54: Ενδεικτική παρουσίαση ελέγχου BEMS σε ένα σπίτι

### 3.2.5 Αξιοποίηση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

#### 1. Φωτοβολταϊκά συστήματα

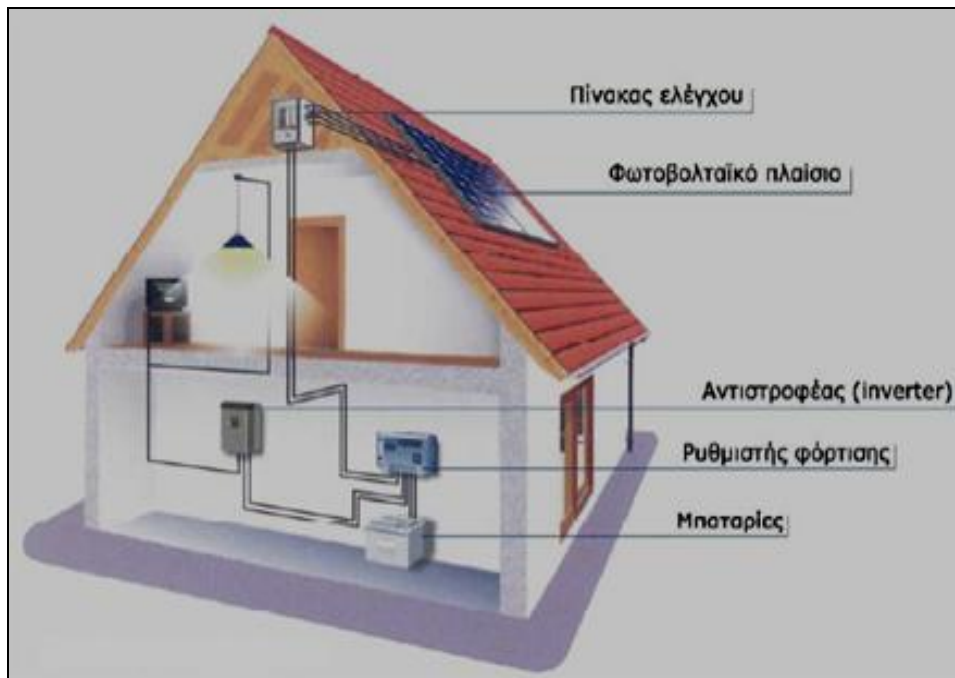
Η χρήση φωτοβολταϊκών συστοιχιών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι μία εξελισσόμενη τεχνολογία, ευρέως διαδεδομένη σε όλη την Ευρώπη. Ανάλογα με τη χρήση του παραγόμενου ρεύματος, τα φωτοβολταϊκά συστήματα κατατάσσονται σε:

(α) **αυτόνομα**, όταν η παραγόμενη ενέργεια καταναλώνεται εξολοκλήρου από την κατοικία, Εικ. 3.55.

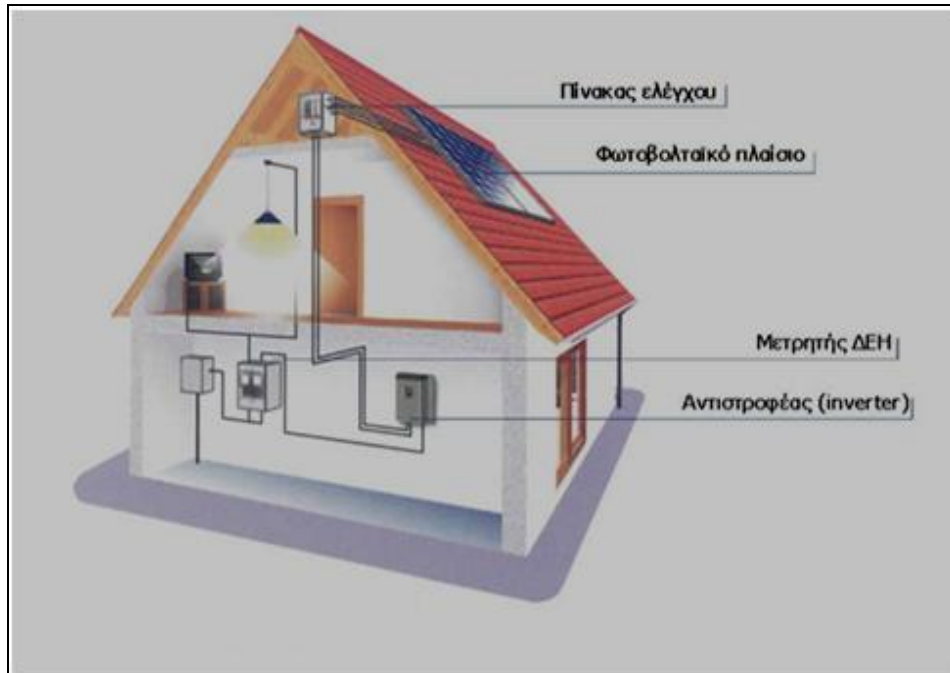
(β) **συνδεδεμένα**, όταν η κατοικία είναι συνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής, Εικ. 3.56.

Μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί λοιπόν ένα **αυτόνομο** σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτιρίου ή μιας επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.

Στην περίπτωση που η κατοικία είναι **συνδεδεμένη με το δίκτυο**, το πλεόνασμα ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να πωληθεί στον διαχειριστή του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, υπό προϋποθέσεις που καθορίζονται από ειδικό νομοθετικό πλαίσιο του Υπουργείου Ανάπτυξης.



**Εικόνα 3.55:** Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα  
**Πηγή:** Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (Σ.Ε.Φ.)

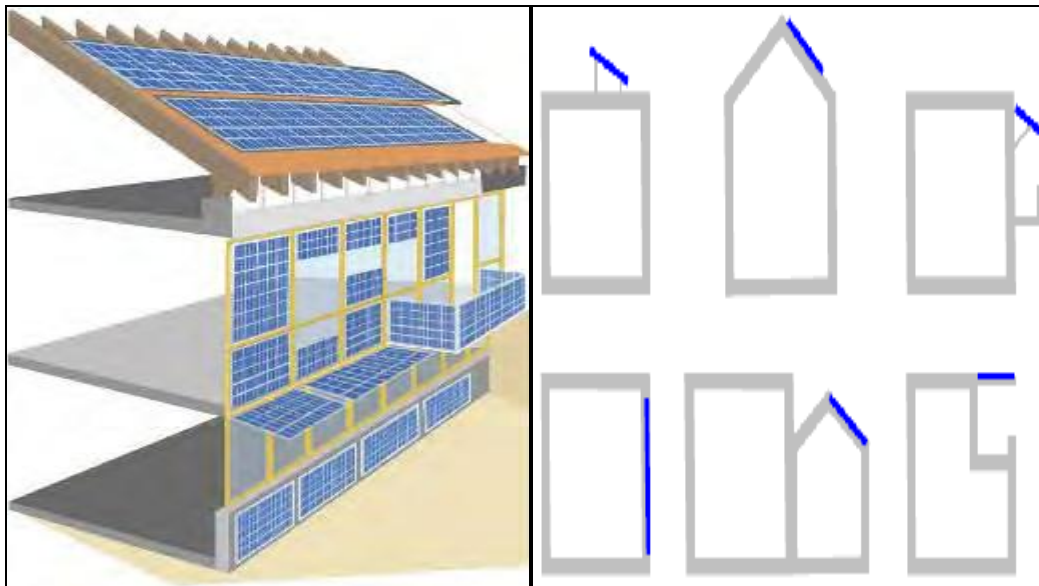


**Εικόνα 3.56:** Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα  
**Πηγή:** Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (Σ.Ε.Φ.)

Υπάρχουν τρεις εναλλακτικοί τρόποι ενσωμάτωσης των φωτοβολταϊκών πλαισίων σε ένα κτίριο, Εικ. 3.57:

- **Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγη ή δώμα κτιρίου:** Η πιο διαδεδομένη εφαρμογή σήμερα είναι η τοποθέτηση τους επάνω στην στέγη ή στο δώμα των κτιρίων. Σε περίπτωση τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών σε υπάρχουσα στέγη, θα πρέπει αυτή να γίνεται εντός του περιγράμματος της στέγης ακολουθώντας την κλίση της, είτε υποκαθιστώντας το αντίστοιχα οικοδομικό υλικό (π.χ. τα κεραμίδια), ενώ η ενσωμάτωση τους σε δώμα γίνεται πάνω σε ειδικές βάσεις στήριξης όπου θα πρέπει η απόσταση από το στηθαίο του δώματος να είναι κατ' ελάχιστο μισό μέτρο για λόγους ασφαλείας.
- **Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών στην πρόσοψη κτιρίου:** Το σχήμα και το χρώμα των στοιχείων που θα ενσωματωθούν στην όψη μπορούν να κατασκευαστούν έτσι, ώστε να προσαρμόζονται κατάλληλα στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου. Μια σύγχρονη όψη μπορεί να παρέχει διαφορετικές λειτουργίες στο κτίριο, όπως για παράδειγμα: Θερμική προστασία, μόνωση, προστασία από τον ήλιο, προστασία από το θόρυβο.
- **Σκίαστρα:** Η αξιοποίηση φωτοβολταϊκών συστημάτων για σκίαση έχει ως αποτέλεσμα αφενός την εξοικονόμηση κόστους από τα συμβατικά σκίαστρα, καθώς τα φωτοβολταϊκά μπορούν να προσφέρουν επαρκή σκίαση στον εσωτερικό χώρο, αφετέρου την παραγωγή καθαρής ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μπορεί να αποδειχτεί καλή επένδυση για το μέλλον. Η χρήση των ημιπερατών πλαισίων επιτρέπει τον προσδιορισμό του βαθμού διαφάνειας ανάλογα με τον απαιτούμενο βαθμό σκίασης. Το πλεονέκτημα από την ενσωμάτωση των φωτοβολταϊκών στα κτίρια για σκίαση είναι ότι η βέλτιστη

κλίση τοποθέτησής τους για τη μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας ταυτίζεται με την κλίση που παρέχει με τη μέγιστη σκίαση.



**Εικόνα 3.57:** Ενσωμάτωση φωτοβολταϊκών με διάφορους τρόπους  
Πηγή: Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών (Σ.Ε.Φ.)

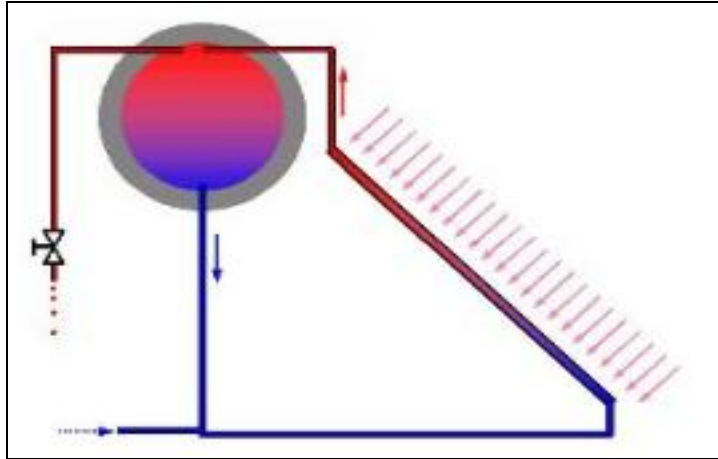
## 2. Θερμικά ηλιακά συστήματα

Τα Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (ΘΗΣ) εκμεταλλεύονται την ηλιακή ακτινοβολία για:

- (α) θέρμανση ζεστού νερού χρήσης,
- (β) θέρμανση ή/ και κλιματισμό χώρων.

Η πιο απλή και διαδεδομένη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες Εικ. 3.58, που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και στη συνέχεια, τη μεταφέρουν με τη μορφή θερμότητας σε κάποιο ρευστό, όπως το νερό. Αποτελούνται από τους ηλιακούς συλλέκτες, τη δεξαμενή αποθήκευσης του νερού και τις σωληνώσεις. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό τρόπο στο δοχείο αποθήκευσης που βρίσκεται πάντοτε υψηλότερα από τον συλλέκτη. Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες διακρίνονται σε ανοικτού και κλειστού κυκλώματος. Οι θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος λειτουργούν με αντιψυκτικό και αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες των χειμώνα όποτε και δεν καταστρέφονται οι ηλιακοί συλλέκτες. Επίσης δεν απαιτείται κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας. Ακόμα, στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται τα συστήματα combi, που έχουν μέγιστη απόδοση όταν λειτουργούν σε θερμοκρασίες 40-50°C. Χρησιμοποιώντας επίπεδους επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες, επιφάνειας ίσης με το 15-20% του εμβαδού του θερμαινόμενου χώρου, επιτυγχάνεται περίπου 40% κάλυψη των συνολικών αναγκών μίας κατοικίας σε θέρμανση και ζεστό νερό.





**Εικόνα 3.58:** Τυπική διάταξη ηλιακού Θερμοσίφωνα  
**Πηγή:** Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

### 3. Ηλιακός κλιματισμός

Η χρήση της ηλιακής ενέργειας για δροσισμό των κτιρίων αποτελεί σήμερα μια ελκυστική τεχνολογία. Ο ηλιακός κλιματισμός μέσω της μείωσης τόσο των ψυκτικών φορτίων, όσο και της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας για κλιματισμό συμβάλλει θετικά στην ενεργειακή ασφάλεια και στην προστασία του περιβάλλοντος, παρέχοντας παράλληλα σημαντικά οικονομικά οφέλη.

Ένα τυπικό σύστημα ηλιακού κλιματισμού αποτελείται από ένα σύνηθες ηλιοθερμικό σύστημα με ηλιακούς συλλέκτες, δεξαμενή αποθήκευσης, μονάδα ελέγχου, σωληνώσεις αντλίες και ένα θερμωθούμενο ψύκτη. Οι περισσότεροι συλλέκτες ηλιακής ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε συστήματα ηλιακού κλιματισμού είναι υψηλής απόδοσης. Η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια με τη μορφή της ηλιακής ακτινοβολίας χρησιμοποιείται από ένα ηλιακό συλλέκτη με σκοπό την παραγωγή υψηλής θερμοκρασίας υγρού (συνήθως νερού), το οποίο αποθηκεύεται σε δεξαμενή. Ο ψύκτης χρησιμοποιεί το ζεστό υγρό της δεξαμενής για παραγωγή ψυχρού υγρού, το οποίο στη συνέχεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια τυπική εγκατάσταση κλιματισμού, παρόμοιας λειτουργίας με ένα κοινό ηλεκτρικό ψυγείο. Σε μια συνηθισμένη ημέρα η δεξαμενή αποθήκευσης λειτουργεί ως εφεδρεία, επιτρέποντας το δροσισμό ενός χώρου σε χρονική περίοδο διαφορετική από αυτή της απορρόφησης θερμότητας από τους συλλέκτες και καθιστώντας το στοιχείο αυτό του συστήματος απολύτως απαραίτητο.

Τα συστήματα ηλιακού κλιματισμού που χρησιμοποιούνται διακρίνονται σε κλειστά και ανοικτά συστήματα:

- **Κλειστά συστήματα:** Πρόκειται για θερμωθούμενους ψύκτες που παρέχουν ψυχρό νερό, το οποίο είτε χρησιμοποιείται στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες για να παρέχει πλήρως κλιματισμένο αέρα είτε διανέμεται μέσω ενός δικτύου ψυχρού νερού σε καθορισμένους χώρους για να θέσει σε λειτουργία τις τοπικές μονάδες των δωματίων. Ο διαθέσιμος



εξοπλισμός σήμερα διακρίνεται σε ψύκτες απορρόφησης και ψύκτες προσρόφησης.

- **Ανοικτά συστήματα:** Πρόκειται συνήθως για συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν το νερό ως ψυκτικό μέσο που έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Ο θερμοωθούμενος ψυκτικός κύκλος αποτελεί συνδυασμό εξατμιστικού δροσισμού με αφύγρανση αέρα. Για το σκοπό αυτό είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν υγρά ή στερεά αφυγραντικά υλικά. Τα πλέον κοινά συστήματα ψύξης ανοικτού κύκλου χρησιμοποιούν έναν περιστρεφόμενο τροχό αφύγρανσης με ζελέ χημικά ενεργοποιούμενο διξειδίου του πυροτίου (silica gel) ή χλωριούχο λίθιο (LiCl) ως πορώδες απορροφητικό υλικό. Σήμερα καταγράφονται στην Ελλάδα επτά συστήματα ηλιακού κλιματισμού, η συντριπτική πλειοψηφία των οποίων είναι συστήματα κλειστού τύπου.

#### 4. Αιολικά συστήματα

Η χρήση ανεμογεννητριών αποτελεί μία ώριμη πλέον πρακτική για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, που συναντάμε στις περισσότερες χώρες της Ευρώπης. Εκτός από τα αιολικά πάρκα, μπορούν να εγκατασταθούν και μικρές ανεμογεννήτριες για εφαρμογές μικρής κλίμακας, για την ικανοποίηση οικιακών αναγκών. Η εγκατάστασή τους απαιτεί μια δεδομένη, ελεύθερη από εμπόδια έκταση, για τη μεγαλύτερη δυνατή έκθεσή τους στον άνεμο, γι' αυτό και συνίσταται σε μη αστικές περιοχές. Επίσης, η ηχητική όχληση που προκαλείται από τη λειτουργία τους είναι αμελητέα. Η χρήση συστημάτων μικρών ανεμογεννητριών είναι συμφέρουσα σε αυτόνομες κατοικίες, όταν δεν είναι δυνατή η σύνδεσή τους με το δίκτυο, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με φωτοβολταϊκό σύστημα και υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζονται βασικές αρχές εξοικονόμησης ενέργειας, δηλαδή:

- (α) δεν χρησιμοποιούνται ενεργοβόρες συσκευές,
- (β) ο χρήστης έχει ορθολογική ενεργειακή συμπεριφορά.

Για κατοικίες μη συνδεδεμένες στο ηλεκτρικό δίκτυο της περιοχής, απαιτούνται συσσωρευτές (μπαταρίες) για την αποθήκευση της ενέργειας. Η αιολική ενέργεια ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και ασφάλεια και προστατεύει τον πλανήτη, καθώς αποφεύγονται οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου που αποσταθεροποιούν το παγκόσμιο κλίμα. Μια μικρή ανεμογεννήτρια που αντικαθιστά μια ηλεκτρογεννήτρια σε ένα εξοχικό ή μια αγροικία, μας βοηθά να αποφύγουμε την έκλυση περίπου 2 κιλών διοξειδίου του άνθρακα για κάθε κιλοβατώρα που χρησιμοποιούμε.

#### 5. Βιομάζα

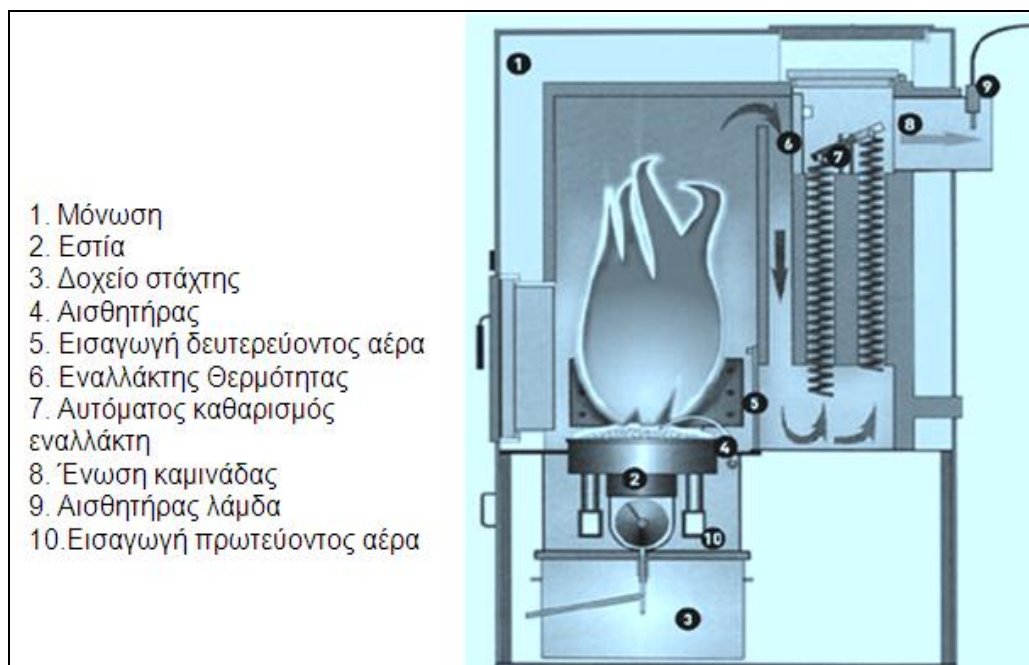
Με τον όρο βιομάζα εννοούμε τα καυσόξυλα, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα, τα ζωικά απόβλητα, τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως **ακατέργαστη** πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας.

Εκτός από τα γνωστά καυσόξυλα, η χρήση της βιομάζας γίνεται συνήθως με την **επεξεργασμένη** μορφή για ευκολότερη χρήση καύσης, θρυμμάτων ξύλου (wood

chips) ή συσσωματωμάτων (pellets, μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα Εικ. 3.59, σε σύγχρονους λέβητες υψηλής τεχνολογίας, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη απομάκρυνση της στάχτης, ενώ ορισμένα μοντέλα συμπιέζουν τις στάχτες, ώστε το καθάρισμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο, Εικ. 3.60.



**Εικόνα 3.59:** Συσσωματώματα ξύλου (pellets)  
**Πηγή:** Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

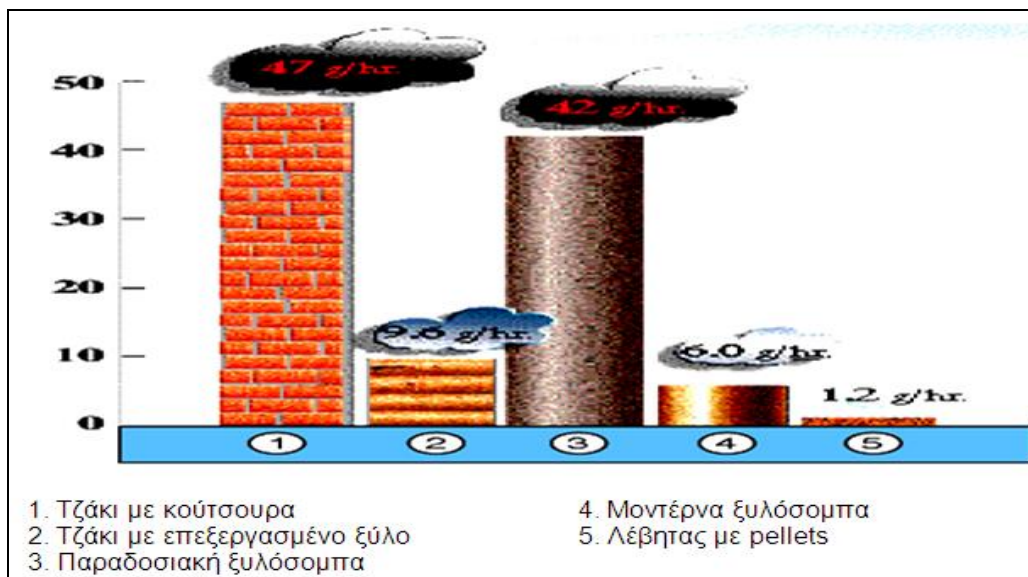


**Εικόνα 3.60:** Λέβητας συσσωματωμάτων  
**Πηγή:** Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.)

Για την καύση της βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- (α) τυπικό τζάκι με απόδοση 20-30%,
- (β) ενεργειακό τζάκι (που θερμαίνει και άλλους χώρους ή νερό) με απόδοση 80-85%,
- (γ) σόμπα ξύλου ή pellets με απόδοση 90%,
- (δ) λέβητας ξύλου ή pellets για κεντρική θέρμανση με απόδοση 70-90%.

Οι σύγχρονοι λέβητες ξύλου δεν παράγουν ορατό καπνό και οι εκπομπές τους είναι πολύ χαμηλές. Το βασικό πλεονέκτημα των εφαρμογών βιομάζας, σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα (πετρέλαιο, αέριο), πέραν του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους, είναι πως είναι «ουδέτερες» ως προς τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), δε συμβάλλουν δηλαδή στην αποσταθεροποίηση του κλίματος, μιας και οι όποιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση της βιομάζας «ισοσκελίζονται» από ισοδύναμες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα που απορροφήθηκαν από τα φυτά στη διάρκεια της ζωής τους, Εικ. 3.61.



**Εικόνα 3.61:** Εκπομπές καυσαερίων σε (γραμμάρια ανά ώρα – gr/h)  
Πηγή: GREENPEACE

Η βιομάζα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και υγρών βιοκαυσίμων (π.χ. βιοαιθανόλη, βιοντήζελ). Οι κυριότερες εφαρμογές στην Ελλάδα αφορούν σε παραγωγή θερμικής ενέργειας σε γεωργικές και δασικές βιομηχανίες καθώς και σε θέρμανση στον οικιακό τομέα.

## 6. Γεωθερμία

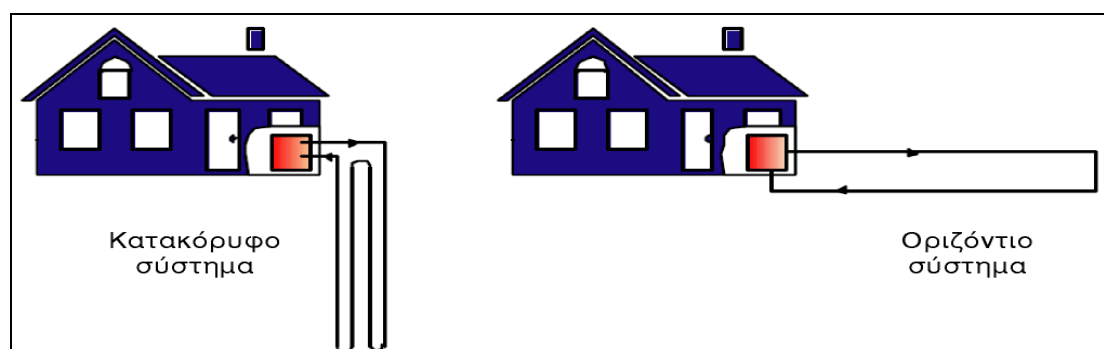
Η Γεωθερμία είναι μία ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης / ψύξης, αλλά και να παραγάγει ηλεκτρική ενέργεια σε ορισμένες περιπτώσεις. Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25° μέχρι 350 °C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C) η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση / ψύξη κατοικιών, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λπ.

Η αρχή του αβαθούς γεωθερμικού συστήματος είναι εξαιρετικά απλή, βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης ( έως 150 m) η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 18 - 20 °C (θερμοκρασίες Ελλάδος). Αν συνεπώς εκμεταλλευτούμε τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ υπεδάφους και επιφάνειας, μπορούμε να θερμάνουμε χώρους το χειμώνα και να τους ψύξουμε αντίστοιχα το καλοκαίρι. Αυτό γίνεται με τη χρήση μιας γεωθερμικής αντλίας θερμότητας, η δε θερμότητα μεταδίδεται μέσω ενός δικτύου σωληνώσεων που είτε βρίσκονται σε οριζόντια διάταξη και χαμηλό βάθος (περίπου 2 m), είτε σε κατακόρυφη διάταξη (έως 150 m), εκμεταλλευόμενοι μία γεώτρηση που γίνεται γι' αυτό το λόγο, Εικ. 3.62.

Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας καταναλώνει συνήθως γύρω στο 25-30% της ενέργειας που αποδίδει, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας συνδυάζονται με θέρμανση / ψύξη χαμηλής θερμοκρασίας (ενδοδαπέδιο, fan coils, παροχή αέρα μέσω αεραγωγών, κλπ) λειτουργούν όμως και με καλοριφέρ. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε υβριδικά συστήματα, από κοινού με ηλιοθερμικά.

Μία εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται από:

- Τη γεωθερμική αντλία θερμότητας,
- Το γεωθερμικό εναλλάκτη, που είναι κλειστό σύστημα σωληνώσεων που διαρρέεται από νερό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος (σύστημα κλειστού βρόχου) ή εναλλακτικά με απευθείας γεωτρήσεις στον υπάρχοντα υδροφόρο ορίζοντα (σύστημα ανοικτού βρόχου),
- Την εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και / ή ψύξης της κατοικίας του κτιρίου.



**Εικόνα 3.62:** Κατακόρυφο και οριζόντιο σύστημα γεωθερμίας κλειστού βρόχου  
Πηγή: GAZPRO

Παρακάτω θα υποδείξουμε άλλους τρόπους γεωθερμικών συστημάτων, εικονογραφημένα, Εικ. 3.63.



**Εικόνα 3.63:** Είδη γεωθερμικών συστημάτων  
Πηγή: GEOTHERMAL (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων- Μεταλλουργών)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

## 4 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ [4, 29-30]

### 4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

#### 4.1.1 Περιγραφή εξεταζόμενου κτιρίου

Η εφαρμογή προσομοίωσης θα γίνει σε υφιστάμενο κτίριο το οποίο εδράζεται στο Ρίο της Πάτρας (Ζώνη Β, γεωγραφικό πλάτος 40<sup>ο</sup>). Πρόκειται για μια μονοκατοικία δυο επιπέδων (ισόγειο, όροφος) με νότιο προσανατολισμό η οποία κατασκευάστηκε πριν το 1979. Όλες οι πλευρές του κτιρίου είναι πανταχόθεν ελεύθερες, δεν σκιάζεται από την ύπαρξη άλλων κτιρίων ή δέντρων και δεν διαθέτει εξωτερικά σκίαστρα. Όλοι οι χώροι του υπάρχοντος κτιρίου είναι θερμαινόμενοι και οι ψυχόμενοι χώροι είναι δύο δωμάτια του ορόφου όπως φαίνεται στον ακόλουθο Πίν. 4.1.

Η θέρμανση του κτιρίου γίνεται με λέβητα πετρελαίου με θερμική ισχύ 40.000 Kcal/h (46,50 KW) και η ψύξη των δύο χώρων γίνεται με κλιματιστικές μονάδες διαιρούμενου τύπου με συνολικό ψυκτικό φορτίο 24.000 BTU/h (7 KW). Επίσης το κτίριο διαθέτει μπόιλερ 250 lt και η θέρμανση του νερού γίνεται κατά κύρια πηγή με το πετρέλαιο θέρμανσης και δευτερεύουσα πηγή την ηλεκτρική ενέργεια. Η λειτουργία του υπολογίζεται περίπου 18 ώρες ανά ημέρα, 7 ημέρες την εβδομάδα και 12 μήνες το έτος.

Το υφιστάμενο κτίριο δεν διαθέτει θερμομόνωση, τα παράθυρα και οι μπαλκονόπορτες αποτελούνται από ξύλινο πλαίσιο μονού υαλοπίνακα, το δάπεδο είναι ξύλινο και η οροφή είναι κατά το μεγαλύτερο μέρος της από κεραμοσκεπή εκτός από ένα μικρό μέρος που είναι δώμα. Οι ηλεκτρικές συσκευές δεν είναι ενεργειακής κλάσης και ο φωτισμός που διαθέτει είναι πυρακτώσεως.

**Πίνακας 4.1:** Γενικά γεωμετρικά στοιχεία υφιστάμενου κτιρίου

Αριθμός επιπέδων	2 επίπεδα
Συνολική επιφάνεια κτιρίου (m <sup>2</sup> )	149,08
Συνολικός όγκος κτιρίου	439,59
Θερμαινόμενος όγκος κτιρίου (m <sup>3</sup> )	439,59
Ψυχόμενος όγκος κτιρίου (m <sup>3</sup> )	93,74
Ύψος ισόγειου (m)	2,85
Ύψος ορόφου (m)	3,10

#### 4.1.2 Κτίριο αναφοράς

Το κτίριο αναφοράς σύμφωνα με το **άρθρο 3 του Κ.Ε.Ν.Α.Κ.** καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο.

Το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στου φωτισμού.

## 4.2 ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στο υποκεφάλαιο αυτό θα περιγραφεί αναλυτικά η μεθοδολογία για τον υπολογισμό της μελέτης ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου.

### 4.2.1 Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης

Η απλούστερη μέθοδος ενεργειακής ανάλυσης είναι η μέθοδος των βαθμομερών (Degree Days), που αφορά τις περιόδους θέρμανσης και ψύξης ενός κτιρίου. Έχουν προταθεί διεθνώς διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό των βαθμομερών. Το «πρόβλημα» της πλειοψηφίας των μεθόδων αυτών είναι η απαίτηση για αναλυτικά (σε ημερήσια ή και σε πολλές περιπτώσεις ωριαία βάση) θερμοκρασιακά (κυρίως) δεδομένα.

Πηγές (αναλυτικών και μη) μετεωρολογικών δεδομένων αποτελούν εκτός των σταθμών της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ), οι μετεωρολογικοί σταθμοί των Ελληνικών Πανεπιστημίων και Α.Τ.Ε.Ι, καθώς και οι σταθμοί διαφόρων άλλων φορέων (Υπουργεία, Ινστιτούτα κλπ).

Ο υπολογισμός των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης γίνεται συνήθως για θερμοκρασία βάσης 18°C, διότι η θερμοκρασία αυτή είναι η συνήθης θερμοκρασία βάσης και οι βαθμομέρες σε αυτή τη θερμοκρασία είναι πινακοποιημένες και διαθέσιμες στον κάθε ενδιαφερόμενο.

Η μεθοδολογία υπολογισμού των βαθμομερών έγινε με βάση την εργασία: **Υπολογισμός βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης για ελληνικές πόλεις με τη χρήση διαφόρων μεθοδολογιών**, του Αχ. Κωστούλα, Ν. Θεοδωρόπουλου και Γ. Βόκα.

### ∅ Σχέση υπολογισμού βαθμομερών ψύξης

$$CDD = (1 \text{ day}) \sum (T_m - T_b)^+ \quad (1)$$

Όπου:

$T_m$  είναι η μέση μηνιαία θερμοκρασία περιβάλλοντος και

$T_b$  είναι η θερμοκρασία βάσης

Η θερμοκρασία βάσης προσδιορίζεται ως η τιμή της εξωτερικής θερμοκρασίας η οποία για συγκεκριμένες τιμές της εσωτερικής θερμοκρασίας του κτιρίου οι ολικές θερμοκρασιακές απώλειες είναι ίσες με τα θερμικά κέρδη (από τον ήλιο, τους ενοίκους, τα φώτα κτλ.). Το θετικό πρόσημο στην εξίσωση (1) υποδεικνύει ότι μόνο τα θετικά αποτελέσματα έχουν υπόσταση. Στην περίπτωση που  $T_m < T_b$  τότε  $CDD = 0$ .

### Ø Σχέση υπολογισμού βαθμομερών θέρμανσης

$$HDD = (1 \text{ day}) \sum_{day} (T_b - T_m)^+ \quad (2)$$

Και σε αυτή την περίπτωση το θετικό πρόσημο στην εξίσωση υποδεικνύει ότι μόνο τα θετικά αποτελέσματα έχουν υπόσταση. Στην περίπτωση που  $T_b < T_m$  τότε  $HDD = 0$ .

Όπως γίνεται αντιληπτό η μέθοδος αυτή απαιτεί την γνώση των μέσων ημερήσιων τιμών της θερμοκρασίας. Η «απαίτηση» αυτή της μεθόδου την καθιστά δύσκολη στην εφαρμογή της. Για την αποφυγή της δυσκολίας αυτής εργαστήκαμε ως εξής: θεωρώντας ότι η μέση μηνιαία θερμοκρασία έχει προκύψει από την επεξεργασία των μέσων ημερήσιων τιμών της, όποτε οι σχέσεις (1) και (2) μπορούν να γραφούν και ως εξής:

$$CDD = N(T_{m,month} - T_b)^+ \quad (1\alpha)$$

$$HDD = N(T_b - T_{m,month})^+ \quad (2\alpha)$$

Όπου:  $N$  είναι το σύνολο των ημερών του μήνα

Τα αποτελέσματα των βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης με τους  $18^\circ\text{C}$  παρουσιάζονται στον Πίν. 4.2.

Πίνακας 4.2: Βαθμομέρες θέρμανσης - ψύξης

Μήνας	Βαθμομέρες θέρμανσης	Μήνας	Βαθμομέρες ψύξης
Ιαν.	260,66	Μάιος	75,64
Φεβ.	222,33	Ιουν.	206,93
Μαρ.	220,22	Ιουλ.	280,95
Απρ.	192,56	Αυγ.	294,18
Μάιος	18,22	Σεπ.	164,60
Σεπ.	0	Οκτ.	34,34
Οκτ.	32,08	-	-
Νοε.	114,72	-	-
Δεκ.	218,04	-	-



## Ø Βαθμομέρες που θα χρησιμοποιηθούν για θέρμανση κα ψύξη

Σύμφωνα με την τεχνική οδηγία του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010) παράγραφος 2.3, για τους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών απωλειών, λαμβάνονται συγκεκριμένες περιόδους για τη θέρμανση και ψύξη ανάλογα την κλιματική ζώνη.

Για την Ζώνη Β η περίοδος θέρμανσης είναι από την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου μέχρι και τις 15 Απριλίου και η περίοδος ψύξης από τις 15 Μαΐου μέχρι και τις 15 Σεπτεμβρίου.

Οπότε η βαθμομέρες θέρμανσης και ψύξης διαμορφώνονται όπως δείχνονται στον πίνακα που ακολουθεί Πίν. 4.3.

Πίνακας 4.3: Βαθμομέρες που θα χρησιμοποιηθούν για θέρμανση – ψύξη

Μήνας	Βαθμομέρες θέρμανσης	Μήνας	Βαθμομέρες ψύξης
Ιαν.	260,66	Μάιος	37,83
Φεβ.	222,33	Ιουν.	206,93
Μαρ.	220,22	Ιουλ.	280,95
Απρ.	96,28	Αυγ.	294,18
Μάιος	0	Σεπ.	82,3
Σεπ.	0	Οκτ.	0
Οκτ.	0	-	-
Νοε.	114,72	-	-
Δεκ.	218,04	-	-

## Ø Σύγκριση βαθμομερών θέρμανσης και ψύξης

Ο υπολογισμός των βαθμομερών θα γίνει σύμφωνα με την παραπάνω μέθοδο για την Πάτρα με θερμοκρασία βάσης τους 18°C και με μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες σύμφωνα με την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ), Πίν. 4.4.

Πίνακας 4.4: Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες Πάτρας

Πάτρα						
Μήνας	Ιαν.	Φεβ.	Μάρ.	Απρ.	Μάιος	Ιούν.
Μέση θερμοκρασία (°C)	9,9	10,5	12,6	15,8	20,3	24,1
Μήνας	Ιουλ.	Αύγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοέμ.	Δεκ.
Μέση θερμοκρασία (°C)	26,4	26,6	23,7	18,9	14,5	11,4



Παρακάτω παρουσιάζονται οι τιμές των βαθμομερών Πίν. 4.5 και 4.6.

**Πίνακας 4.5:** Βαθμομέρες Θέρμανσης

Μήνας	N	T <sub>b</sub>	T <sub>m</sub>	HDD = N(T <sub>b</sub> - T <sub>m,month</sub> ) <sup>+</sup>
Ιαν.	31	18	9,9	251,1
Φεβ.	28	18	10,5	210,0
Μαρ.	31	18	12,6	167,4
Απρ.	30	18	15,8	66,0
Μάιος	31	18	20,3	0
Σεπ.	30	18	23,7	0
Οκτ.	31	18	18,9	0
Νοε.	30	18	14,5	105,0
Δεκ.	31	18	11,4	204,6

**Πίνακας 4.6:** Βαθμομέρες Ψύξης

Μήνας	N	T <sub>m</sub>	T <sub>b</sub>	CDD = N(T <sub>m,month</sub> - T <sub>b</sub> ) <sup>+</sup>
Μάιος	31	20,3	18	71,3
Ιουν.	30	24,1	18	183,0
Ιουλ.	31	26,4	18	260,4
Αυγ.	31	26,6	18	266,6
Σεπ.	30	23,7	18	171,0
Οκτ.	31	18,9	18	27,9

Οι αποκλίσεις των αποτελεσμάτων μας, (πίν. 4.5 και 4.6) σε σχέση με τα αποτελέσματα του Πίν. 4.2 οφείλονται κυρίως στο ότι οι τιμές μας προέκυψαν από την χρήση διαφορετικών μέσων μηνιαίων θερμοκρασιακών δεδομένων .

#### 4.2.2 Υπολογισμός θερμικών απωλειών

Οι θερμικές απώλειες προέρχονται από το κέλυφος του κτιρίου δηλ. τους τοίχους, τα ανοίγματα, τα δάπεδα, τις οροφές κτλ.

Οι απώλειες θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = u \times F \times (t_i - t_a) \quad (\text{Kcal/h}),$$

- $u$  (kcal/hm<sup>2</sup>°C), είναι ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του στοιχείου.
- $F$  (m<sup>2</sup>), είναι το εμβαδόν του στοιχείου.
- $t_i$  (°C), είναι η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου.
- $t_a$  (°C), είναι η θερμοκρασία στην εξωτερικής πλευρά του στοιχείου, δηλ:

1. Στην περίπτωση εξωτερικού στοιχείου, η εξωτερική θερμοκρασία του περιβάλλοντος.
2. Στην περίπτωση εσωτερικού στοιχείου προς μη θερμαινόμενο χώρο, η θερμοκρασία του μη θερμαινόμενου χώρου.
3. Στην περίπτωση δαπέδου ή στοιχείου που έχει επαφή με το έδαφος, σαν  $t_a$  λαμβάνεται η θερμοκρασία του εδάφους που θεωρείται σταθερή καθ' όλη την διάρκεια της περιόδου θέρμανσης.
4. Στην περίπτωση εσωτερικού στοιχείου προς θερμαινόμενο χώρο, διακρίνουμε τις εξής περιπτώσεις:
  - ✓ Όταν ο θερμαινόμενος χώρος ακολουθεί διαφορετικό χρονοπρόγραμμα θέρμανσης, τότε σαν  $t_a$  λαμβάνεται η θερμοκρασία μη θερμαινόμενου χώρου.
  - ✓ Όταν ο θερμαινόμενος χώρος ακολουθεί ίδιο χρονοπρόγραμμα θέρμανσης, τότε σαν  $t_a$  θεωρείται η εσωτερική θερμοκρασία του χώρου, οπότε οι απώλειες θερμοπερατότητας του στοιχείου μηδενίζονται.

Για τον υπολογισμό των απωλειών λόγω θερμοπερατότητας ενός στοιχείου υπολογίζονται και οι προσαυξήσεις. Αυτές είναι:

### 1. Προσαύξηση λόγω διακοπής λειτουργίας ( $Z_D$ )

Ο συντελεστής προσαύξησης λόγω διακοπής λειτουργίας ( $Z_D$ ) λαμβάνεται:

- α) Για μικρά χρονικά διαστήματα  $Z_D = 7\%$
- β) Για μεσαία χρονικά διαστήματα  $Z_D = 15\%$
- γ) Για μεγάλα χρονικά διαστήματα  $Z_D = 30\%$

### 2. Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού ( $Z_H$ )

Οι προσαυξήσεις λόγω προσανατολισμού ( $Z_H$ ) λαμβάνονται σύμφωνα με τον προσανατολισμό του χώρου, Πίν. 4.7.

Πίνακας 4.7: Προσαύξηση λόγω προσανατολισμού (%)

BA	B	BΔ	Δ	A	NA	N	NΔ
+5	+5	+5	0	0	-5	-5	-5

### 3. Προσαυξήσεις λόγω ύψους ( $Z_Y$ )

Οι προσαυξήσεις λόγω ύψους ( $Z_Y$ ) λαμβάνονται ως εξής:

- α) για A,B όροφο  $Z_Y = 0\%$
- β) για Γ όροφο  $Z_Y = 4\%$
- γ) για Δ όροφο  $Z_Y = 8\%$
- δ) για E όροφο  $Z_Y = 12\%$

#### 4. Προσαυξήσεις λόγω εισερχόμενου αέρα ( $L_{oi}$ )

Οι προσαυξήσεις λόγω εισερχόμενου αέρα ( $L_{oi}$ ) υπολογίζονται προσεγγιστικά από τον παρακάτω τύπο:

$$L_{oi} = 10 + 30 \times I_{o\lambda}$$

Όπου:  $I_{o\lambda}$  το συνολικό μήκος των χαραμάδων του κάθε ανοίγματος.

##### 4.2.3 Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών απωλειών θα χρησιμοποιηθεί η μέθοδος που παρουσιάζεται στο σύγγραμμα, **Κλιματισμός** του Αντ. Ν. Ασημακόπουλου, καθηγητού των Πρότυπων Σχολών της ΣΕΛΕΤΕ.

Οι πηγές από τις οποίες προέρχονται τα ψυκτικά φορτία μίας κλιματιστικής εγκατάστασης, θέρους μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:

##### α) Στις εξωτερικές πηγές.

Στην κατηγορία αυτή που αποτελεί και τον κύριο όγκο των ψυκτικών φορτίων της εγκατάστασης, περιλαμβάνονται:

- Τα ψυκτικά φορτία από αγωγή μέσω των διαφόρων δομικών στοιχείων του κτιρίου
- Τα φορτία από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων του κτιρίου
- Τα φορτία που οφείλονται στην διείσδυση εξωτερικού αέρα στον κλιματιζόμενο χώρο, μέσω των χαραμάδων των θυρών και παραθύρων ή λόγω προσαγωγής νωπού αέρα στο χώρο.

##### β) Στις εσωτερικές πηγές ψυκτικών φορτίων.

Στα εσωτερικά ψυκτικά φορτία ενός κλιματιζόμενου χώρου περιλαμβάνονται:

- Τα φορτία από τα φώτα του κλιματιζόμενου χώρου
- Τα φορτία που προέρχονται από τους παρευρισκόμενους ανθρώπους και
- Τα φορτία από τα διάφορα είδη συσκευών που λειτουργούν στον κλιματιζόμενο χώρο.

#### 1. Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών από δομικά στοιχεία

Το μέγεθος των ψυκτικών απωλειών ενός χώρου από αγωγή εξαρτώνται από τους εξής παράγοντες:

- Από τις διαστάσεις των εξωτερικών του επιφανειών
- Από την αγωγιμότητα των οικοδομικών υλικών

- Από τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του κλιματιζόμενου χώρου και του περιβάλλοντος

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$Q = u \times F \times \Delta t = \text{Kcal/h}$$

όπου,

- Q (Kcal/h), το ψυκτικό φορτίο από αγωγή
- u (Kcal/hm<sup>2</sup>°C), ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας του στοιχείου
- F (m<sup>2</sup>), η επιφάνεια
- Δt (°C), Διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου.

Η παραπάνω σχέση χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των ψυκτικών απωλειών από:

- Εξωτερικούς τοίχους
- Εσωτερικούς τοίχους μόνο εάν επικοινωνούν με μη θερμαινόμενο χώρο
- Δάπεδα
- Οροφές
- Διαφανή στοιχεία από αγωγή

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων στην περίπτωση εξωτερικών τοίχων και οροφών λαμβάνουμε υπ' όψη και τον συντελεστή χρώματος επιφάνειας, ενώ για τα διαφανή στοιχεία με αγωγή λαμβάνουμε υπ' όψη τον συντελεστή σκίασης, όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίν. 4.8.

**Πίνακας 4.8:** Συντελεστές χρώματος επιφάνειας και σκιάστρων

Χρώμα επιφάνειας	Σκούρο	Ανοιχτό	-
Συντελεστής	1	0,65	-
Σκίαστρα	Χωρίς	Εσωτερικά	Εξωτερικά
Συντελεστής	1	0,65	0,15

## **2. Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών διαφανών στοιχείων από ακτινοβολία**

Ο υπολογισμός των ψυκτικών απωλειών εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Την επιφάνεια των υαλοπινάκων
- Τον προσανατολισμό της επιφάνειας που δέχεται την ακτινοβολία
- Το γεωγραφικό πλάτος στο οποίο βρίσκεται το κτίριο (για την Ελλάδα 40°)
- Την ώρα κατά την οποία παρουσιάζεται το μέγιστο φορτίο από ακτινοβολία.

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Επιφάνεια (m}^2\text{)} \times \text{ψυκτικό φορτίο μέσω υαλοπίνακα (Kcal/hm}^2\text{)} = \text{Kcal/h}$$

όπου, το ψυκτικό μέσω υαλοπίνακα ανάλογα τον προσανατολισμό φαίνεται στον παρακάτω Πίν. 4.9.

Πίνακας 4.9: Μέσες τιμές ψυκτικών φορτίων μέσω υαλοπινάκων

Προσανατολισμός	B	N	A	Δ
40° γεωγραφικό πλάτος	69 (Kcal/hm <sup>2</sup> )	231 (Kcal/hm <sup>2</sup> )	270 (Kcal/hm <sup>2</sup> )	297 (Kcal/hm <sup>2</sup> )

Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων στην περίπτωση αδιαφανών στοιχείων από ακτινοβολία λαμβάνουμε υπ' όψη και τον συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους ( $g_w$ ). Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 3.2.7 ο συντελεστής αυτός υπολογίζεται με την παρακάτω σχέση:

$$g_w = g_{gl} \times (1 - F_f)$$

όπου,

$g_{gl}$  είναι ο συντελεστής του ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα και για μονούς υαλοπίνακες είναι 0,765

$F_f$  είναι το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα και στην περίπτωση μας για μονούς υαλοπίνακες και ποσοστό πλαισίου είναι 20%, άρα σύμφωνα με τη σχέση θα έχουμε:

$$g_w = 0,765 \times (1 - 0,2) = 0,61$$

### 3. Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών από διείσδυση εξωτερικού αέρα

Μία άλλη πηγή ψυκτικού φορτίου σε μια κλιματιστική εγκατάσταση είναι ο εξωτερικός αέρας που μπαίνει στον κλιματιζόμενο χώρο από τις χαραμάδες των παραθύρων και των θυρών και εξαρτάται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Από το μέγεθος των χαραμάδων των κουφωμάτων
- Την θερμοκρασία του περιβάλλοντος
- Από τον προσανατολισμό του κτιρίου
- Από την ταχύτητα του πνέοντος ανέμου

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις:

$$V_1 = M \times \Pi \times Y \times A_c \text{ (m}^3\text{/h)}$$

όπου,

- $V$  ( $m^3/h$ ), ο όγκος του χώρου
- $M$  (m), το μήκος του χώρου
- $\Pi$  (m), το πλάτος του χώρου
- $Y$  (m), το ύψος του χώρου
- $A_c$ , αριθμός αλλαγών αέρα διείσδυσης σύμφωνα με των παρακάτω Πίν. 4.10.

**Πίνακας 4.10:** Αριθμός αλλαγών ανά ώρα λόγω αέρα διείσδυσεως (Ταχύτητα εξωτ. αέρα 3,5 m/sec)

Είδος χώρου	Αριθμός αλλαγών ανά ώρα $A_c$
Δωμάτια χωρίς εξωτερικές πόρτες ή παράθυρα	0,7
Δωμάτια με παράθυρα ή πόρτες σε 1 τοίχο	1,0
Δωμάτια με παράθυρα ή πόρτες σε 2 τοίχους	1,5
Δωμάτια με παράθυρα ή πόρτες σε 3 ή 4 τοίχους	2,0
Χώλ εισόδου	2,0
Χώλ υποδομής	1,5
Χώροι καταστημάτων	2,0

**Παρατήρηση:** Το ποσό αέρα διείσδυσεως που βρίσκουμε από την παραπάνω σχέση το διαιρούμε δια δύο, διότι για δεδομένη στιγμή έχουμε διείσδυση αέρα μόνο από την επιφάνεια που εκτίθεται προς τη διεύθυνση του ανέμου.

$$V_2 = \text{Αρ. ατόμων} \times 1,42 \text{ (m}^3/\text{min)} \times 15 \text{ (min/h)}$$

όπου,

1,42 ( $m^3/\text{min}$ ), ποσό αέρα που προστίθεται στο χώρο για κάθε άτομο που μπαίνει ή βγαίνει από την πόρτα προς το εξωτερικό περιβάλλον.

15 (min/h), χρόνος που παραμένει η θύρα ή το παράθυρο ανοιχτό.

$$V_3 = V_1 + V_2 \text{ (m}^3/\text{h)}$$

**α) Η αισθητή θερμότητα που προστίθεται στο χώρο από τη διείσδυση αέρα, δίνεται από τη σχέση:**

$$Q_s = V_3 \times 0,29 \times \Delta t \text{ (Kcal/h)}$$

όπου,

- $Q_s$  (Kcal/h), αισθητή θερμότητα
- $V_3$  ( $m^3/h$ ), ο όγκος του εισερχόμενου αέρα
- 0,29 ειδικό βάρος επί την ειδική θερμότητα του αέρα ( $1,2 \times 0,24$ )
- $\Delta t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ περιβάλλοντος και κλιματιζόμενου χώρου



**β) Η λανθάνουσα θερμότητα που προστίθεται στο χώρο από τη διείσδυση αέρα, δίνεται από τη σχέση:**

$$Q_i = V_3 \times 700 \times \Delta w \text{ (Kcal/h)}$$

όπου,

- $Q_i$  (Kcal/h), λανθάνουσα θερμότητα
- $V_3$  ( $m^3/h$ ), ο όγκος του εισερχόμενου αέρα
- 700, ειδικό βάρος του αέρα επί τη λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως του νερού υπό θερμοκρασία περιβάλλοντος ( $1,2 \times 584$ )
- $\Delta w$  (Kg/Kg ξ. α.), διαφορά υγρασίας

#### **4. Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών από ηλεκτρικές συσκευές**

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Ονομαστική ισχύς της συσκευής (Watt)} \times 1,1 \text{ (Kcal/h και Watt)} = \text{(Kcal/h)}$$

Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παράγραφος 2.6.2 πίνακας 2.8 οι μέσες τιμές ισχύος ηλεκτρικών συσκευών για μονοκατοικίες και πολυκατοικίες αντιστοιχούν 4 Watt για κάθε  $m^2$ . Άρα η παραπάνω σχέση διαμορφώνεται ως εξής:

$$\text{Ισχύς εξοπλισμού 4 (Watt/m}^2) \times F \text{ (m}^2) \times 1,1 \text{ (Kcal/h και Watt)} = \text{(Kcal/h)}$$

όπου, 1,1 kcal/h και Watt είναι το ψυκτικό φορτίο που προστίθεται στο χώρο.

#### **5. Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών από άτομα στο χώρο**

Ο υπολογισμός αυτός γίνεται σύμφωνα με την παρακάτω σχέση:

$$\text{Άτομα στο χώρο (αριθμός ατόμων)} \times 80 \text{ W/άτομο} \div 1,163 = \text{(Kcal/h)}$$

Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παράγραφος 2.6.1 πίνακας 2.7 αντιστοιχούν 80 W/άτομο ελκυόμενη θερμότητα χρηστών ανά χρήση κτιρίου.

όπου, 1,163 είναι ο συντελεστής για την μετατροπή των Watt σε Kcal/h.

Παραδοχές υπολογισμού ψυκτικών απωλειών:

1. Δεν υπάρχουν σκίαστρα (εσωτερικά – εξωτερικά)
2. Το πάχος του εξωτερικού τοίχου είναι 25 (cm)
3. Ο υπολογισμός γίνεται στον δυσμενέστερο μήνα (Ιούλιο και ώρα 14 – 18 μμ)
4. Με ατμόσφαιρα καθαρή
5. Γεωγραφικό πλάτος  $40^\circ$  βόρειο

6. Εξωτερική θερμοκρασία 35 – 40 (°C)
7. Εσωτερική θερμοκρασία 26 (°C)
8. Η διαφορά υγρασίας ΔW είναι 0,003 kg/kg ξ. α.
9. Οι εξωτερικοί χώροι είναι εκτεθειμένοι στην ηλιακή ακτινοβολία
10. Ο υπολογισμός των ψυκτικών φορτίων από τα φώτα δεν θα συμπεριληφθεί σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παράγραφος 5.1.1.

**Σημείωση:** Στην περίπτωση μας η διαφορά θερμοκρασίας (Δt) για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα λαμβάνεται ίσον με μονάδα. Αυτό επειδή κάνουμε χρήση βαθμοημερών, ώστε οι θερμικές απώλειες που θα προκύψουν να είναι ανά μήνα για μεγαλύτερη ακρίβεια και όχι με την περίπτωση του (Δt) να είναι σταθερή για όλους τους μήνες του έτους, για θέρμανση και ψύξη αντίστοιχα.

Επίσης όσο αναφορά τον υπολογισμό του ψυκτικού φορτίου θα πολλαπλασιάζεται με τις βαθμοημέρες μόνο το ψυκτικό φορτίο από αγωγή (οροφές, τοίχοι και υαλοπίνακες) και από την αισθητή θερμότητα του εισερχόμενου αέρα, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας (Δt) και επί 24 ώρες.

Ενώ το ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία (υαλοπίνακες), από τις εσωτερικές πηγές (φωτισμός, ηλεκτρικές συσκευές και άτομα) και από την λανθάνουσα θερμότητα του εισερχόμενου αέρα, πολλαπλασιάζονται επί τις ημέρες του αντίστοιχου μήνα και επί 24 ώρες εφόσον για τον υπολογισμό των στοιχείων αυτών δεν χρησιμοποιήστε Δt.

#### 4.2.4 Συντελεστής σκίασης

Το ποσοστό της απορροφούμενης θερμότητας των υαλοπινάκων από ακτινοβολία μειώνετε από τη χρήση διάφορων τύπων εξωτερικών ή εσωτερικών σκιάστρων και ειδικών υαλοπινάκων. Τα ποσοστά μείωσης της θερμότητας παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίν. 4.11).

**Πίνακας 4.11:** Ποσοστό μείωσης της θερμότητας από ακτινοβολία μέσω των υαλοπινάκων

Χρησιμοποιούμενο μέσο	Ποσοστό μείωσης (%)
Υαλοπίνακες απορροφητικοί 1/4"	25 – 30
Διπλοί υαλοπίνακες	10 – 20
Τέντα εξωτερική	70 – 75
Εσωτερικά Βενετικά στόρια (περσίδες)	30 – 35
Εσωτερικές κουρτίνες	30 – 35

#### 4.2.5 Δομικά στοιχεία εξεταζόμενου κτιρίου

Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παράγραφος 3.2.2. όσο αναφορά τα κτίρια των οποίων η οικοδομική άδεια έχει εκδοθεί πριν την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων (4 Ιουλίου 1979 όπως και στη περίπτωση μας), χρονική περίοδο όπου δεν υπάρχει καμία απαίτηση για θερμομονωτική προστασία

των κτιρίων, κάναμε χρήση των συντελεστών θερμοπερατότητας της συγκεκριμένης οδηγίας, Πίν. 3.4α και 3.4β.

Στον πίνακα που ακολουθεί Πίν. 4.12 αναφέρονται τα δομικά στοιχεία και οι συντελεστές θερμοπερατότητας K (kcal/hm<sup>2</sup> °C) και U (W/m<sup>2</sup> °K) του εξεταζόμενου κτιρίου. (1 kcal/m<sup>2</sup> °C = 1,163 w/m<sup>2</sup> °K).

**Πίνακας 4.12:** Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων εξεταζόμενου κτιρίου

<b>Δομικό στοιχείο</b>	<b>K (kcal/hm<sup>2</sup> °C)</b>	<b>U (w/m<sup>2</sup> °K)</b>
Εξωτερική τοιχοποιία μπατική ή δικέλυφη δρομική οπτοπλινθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο όψεις σε επαφή με αέρα	1,98	2,20
Εσωτερική τοιχοποιία δρομική οπτοπλινθοδομή σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	2,10	2,40
Οροφή συμβατικού τύπου δώμα	2,62	3,05
Στέγη αμόνωτη με κεραμίδια	2,10	2,44
Ξύλινο δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	2,67	3,10
Ξύλινο δάπεδο σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο	1,72	2,00
Παράθυρα και μπαλκονόπορτες μονού υαλοπίνακα με ξύλινο πλαίσιο (με ποσοστό πλαισίου 20%)	4,30	5,00
Πόρτα μεταλλική χωρίς υαλοπίνακα	5,10	6,00

#### 4.2.6 Υπολογισμός Ζεστού Νερού Χρήσης (Z.N.X)

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης θερμικής ισχύος ενός μπόιλερ γίνεται σύμφωνα με τη παρακάτω σχέση:

$$Q = m \times c \times \Delta t \times h \text{ (Kcal/h)}$$

όπου,

- m (Kg), η χωρητικότητα του μπόιλερ
- c = 1 (kcal / kg °C), η ειδική θερμότητα του νερού
- Δt = (t<sub>τελ</sub> - t<sub>αρχ</sub>) (°C), η διαφορά θερμοκρασίας νερού
- h, το χρονικό διάστημα που επιθυμούμε να επιτευχθεί αυτή η ανύψωση θερμοκρασίας.

Παραδοχές υπολογισμού Z.N.X.:

1. Το Z.N.X. υπολογίζεται για οικία 5 ατόμων
2. Για κάθε άτομο αντιστοιχούν 50 λίτρα νερό
3. Η διαφορά θερμοκρασίας (Δt) για τη χειμερινή περίοδο είναι 50 °C ενώ για τη καλοκαιρινή 40 °C

#### 4.2.7 Ελάχιστες απαιτήσεις – Κτίριο αναφοράς

Όπως αναφερθήκαμε και πιο πάνω (παράγραφος 4.1.2), το κτίριο αναφοράς καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο. Το κτίριο αναφοράς θα πρέπει να πλήρη τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά.

Τα καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά βάση του Κ.ΕΝ.Α.Κ. και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 παρούσιαζονται παρακάτω:

##### α) Υπολογισμός θερμικών απωλειών κτιρίου αναφοράς

Ο υπολογισμός θερμικών απωλειών για το κτίριο αναφοράς γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στο εξεταζόμενο κτίριο με τη διαφορά ότι θα ληφθούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U) που προκαθορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ.

##### β) Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών κτιρίου αναφοράς

Ο υπολογισμός ψυκτικών απωλειών για το κτίριο αναφοράς γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στο εξεταζόμενο κτίριο με τη διαφορά ότι:

1. θα ληφθούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας (U) που προκαθορίζει ο Κ.ΕΝ.Α.Κ.
2. Σύμφωνα με την παράγραφο 2γ του άρθρου 9 του Κ.ΕΝ.Α.Κ., τα ανοίγματα του κτιρίου αναφοράς διαθέτουν τα απαραίτητα σταθερά εξωτερικά οριζόντια ή πλευρικά σκίαστρα (πρόβολους, εξωτερικές περσίδες, πέργκολες, μπαλκόνια κ.ά.), λόγω των οποίων ο μέσος συντελεστής σκίασης τους κατά τη θερινή περίοδο είναι:
  - Τουλάχιστον 0,70 για τις νότιες όψεις
  - 0,75 για τις όψεις με δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό
  - 1,00 για βόρειο
  - 0,80 για βορειοανατολικό και βορειοδυτικό
  - 0,73 για νοτιοανατολικό και νοτιοδυτικό
3. Για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων στην περίπτωση αδιαφανών στοιχείων από ακτινοβολία λαμβάνουμε υπ' όψη και τον συντελεστή ηλιακού θερμικού κέρδους ( $g_w$ ). Σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, παράγραφος 3.2.7 ο συντελεστής αυτός υπολογίζεται με την παρακάτω σχέση:

$$g_w = g_{gl} \times (1 - F_t)$$

όπου,

$g_{gl}$  είναι ο συντελεστής του ηλιακού θερμικού κέρδους του υαλοπίνακα και για το κτίριο αναφοράς είναι 0,68

$F_f$  είναι το ποσοστό πλαισίου στο κούφωμα και στην περίπτωση μας για μονούς υαλοπίνακες και ποσοστό πλαισίου είναι 20%, άρα σύμφωνα με τη σχέση θα έχουμε:

$$g_w = 0,68 \times (1 - 0,2) = 0,55$$

4. Ο υπολογισμός ψυκτικών απωλειών από διείσδυση εξωτερικού αέρα για το κτίριο αναφοράς γίνεται όπως και στο εξεταζόμενο κτίριο με τη διαφορά ότι η τιμή του  $V_1$  ορίζεται βάση του Κ.ΕΝ.Α.Κ. άρθρο 9 (παράγραφος 2.1. στ) ίση με **5,5 m<sup>3</sup>/h και ανά m<sup>2</sup> κουφώματος.**

### γ) Υπολογισμός Ζ.Ν.Χ κτιρίου αναφοράς

Ο υπολογισμός για τις ανάγκες Ζ.Ν.Χ. για το κτίριο αναφοράς γίνεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στο εξεταζόμενο κτίριο με τη διαφορά ότι θα ληφθεί μείωση κατά 15% επί τις συνολικές ανάγκες του εξεταζόμενου κτιρίου. Αυτό λόγω του ότι το κτίριο αναφοράς χρησιμοποιεί κατά 15% για τη θέρμανση του νερού ηλιακούς συλλέκτες, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., άρθρο 9 παράγραφος 3.5.

### 4.2.8 Δομικά στοιχεία κτιρίου αναφοράς

Οι συντελεστές θερμοπαιρατότητας για τη Ζώνη Β σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. άρθρο 8 παρουσιάζονται στον Πίν. 4.13.

**Πίνακας 4.13:** Μέγιστος επιτρεπόμενος Συντελεστής Θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τη Ζώνη Β

Δομικό στοιχείο	K (kcal/hm <sup>2</sup> °C)	U (w/m <sup>2</sup> °K)
Εξωτερική οριζόντια επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	0,39	0,45
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,43	0,50
Δάπεδα χώρων διαμονής σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis)	0,39	0,45
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος ή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	0,77	0,90
Διαχωριστικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	0,86	1,00
Ανοίγματα (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών κλπ)	2,58	3,00
Γυάλινες προσόψεις μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	1,72	2,00

**Σημείωση:** Ο συντελεστής θερμοπερατότητας θερμογεφυρών σύμφωνα με το Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1979 (όπως και στην περίπτωση μας) και για το κτίριο αναφοράς μπορεί να παραλειφθεί, καθώς η θερμική προστασία του κτιρίου είναι ανεπαρκής.

#### 4.2.9 Συντελεστής χρήσης

Στον πίνακα που ακολουθεί, Πίν. 4.14 παρουσιάζονται οι μηνιαίοι συντελεστές χρήσης για τις ανάγκες του κτιρίου, (θέρμανσης, κλιματισμού, ατόμων και ηλεκτρικών συσκευών).

Πίνακας 4.14: Μηνιαίος συντελεστής χρήσης

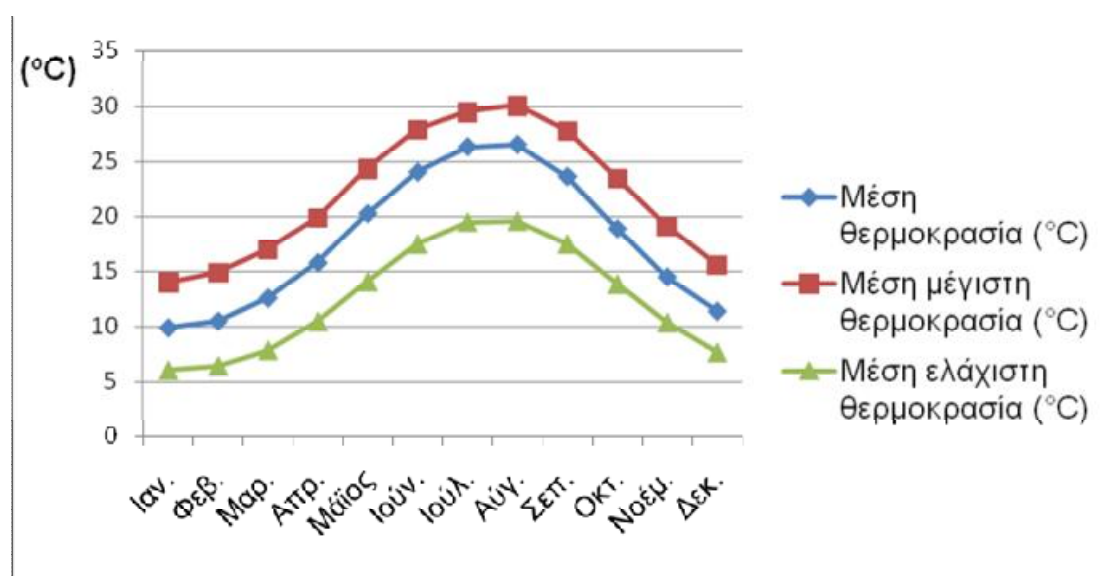
	χρήση	λόγος	n
Θέρμανση	κάθε ημέρα 8ωρ	$8\omega\rho/24\omega\rho=$	0,33
Κλιματισμός	κάθε ημέρα 4ωρ	$4\omega\rho/24\omega\rho=$	0,16
Ηλ. Συσκευές	κάθε ημέρα 18ωρ	$18\omega\rho/24\omega\rho=$	0,75
Άτομα	κάθε ημέρα 18ωρ	$18\omega\rho/24\omega\rho=$	0,75
Εισ. Αέρας ψύξης	Όσο ο συντελεστής χρήσης της ψύξης		0,16

### 4.3 ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ – ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΑΤΡΑΣ

Τα κλιματολογικά στοιχεία της Πάτρας προέρχονται από την Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (ΕΜΥ) και παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίν. 4.15 και Εικ. 4.1.

**Πίνακας 4.15:** κλιματολογικά στοιχεία Πάτρας  
Πηγή: Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.)

Μήνας	Σταθμός		Πάτρας		Μέση Ελάχιστη θερμοκρασία	Απόλυτη μέγιστη θερμοκρασία	Απόλυτη ελάχιστη θερμοκρασία	Σχετική Υγρασία	Διεύθυνση ανέμου	Ταχύτητα ανέμου
	Ώρες ηλιοφάνειας	Βαρομετρική πίεση	Μέση θερμοκρασία αέρα	Μέση Μέγιστη θερμοκρασία						
	h	mm Hg	οC	οC	οC	οC	οC	%		m/sec
1	104,8	1017	9,9	14	6,1	24	-4,5	69,1	Βορειοανατ.	2,6
2	117,4	1015,7	10,5	14,9	6,5	25,3	-2,8	67,4	Βορειοανατ.	2,3
3	190,5	1014,9	12,6	17	7,9	30,3	-2,1	67,1	Βορειοανατ.	2,3
4	186	1013,3	15,8	19,9	10,5	31,2	0,2	66,4	Νοτιοδυτικ.	2,3
5	272,4	1010,6	20,3	24,4	14,1	35	5,8	64,5	Νοτιοδυτικ.	2
6	323,1	1013,5	24,1	27,9	17,5	37,4	8,3	61,9	Νοτιοδυτικ.	2
7	334,1	1012,3	26,4	29,5	19,5	41,3	11,5	59,8	Νοτιοδυτικ.	2
8	313,5	1012,4	26,6	30,1	19,6	39,6	11,8	59,3	Νοτιοδυτικ.	1,8
9	254,2	1015,2	23,7	27,8	17,5	38,2	8,4	63	Νοτιοδυτικ.	2
10	193,8	1016,8	18,9	23,5	13,9	36,4	3	66,9	Βορειοανατ.	2
11	132,2	1017,1	14,5	19,1	10,4	30,6	-1	70,9	Βορειοανατ.	2,1
12	117,1	1016,2	11,4	15,6	7,7	24,6	-2	71,2	Βορειοανατ.	2,3
Σύν.	2539,1									

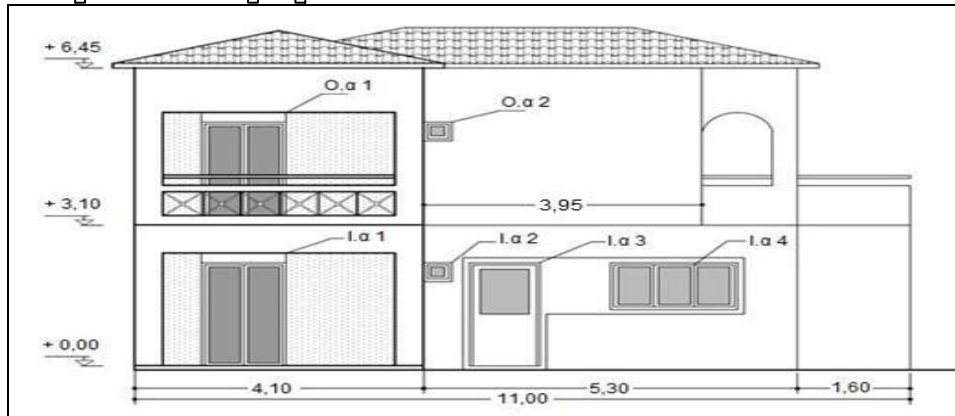


Εικόνα 4.1: Διάγραμμα μέσων θερμοκρασιών Πάτρας

#### 4.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ – ΟΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ

Σε αυτή την ενότητα θα απεικονίσουμε τις όψεις και κατόψεις του υπάρχοντος κτιρίου και θα υπολογιστούν οι εσωτερικές και εξωτερικές επιφάνειες της τοιχοποιίας, οι επιφάνειες των ανοιγμάτων καθώς και ο όγκος του. Στον υπολογισμό επιφανειών τοιχοποιίας έχει αφαιρεθεί το εμβαδό των ανοιγμάτων σε κάθε επίπεδο αντίστοιχα.

### Βόρεια όψη



Εικόνα 4.2: Βόρεια όψη κτιρίου

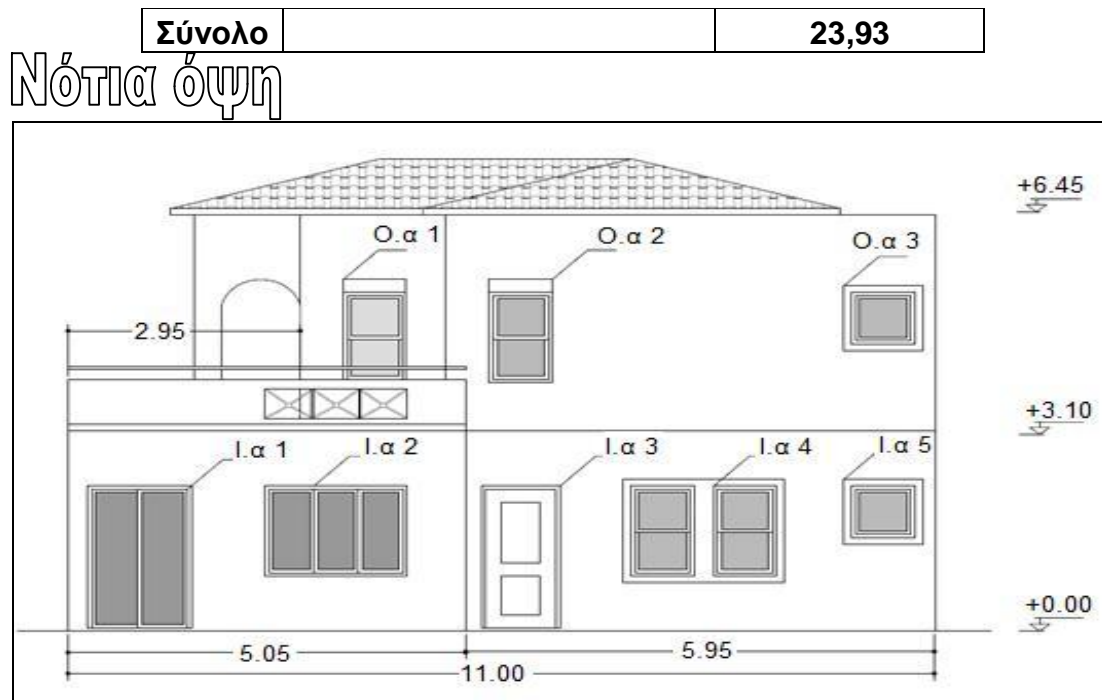
Πίνακας 4.16: Ανοίγματα βόρειας όψης Ισογείου και Ορόφου

Άνοιγμα Ισογείου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
I.α1	1,20	2,40	2,88
I.α2	0,40	0,40	0,16
I.α3	1,00	2,20	2,20
I.α4	1,80	1,00	1,80
<b>Σύνολο</b>			<b>7,04</b>
Άνοιγμα Ορόφου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
O.α1	1,20	2,40	2,88
O.α2	0,40	0,40	0,16
<b>Σύνολο</b>			<b>3,04</b>

Πίνακας 4.17: Εξωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας βόρειας όψης

Τοιχοποιία Ισογείου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	4,10	3,10	9,83
2	5,30	3,10	12,27
3	1,60	3,10	4,96
<b>Σύνολο</b>			<b>27,06</b>
Τοιχοποιία Ορόφου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	4,10	3,35	10,86
2	3,95	3,35	13,07





**Εικόνα 4.3:** Νότια όψη κτιρίου

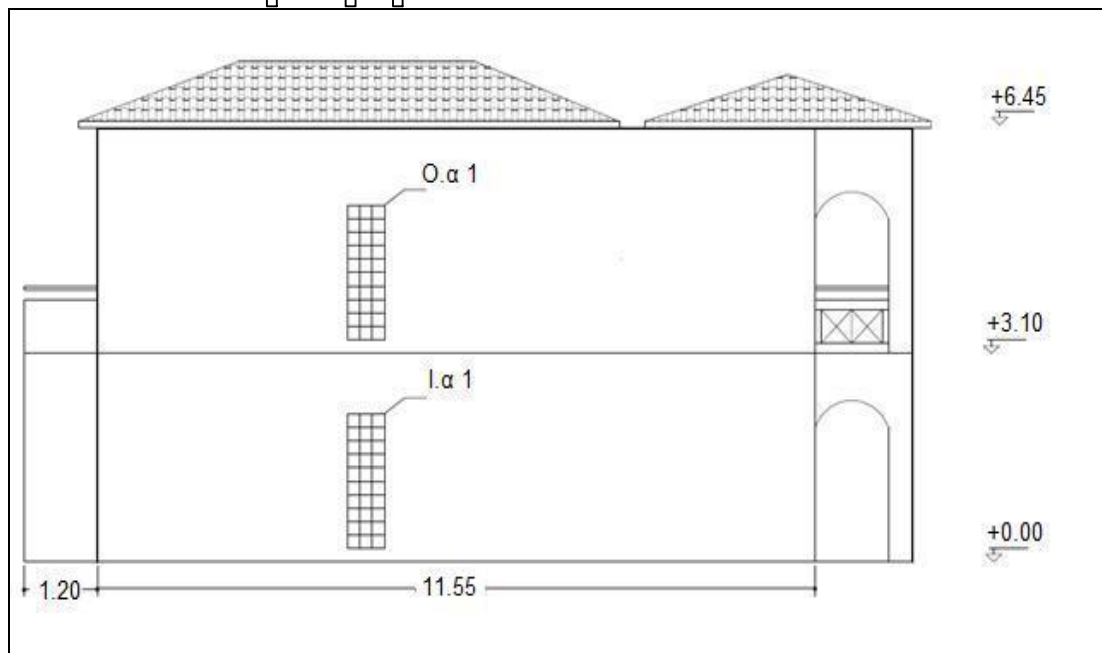
**Πίνακας 4.18:** Ανοίγματα νότιας όψης Ισογείου και Ορόφου

Άνοιγμα Ισογείου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
I.α1	1,35	2,20	2,97
I.α2	1,80	1,40	2,52
I.α3	1,00	2,20	2,20
I.α4	1,60	1,40	2,24
I.α5	0,80	0,80	0,64
Σύνολο			10,57
Άνοιγμα Ορόφου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
O.α1	0,80	1,60	1,28
O.α2	0,80	1,60	1,28
O.α3	0,80	0,80	0,64
Σύνολο			3,20

**Πίνακας 4.19:** Εξωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας νότιας όψης

Τοιχοποιία Ισογείου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	5,05	3,10	10,17
2	5,95	3,10	13,36
Σύνολο			23,53
Τοιχοποιία Ορόφου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	2,10	3,35	5,76
2	5,95	3,35	18,02
Σύνολο			23,77

## Ανατολική όψη



Εικόνα 4.4: Ανατολική όψη κτιρίου

Πίνακας 4.20: Ανοίγματα ανατολικής όψης Ισογείου και Ορόφου

Άνοιγμα Ισογείου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
I.α1	0,60	2,00	1,20
<b>Σύνολο</b>			<b>1,20</b>
Άνοιγμα Ορόφου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
O.α1	0,60	2,00	1,20
<b>Σύνολο</b>			<b>1,20</b>

Πίνακας 4.21: Εξωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας ανατολικής όψης

Τοιχοποιία Ισογείου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	11,55	3,10	34,61
<b>Σύνολο</b>			<b>34,61</b>
Τοιχοποιία Ορόφου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	11,55	3,35	37,50
<b>Σύνολο</b>			<b>37,50</b>

## Δυτική όψη



Εικόνα 4.5: Δυτική όψη κτιρίου

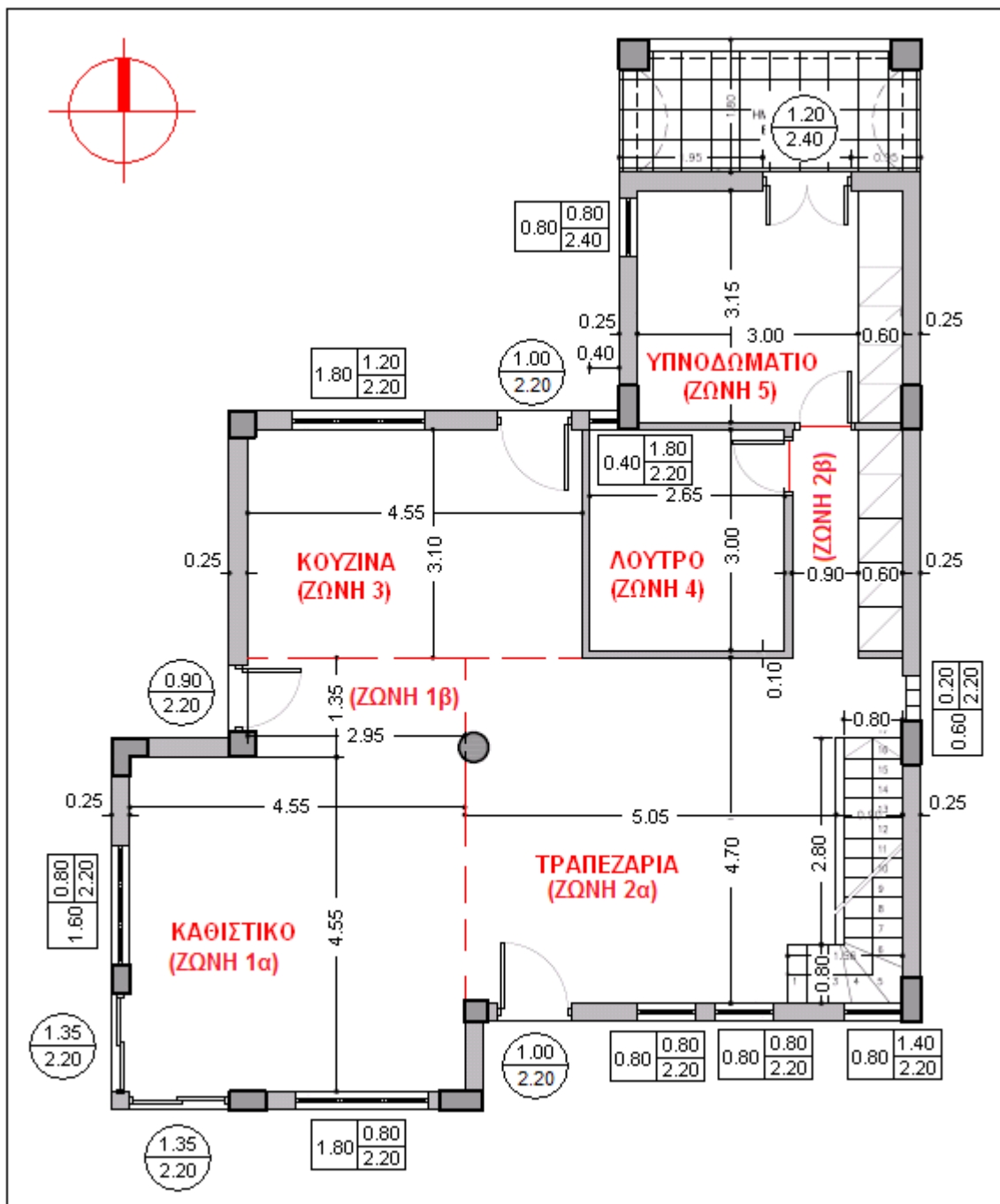
Πίνακας 4.22: Ανοίγματα δυτικής όψης Ισογείου και Ορόφου

Άνοιγμα Ισογείου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
I.α1	0,80	1,60	1,28
I.α2	0,90	2,20	1,98
I.α3	1,60	1,40	2,24
I.α4	1,35	2,20	2,97
<b>Σύνολο</b>			<b>8,47</b>
Άνοιγμα Ορόφου	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
O.α1	0,80	1,60	1,28
O.α2	1,20	2,40	2,88
O.α3	1,20	2,40	2,88
<b>Σύνολο</b>			<b>7,04</b>

Πίνακας 4.23: Εξωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας δυτικής όψης

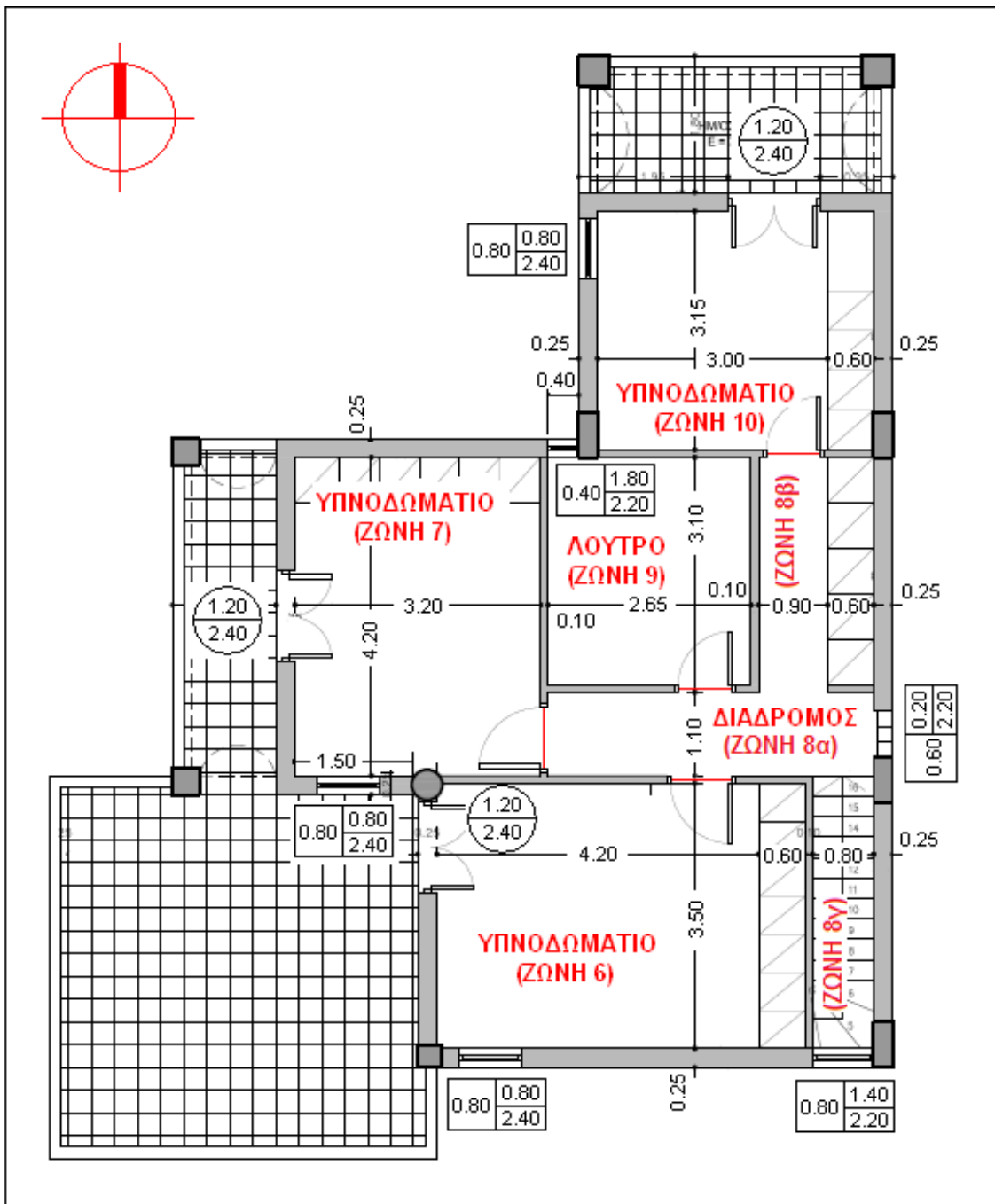
Τοιχοποιία Ισογείου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	3,25	3,10	8,80
2	4,45	3,10	11,82
3	5,04	3,10	10,41
<b>Σύνολο</b>			<b>31,03</b>
Τοιχοποιία Ορόφου			
α/α	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	3,25	3,35	9,61
2	4,45	3,35	12,03
3	5,04	3,35	14,00
<b>Σύνολο</b>			<b>35,64</b>

# Κάτοψη Ισογείου



Εικόνα 4.6: Κάτοψη Ισογείου

# Κάτοψη ορόφου



Εικόνα 4.7: Κάτοψη Ορόφου

- Ø Στον υπολογισμό των εσωτερικών επιφανειών τοιχοποιίας στην περίπτωση του ύψους έχει αφαιρεθεί το πάχος της πλάκας το οποίο είναι (0,25 m), οπότε για το ισόγειο το ύψος προκύπτει 2,85 m και για τον όροφο 3,10 m. Επίσης το πάχος των δοκαριών και η τοιχοποιία του περιβάλλοντος κτιρίου είναι (0,25 m) ενώ η εσωτερική τοιχοποιία έχει πάχος (0,10 m).

Πίνακας 4.24: Εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας βόρειας όψης

<b>Τοιχοποιία Ισογείου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	3,60	2,85	7,38
2	0,40	2,85	0,98
3	4,55	2,85	8,97
<b>Σύνολο</b>			<b>17,33</b>
<b>Τοιχοποιία Ορόφου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	3,60	3,10	8,28
2	0,40	3,10	1,08
3	3,20	3,10	9,92
<b>Σύνολο</b>			<b>19,28</b>

Πίνακας 4.25: Εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας νότιας όψης

<b>Τοιχοποιία Ισογείου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	4,55	2,85	7,48
2	5,85	2,85	11,60
<b>Σύνολο</b>			<b>19,08</b>
<b>Τοιχοποιία Ορόφου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	1,5	3,1	3,37
2	5,6	3,1	15,44
<b>Σύνολο</b>			<b>18,81</b>

Πίνακας 4.26: Εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας ανατολικής όψης

<b>Τοιχοποιία Ισογείου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	11,05	2,85	30,29
<b>Σύνολο</b>			<b>30,29</b>
<b>Τοιχοποιία ορόφου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	11,05	3,10	33,06
<b>Σύνολο</b>			<b>33,06</b>

Πίνακας 4.27: Εσωτερική επιφάνεια τοιχοποιίας δυτικής όψης

<b>Τοιχοποιία Ισογείου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	3,15	2,85	7,70
2	4,45	2,85	10,71
3	4,55	2,85	7,76
<b>Σύνολο</b>			<b>26,16</b>
<b>Τοιχοποιία ορόφου</b>			
<b>α/α</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Ύψος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1	3,15	3,10	8,49
2	4,20	3,10	10,14
3	3,50	3,10	7,97
<b>Σύνολο</b>			<b>26,60</b>

Πίνακας 4.28: Επιφάνειες δαπέδου Ισογείου και Ορόφου

<b>Ισόγειο</b>			
<b>Ζώνη</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Μήκος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
1α	4,55	4,55	20,70
1β	2,95	1,35	3,98
<b>Σύνολο (1α,β)</b>			<b>24,69</b>
2α	5,85	4,70	27,50
2β	1,50	3,10	4,65
<b>Σύνολο (2α,β)</b>			<b>32,15</b>
3	4,55	3,10	14,11
4	2,65	3,00	7,95
5	3,60	3,15	11,34
<b>Σύνολο</b>			<b>90,23</b>
<b>Όροφος</b>			
<b>Ζώνη</b>	<b>Πλάτος (m)</b>	<b>Μήκος (m)</b>	<b>Εμβαδόν (m<sup>2</sup>)</b>
6	4,80	3,50	16,80
7	4,20	3,20	13,44
8α	4,25	1,10	4,68
8β	1,50	3,10	4,65
<b>Σύνολο (8α,β)</b>			<b>9,33</b>
9	2,65	3,00	7,95
10	3,60	3,15	11,34
<b>Σύνολο</b>			<b>58,86</b>

Πίνακας 4.29: Όγκος Ισογείου και Ορόφου

Ισόγειο				
Ζώνη	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
1α	4,55	4,55	2,85	59,01
1β	2,95	1,35	2,85	11,35
Σύνολο (1α,β)				70,35
2α	5,85	4,70	2,85	78,36
2β	1,50	3,10	2,85	13,26
Σύνολο (2α,β)				91,62
3	4,55	3,10	2,85	40,20
4	2,65	3,00	2,85	22,66
5	3,60	3,15	2,85	32,32
<b>Σύνολο</b>				<b>257,14</b>
Όροφος				
Ζώνη	Πλάτος (m)	Μήκος (m)	Ύψος (m)	Όγκος (m <sup>3</sup> )
6	4,80	3,50	3,10	52,08
7	4,20	3,20	3,10	41,66
8α	4,25	1,10	3,10	14,50
8β	1,50	3,10	3,10	14,41
Σύνολο (8α,β)				28,90
9	2,65	3,00	3,10	24,64
10	3,60	3,15	3,10	35,15
<b>Σύνολο</b>				<b>182,45</b>

Ø Συγκεντρωτικά στοιχεία υπάρχοντος κτιρίου

Πίνακας 4.30: Συνολική επιφάνεια δαπέδου

α/α	Επίπεδο	Τελική επιφάνεια δαπέδου
1	Ισόγειο	90,23
2	Όροφος	58,86
<b>Σύνολο</b>		<b>149,08</b>

Πίνακας 4.31: Συνολικός όγκος κτιρίου

α/α	Επίπεδο	Τελικός όγκος
1	Ισόγειο	257,15
2	Όροφος	182,45
<b>Σύνολο</b>		<b>439,60</b>



Πίνακας 4.32: Συγκεντρωτικός πίνακας ανοιγμάτων υπάρχοντος κτιρίου

α/α	στοιχείο κτιρίου	Επίπεδο	Προσανατολισμός	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	άνοιγμα	Ισόγειο	B	7,04
2	άνοιγμα	Ισόγειο	N	10,57
3	άνοιγμα	Ισόγειο	A	1,20
4	άνοιγμα	Ισόγειο	Δ	8,47
5	άνοιγμα	Όροφος	B	3,04
6	άνοιγμα	Όροφος	N	3,20
7	άνοιγμα	Όροφος	A	1,20
8	άνοιγμα	Όροφος	Δ	7,04
<b>Σύνολο</b>				<b>41,76</b>

Πίνακας 4.33: Συγκεντρωτικός πίνακας εξωτερικής τοιχοποιίας υπάρχοντος κτιρίου

α/α	στοιχείο κτιρίου	Επίπεδο	Προσανατολισμός	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	εξωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	B	27,06
2	εξωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	N	23,53
3	εξωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	A	34,61
4	εξωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	Δ	31,02
5	εξωτερική τοιχοποιία	Όροφος	B	23,93
6	εξωτερική τοιχοποιία	Όροφος	N	23,77
7	εξωτερική τοιχοποιία	Όροφος	A	37,49
8	εξωτερική τοιχοποιία	Όροφος	Δ	35,64
<b>Σύνολο</b>				<b>237,04</b>

Πίνακας 4.34: Συγκεντρωτικός πίνακας εσωτερικής τοιχοποιίας υπάρχοντος κτιρίου

α/α	στοιχείο κτιρίου	Επίπεδο	Προσανατολισμός	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )
1	εσωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	B	17,33
2	εσωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	N	19,07
3	εσωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	A	30,29
4	εσωτερική τοιχοποιία	Ισόγειο	Δ	26,16
5	εσωτερική τοιχοποιία	Όροφος	B	19,28
6	εσωτερική τοιχοποιία	Όροφος	N	18,81
7	εσωτερική τοιχοποιία	Όροφος	A	33,06
8	εσωτερική τοιχοποιία	Όροφος	Δ	26,60
<b>Σύνολο</b>				<b>190,60</b>

## 4.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ - ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ - ΖΝΧ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

### 4.5.1 Εισαγωγή

Στην παράγραφο αυτή θα απεικονίσουμε τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών, των θερμικών κερδών (θερμικά κέρδη συσκευών εξοπλισμού, ατόμων, εισερχόμενου αέρα), τις ετήσιες θερμικές ανάγκες καθώς και τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. του εξεταζόμενου κτιρίου που υπολογίσαμε για την κάθε ζώνη ξεχωριστά. Το κτίριο μας το έχουμε χωρίσει σε 10 ζώνες συνολικά.

# ΖΩΝΗ 1

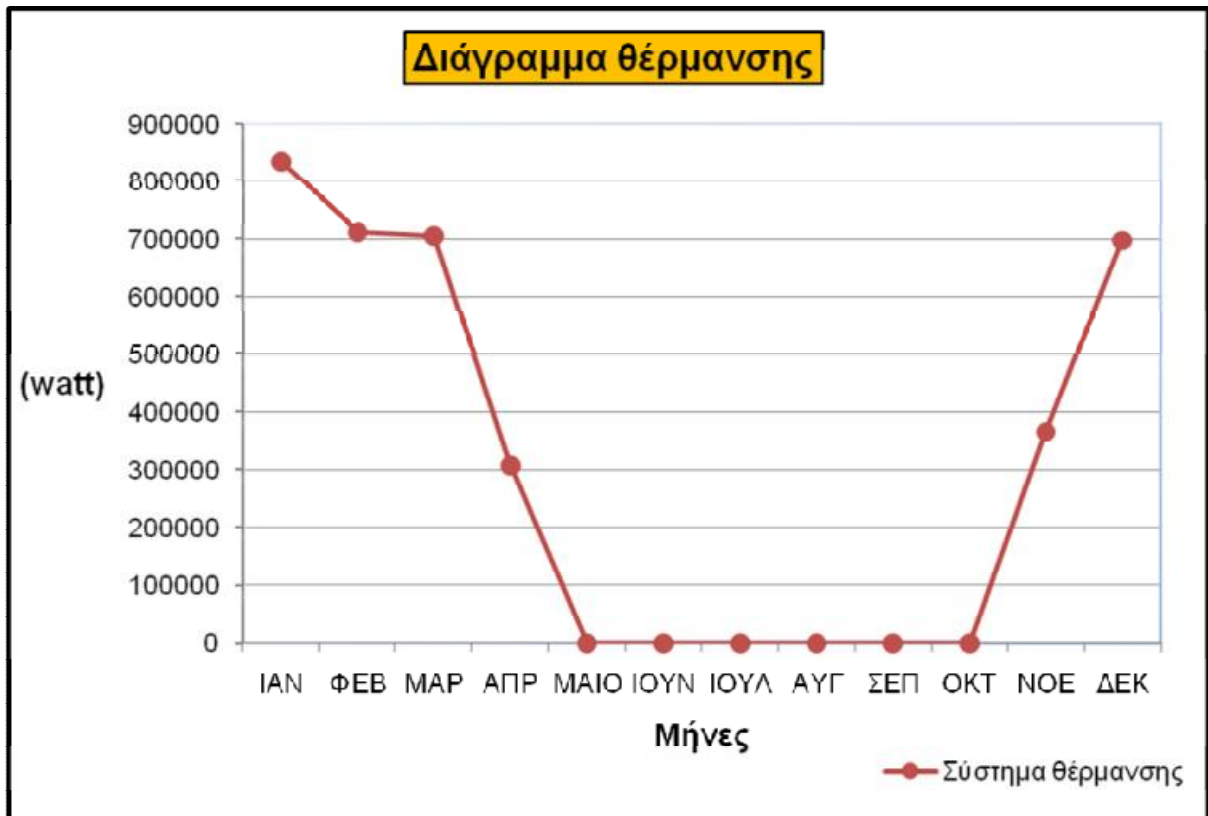
**Πίνακας 4.35:** Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 1α,β)

Φύλλο : 1		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						ΧΩΡΟΣ : Καθιστικό (Ζώνη 1α,β)		
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [°C]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]	
1	Τεξ	A	1	2,85	2,85		1,98	1	5,6	
2	Τεξ	N	4,55	2,85	12,97	5,49	1,98	1	14,8	
3	Πα	N	1,8	1,4	2,52		4,3	1	10,8	
4	Μπ1	N	1,35	2,2	2,97		4,3	1	12,8	
5	Τεξ	Δ	4,55	2,85	12,97	5,21	1,98	1	15,4	
6	Πα	Δ	1,6	1,4	2,24		4,3	1	9,6	
7	Μπ2	Δ	1,35	2,2	2,97		4,3	1	12,8	
8	Τεξ	B	1,35	2,85	3,85		1,98	1	7,6	
9	Τεξ	Δ	1,05	2,85	2,99	1,98	1,98	1	2,0	
10	Θυ	Δ	0,9	2,2	1,98		5,1	1	10,1	
11	Δαπ		24,57	1	24,57		2,67	1	65,6	
12	Ορ		4,6	4,55	20,93		2,62	1	54,8	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									222	258,2
<b>Προσαυξήσεις διακοπτόμενης λειτουργίας</b> ( I ) Μικρα χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = 15 ==> QD = 33 38,7										
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b> (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) ==> zH = 0 0,0										
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b> (A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (Ε' όροφος zY= 12)..κ.ο.κ ==> zY = 0 0,0										
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσευ)</b> Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων Lol = 41,4 m X 30 (δυσμ.περιπτ) (περιμετρος ανοιγμάτων) ==> QL = 92 106,9										
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									347	403,8
									[Kcal/h]	W

Πίνακας 4.36: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 1α,β)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	833538	710966	704219	307884	0	0	0	0	0	366851	697248	3620705
-----------------------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---	---	--------	--------	---------



Εικόνα 4.8: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 1α,β)

# ΖΩΝΗ 2

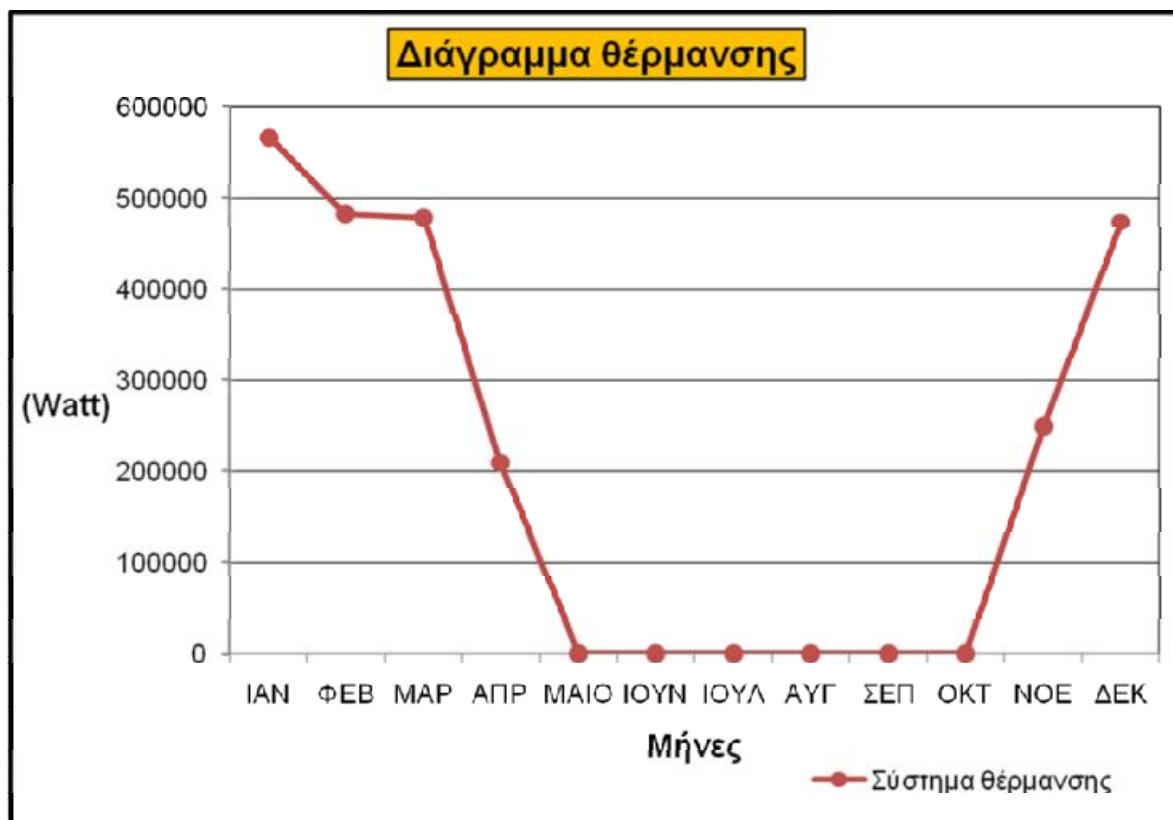
**Πίνακας 4.37: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 2α,β)**

Φύλλο : 2		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						ΧΩΡΟΣ :	ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ (Ζώνη 2α,β)
Α/Α	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Ύψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις) <b>Qa=F*U*Δt [Kcal/h]</b>
1	Τεξ	A	7,8	2,85	22,23	1,2	1,98	1	41,6
2	Πα	A	0,6	2	1,2		4,3	1	5,2
3	Τεξ	N	5,6	2,85	15,96	5,08	1,98	1	21,5
4	Πα	N	0,8	0,8	0,64		4,3	1	2,8
5	Πα	N	0,8	1,4	1,12		4,3	1	4,8
6	Πα	N	0,8	1,4	1,12		4,3	1	4,8
7	Θυ	N	1	2,2	2,2		5,1	1	11,2
8	Δσπ		6	4,7	28,2		2,67	1	75,3
10	Δσπ		1,5	3,1	4,65		2,67	1	12,4
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου <b>Qa =</b>									<b>180</b>
<b>Προσαυξήσεις διακαπτόμενης λειτουργίας</b> ( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = <b>15</b> ==> QD = 27									<b>31,3</b>
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b> (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) ==> zH = <b>-5</b> ==> QH = -9									<b>-10,4</b>
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b> (A',B' άροφος zY= 0), (Γ' άροφος zY= 4), (Δ' άροφος zY= 8), (E' άροφος zY= 12)...κ.α.κ ==> zY = <b>0</b> ==> QY = 0									<b>0,0</b>
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ' προσεγγ)</b> Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : <b>Lol = 21,2</b> m X 30 (δυσμ.περπτ) (περίμετρος ανοιγμάτων) ==> QL = 38									<b>44,3</b>
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του βωματίου <b>Qa =</b>									<b>236</b>
									<b>274,1</b>
									<b>[Kcal/h]</b>
									<b>W</b>

Πίνακας 4.38: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 2α,β)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΜΗΡΕΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	565918	482699	478118	209033	0	0	0	0	0	249068	473385	2458222
-----------------------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---	---	--------	--------	---------



Εικόνα 4.9: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 2α,β)

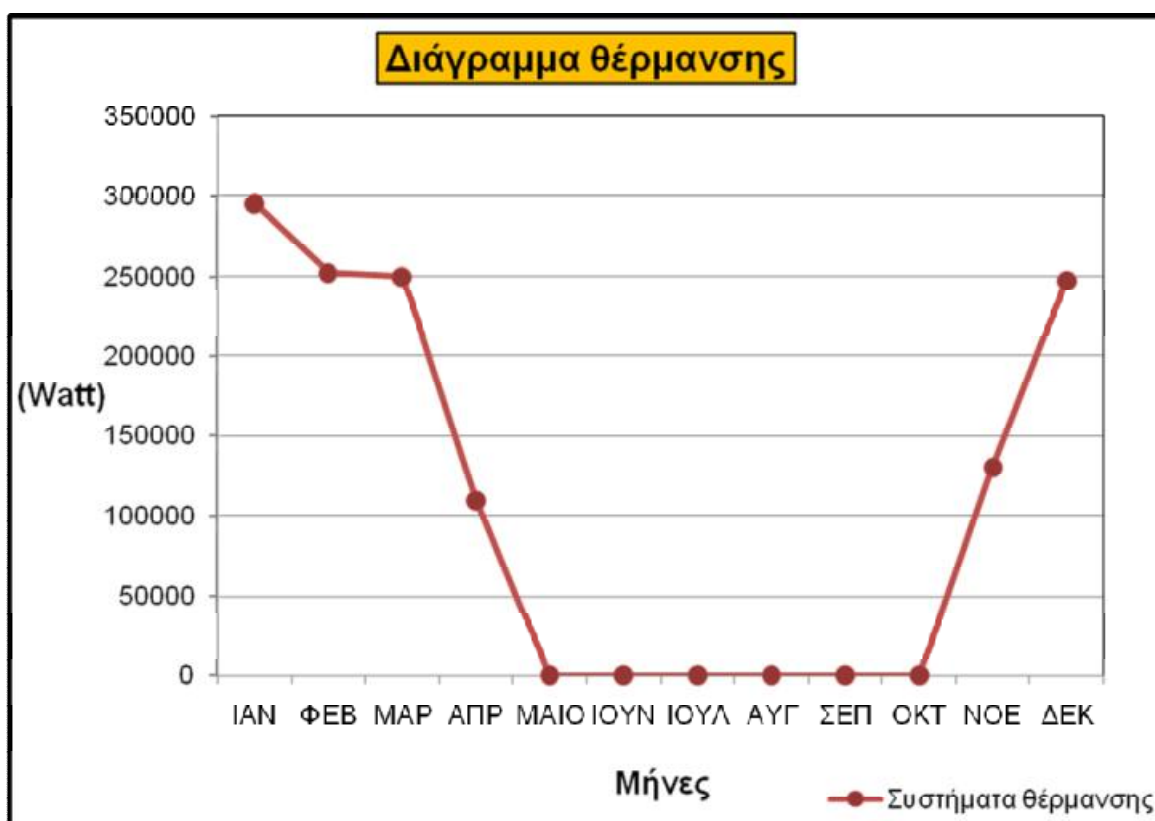
# ΖΩΝΗ 3

Πίνακας 4.39: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 3)

Φύλλο : 3		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΧΩΡΟΣ : ΚΟΥΖΙΝΑ (Ζώνη 3)			
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσυζητήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]	
1	Τεξ	Δ	3,1	2,85	8,835		1,98	1	17,5	
2	Τεξ	Β	4,55	2,85	12,9675	4	1,98	1	17,8	
3	Πα	Β	1,8	1	1,8		4,3	1	7,7	
4	Θυ	Β	1	2,2	2,2		5,1	1	11,2	
5	Δαπ		3,1	4,55	14,105		2,67	1	37,7	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									92	106,8
<b>Προσυζητήσεις διακοπόμενης λειτουργίας</b> ( I ) Μικρα χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = <b>15</b> ==> QD =									14	16,0
<b>Προσυζητήσεις προσανατολισμού</b> (Β,ΒΑ,ΒΔ: zH= 5), (Α,Δ: zH= 0), (Ν,ΝΑ,ΝΔ: zH= -5) ==> zH = <b>5</b> ==> QH =									5	5,3
<b>Προσυζητήσεις ύψους</b> (Α',Β' όροφος zΥ= 0), (Γ' όροφος zΥ= 4), (Δ' όροφος zΥ= 8), (Ε' όροφος zΥ= 12). κ.ο.κ ==> zΥ = <b>0</b> ==> QΥ =									0	0,0
<b>Προσυζητήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ' προσεγγ)</b> Δώσε συνολικά μήκος χαραμάδα Lολ = <b>14</b> m X 30 (Ψισμ.περπι (περίμετρος αναλημάτων) ==> QL =									13	15,0
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									123	143,2
									[Kcal/h]	W

Πίνακας 4.40: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 3)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279
<b>Σύστημα θέρμανσης (W)</b>	295566	252103	249711	109173	0	0	0	0	0	130083	247239	1283874



Εικόνα 4.10: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 3)



# ΖΩΝΗ 4

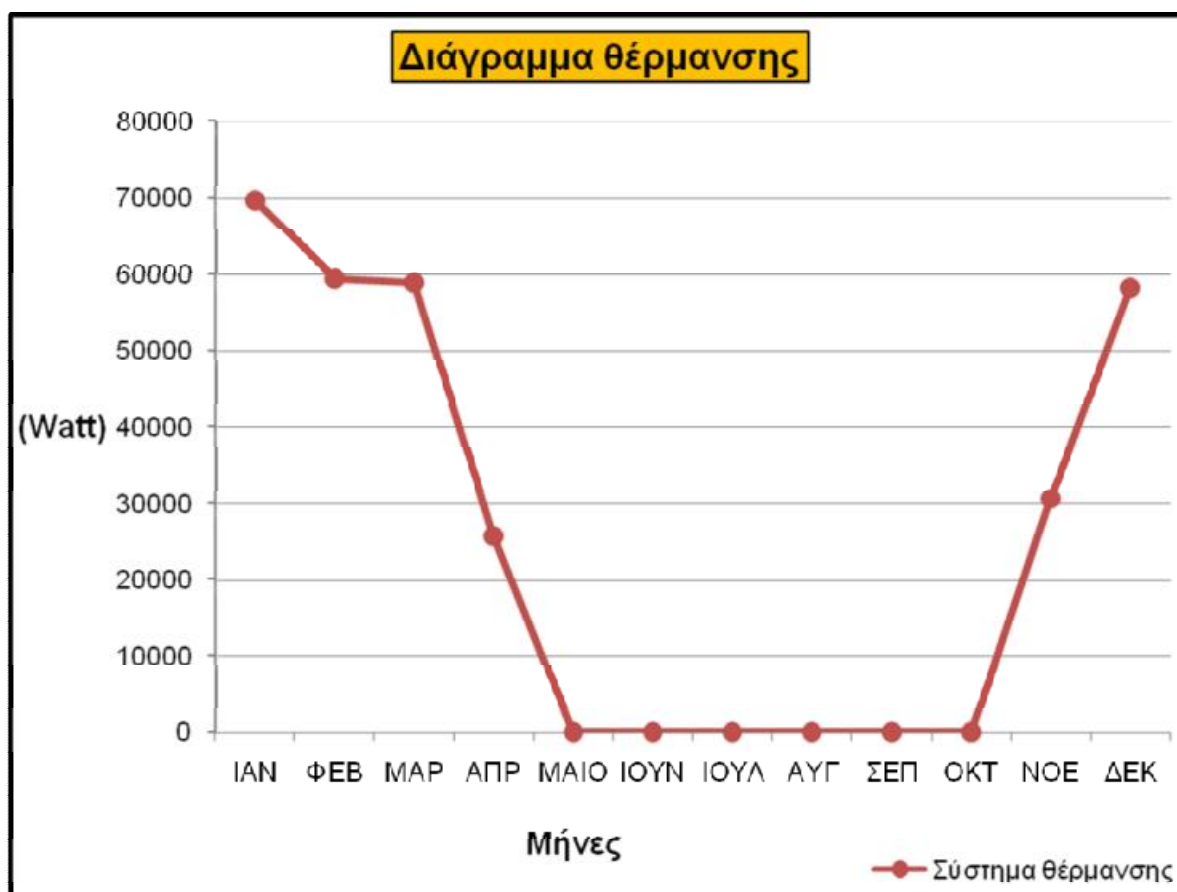
Πίνακας 4.41: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 4)

Φύλλο :		4		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΧΩΡΟΣ :		ΛΟΥΤΡΟ 1 (Ζώνη 4)	
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Qa=F*U*Δt [Kcal/h]			
1	Τεξ	B	0,4	2,85	1,14	0,16	1,98	1	1,9			
2	Πα	B	0,4	0,4	0,16		4,3	1	0,7			
3	Δαπ		3	2,65	7,95		2,67	1	21,2			
4									0,0			
5									0,0			
6									0,0			
7									0,0			
8									0,0			
9									0,0			
10									0,0			
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									24		27,7	
<b>Προσαυξήσεις διακοπόμενης λειτουργίας</b> ( I ) Μικρα χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = 15 ==> QD = 4										4,2		
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b> (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) ==> zH = 5 ==> QH = 1										1,4		
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b> (A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (E' όροφος zY= 12)..κ.α.κ ==> zY = 0 ==> QY = 0										0,0		
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσεγ)</b> Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων Lολ = 1,6 m X 30 (δυσμ.περιπτ) (περίμετρος ανοιγμάτων) ==> QL = 0										0,4		
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									29		33,7	
									[Kcal/h]		W	

Πίνακας 4.42: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 4)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												Σύνολο έτους
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	69645	59404	58840	25725	0	0	0	0	0	0	30652	58258	302523
-----------------------	-------	-------	-------	-------	---	---	---	---	---	---	-------	-------	--------



Εικόνα 4.11: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 4)

# ΖΩΝΗ 5

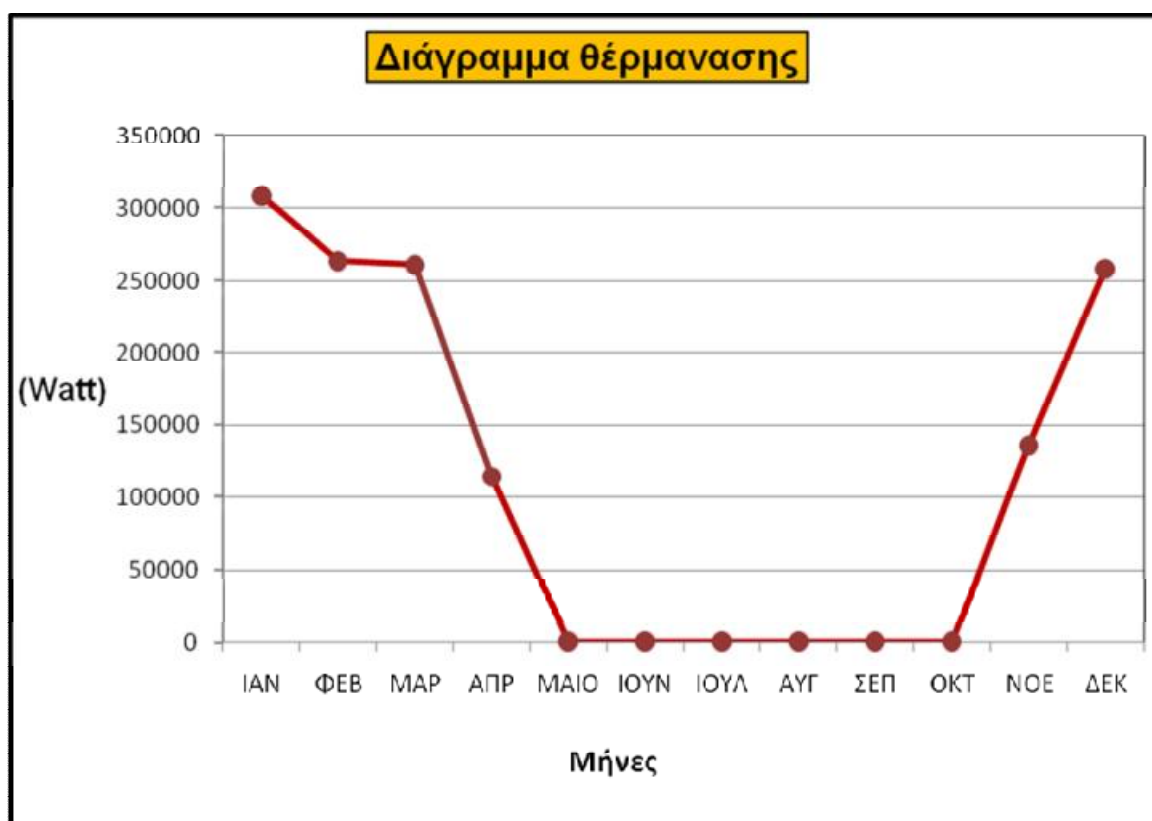
Πίνακας 4.43: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 5)

Φύλλο : 5		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΧΩΡΟΣ : ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΙΟ (Ζώνη 5)		
Α/Α	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Ύψος ή Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]	
1	Τεξ	A	3,15	2,85	8,9775		1,98	17,8	
2	Τεξ	Δ	3,15	2,85	8,9775	1,28	1,98	15,2	
3	Πα	Δ	0,8	1,6	1,28		4,3	5,5	
4	Τεξ	B	3,6	2,85	10,26	2,88	1,98	14,6	
5	ΜΠ	B	1,2	2,4	2,88		4,3	12,4	
6	Δσπ		3,15	3,6	11,34		2,67	30,3	
7								0,0	
8								0,0	
9								0,0	
10								0,0	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του δωματίου Qa =								96	111,4
<b>Προσαυξήσεις διακοπόμενης λεπαιουργίας</b> ( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = <b>15</b>								14	16,7
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b> (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) ==> zH = <b>5</b>								5	5,6
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b> (A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (E' όροφος zY= 12)..κ.ο.κ ==> zY = <b>0</b>								0	0,0
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ' προσεγγ)</b> Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : Lολ = <b>14,4</b> m X 30 (δυσμ.περιπτ) (περίμετρος αναγμάτων)								14	16,0
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του δωματίου Qa =								129	149,7
								[Kcal/h]	W

Πίνακας 4.44: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 5)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	309115	263660	261157	114178	0	0	0	0	0	136046	258572	1342728
--------------------------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---	---	--------	--------	---------



Εικόνα 4.12: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 5)

# ΖΩΝΗ 6

Πίνακας 4.45: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 6)

Φύλλο : 6		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ						ΧΩΡΟΣ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις) <b>Qa=F*U*Δt [Kcal/h]</b>
1	Τεξ	N	4,8	3,1	14,88	1,28	1,98	1	26,9
2	Πα	N	0,8	1,6	1,28		4,3	1	5,5
3	Τεξ	Δ	3,5	3,1	10,85	2,88	1,98	1	15,8
4	Μπα	Δ	1,2	2,4	2,88		4,3	1	12,4
5	Ορ		4,8	3,5	16,8		2,1	1	35,3
6									0,0
7									0,0
8									0,0
9									0,0
10									0,0
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου <b>Qa =</b>									<b>96</b>
<b>Προσαυξήσεις διακοπόμενης λειτουργίας</b>									
( I ) Μικρά χρον διαστ <b>zD= 7%</b> , ( II ) Μεσαία χρον διαστ <b>zD= 15%</b> , ( III ) Μεγάλα χρον διαστ <b>zD= 30%</b>									
<b>==&gt; zD = 15</b>									<b>==&gt; QD = 14</b>
									<b>16,7</b>
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b>									
(B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5)									
<b>==&gt; zH = -5</b>									<b>==&gt; QH = -5</b>
									<b>-5,6</b>
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b>									
(A',B' άροφος zY= 0), (Γ' άροφος zY= 4), (Δ' άροφος zY= 8), (E' άροφος zY= 12)...κ.ο.κ									
<b>==&gt; zY = 0</b>									<b>==&gt; QY = 0</b>
									<b>0,0</b>
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσεγ)</b>									
Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : <b>Lol = 14,4</b>									
(περίμετρος ανοιγμάτων)									
m X 30 (δυσμ.περιπτ)									<b>==&gt; QL = 14</b>
									<b>16,1</b>
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου <b>Qa =</b>									<b>119</b>
									<b>138,7</b>
									<b>[Kcal/h]</b>
									<b>W</b>

**Πίνακας 4.46:** Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών (Ζώνη 6)

ΦΟΛΙΑ : 6		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΟΛΕΙΩΝ				ΧΩΡΟΣ :		ΥΠΙΝΟΔΟΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	
								Kcal/h	W
Α. Ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στο χώρο (συνολικά σε Watt)									
Ισχύς εξοπλισμού		F							
4	W/m <sup>2</sup> x	16,8	m <sup>2</sup> x	1,1	(Kcal/h και Watt) =	73,92	98,0		
4 W/m <sup>2</sup> ισχύς εξοπλισμού σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (στις κατοικίες ο φωτισμός δεν λαμβάνεται υπ' όψιν)									
Β. Ατομα που υπάρχουν στο χώρο									
Θερμ. Ισχύς ανά άτομο		Άτομα							
80	W/άτομο x	2	=			137,68	160,0		
80W/άτομο θερμικά κέρδη ανά άτομο σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε									
Γ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για τα δάπεδα (μόνο εάν επικοινωνεί με μη θερμαινόμενο χώρο) σε (Kcal/h)									
U		F		Δt					
1,72	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	18,8	m <sup>2</sup>	1	°C =	29	33,6		
Δ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για διαφανή στοιχεία σε (Kcal/h)									
U		F		Δt		Στάσιμα			
1.Βορειοί	0	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	0	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	0	0,0
2.Νότιοι	4,3	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	1,28	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	6	6,4
3.Ανατολικοί	0	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	0	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	0	0,0
4.Δυτικοί	4,3	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	2,88	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	12	14,4
Ε. Ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία για διαφανή στοιχεία με γεωγραφικό πλάτος 40o για 10ωρη λειτουργία σε (Kcal/h)									
F		Τιμές ψυκτικών φορτίων μέσω υαλοπινάκων				g <sub>w</sub> =g <sub>f</sub> ·(1-F <sub>η</sub> )			
1.Βορειοί	0	m <sup>2</sup> x	69	Kcal/h·m <sup>2</sup>	x	0,61	0	0,0	
2.Νότιοι	1,28	m <sup>2</sup> x	231	Kcal/h·m <sup>2</sup>	x	0,61	181	210,5	
3.Ανατολικοί	0	m <sup>2</sup> x	270	Kcal/h·m <sup>2</sup>	x	0,61	0	0,0	
4.Δυτικοί	2,88	m <sup>2</sup> x	297	Kcal/h·m <sup>2</sup>	x	0,61	623	603,8	
ΣΤ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για οροφές σε (Kcal/h)									
U		F		Δt		Χρώμα επιφάν			
Οροφή	2,1	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	16,8	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	36	41,0
Ζ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για εξωτερικούς τοίχους σε (Kcal/h)									
U		F		Δt		Χρώμα επιφάν			
1.Βορειοί	0	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	0	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	0	0,0
2.Νότιοι	1,98	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	13,6	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	27	31,3
3.Ανατολικοί	0	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	0	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	0	0,0
4.Δυτικοί	1,98	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	7,97	m <sup>2</sup>	1	°C x	1	16	18,4
Η.Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για εσωτερικούς τοίχους (μόνο εάν επικοινωνούν με μη θερμαινόμενους χώρους) σε (Kcal/h)									
U		F		Δt					
Εσωτ. Τοίχος	2,1	Kcal/h·m <sup>2</sup> ·°C	19,69	m <sup>2</sup>	1	°C =		41	49,1
Θ. Ψυκτικό φορτίο από τη διεύθυνση εξωτερικού αέρα									
				Αριθμός εναλλαγών αέρα Ac		Όγκος του χώρου V1 [m <sup>3</sup> /h]			
V1=M x Π x Υ x Ac=		Μήκος (m)	x Πλάτος (m)	x Ύψος (m)	x				
V2 = Αρ. ατόμων x 0,6m <sup>3</sup> /h =>		Αρ. ατόμων x	Τοσό αέρα που προσπίπτει στο χώρο από τη διέλευση ατόμων :				V2 m <sup>3</sup> /h		
V3 = V1 + V2 =>									
Αισθητή θερμότητα από εισ. Αέρα		Όγκος του χώρου V (m <sup>3</sup> /h)	x	Εισ. Βάρος επί την εισ. θερμότη	x	Δt	= Kcal/h		
Q <sub>s</sub> = V3 x 0,29 x Δt = Kcal/h =>		81,66		0,29		1		23,68	27,6
Λανθάνουσα θερμ. από εισ. Αέρα		Όγκος του χώρου V (m <sup>3</sup> /h)	x	Ειδικό βάρος του αέρα επί τη ? x Διαφορά υγρ. Δω	= Kcal/h				
Q <sub>l</sub> = V3 x 700 x Δω = Kcal/h =>		81,66		700		0,003		171,49	199,4
Σύνολο θερμικών απωλειών του χώρου από αγωγή και από αισθητή θερμότητα εισ. Αέρα Q <sub>c1</sub> =								190	220,7
Σύνολο θερμικών απωλειών του χώρου από ακτινοβολία, εσωτερικές πηγές και λανθάνουσα θερμότητα εισ. Αέρα Q <sub>c2</sub> =								1087	1264,7

Πίνακας 4.47: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών και ψυκτικών αναγκών (Ζώνη 6)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ

Βαθμομέρες περιόδου θέρμανσης (1 Νοέ-15 Απρ) Ημέρες Θέρμανσης	ΒΑΘΜΟΜΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												Σύνολο έτους
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
	260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	0	114,72	
31	28	31	15	0	0	0	0	0	0	0	30	31	-

<b>Σύστημα θέρμανσης (W)</b>	286360	244251	241933	105773	0	0	0	0	0	0	126031	239538	1243885
----------------------------------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---	---	---	--------	--------	---------

Βαθμομέρες περιόδου ψύξης (15 Μαι-15 Σεπ)	ΒΑΘΜΟΜΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)												Σύνολο έτους
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
	0	0	0	0	37,82	206,93	280,95	294,18	62,30	0	0	0	
Ημέρες ψύξης	0	0	0	0	15	30	31	31	16	0	0	0	-

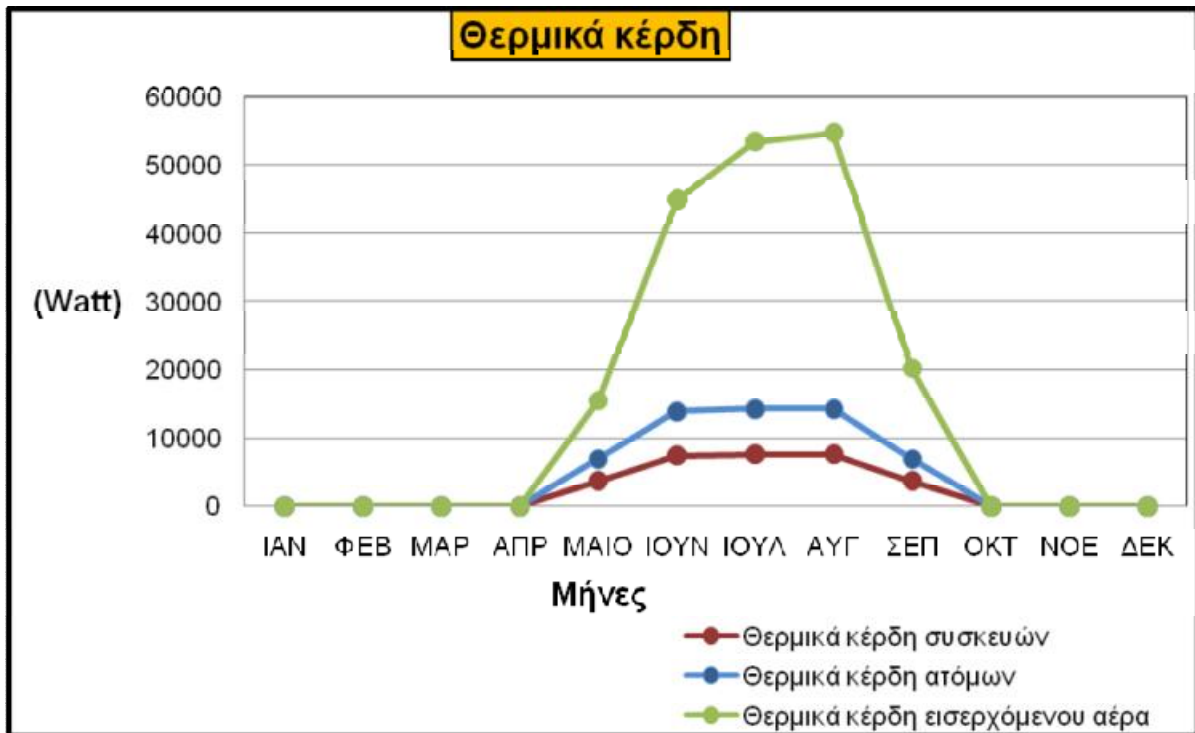
<b>Σύστημα κλιματισμού (W)</b>	0	0	0	0	101357	313989	381345	392559	139056	0	0	0	1326307
------------------------------------	---	---	---	---	--------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---------

<b>Θερμικά κέρδη πτόμων (W)</b>	0	0	0	0	6912	13924	14286	14286	6912	0	0	0	66218
-------------------------------------	---	---	---	---	------	-------	-------	-------	------	---	---	---	-------

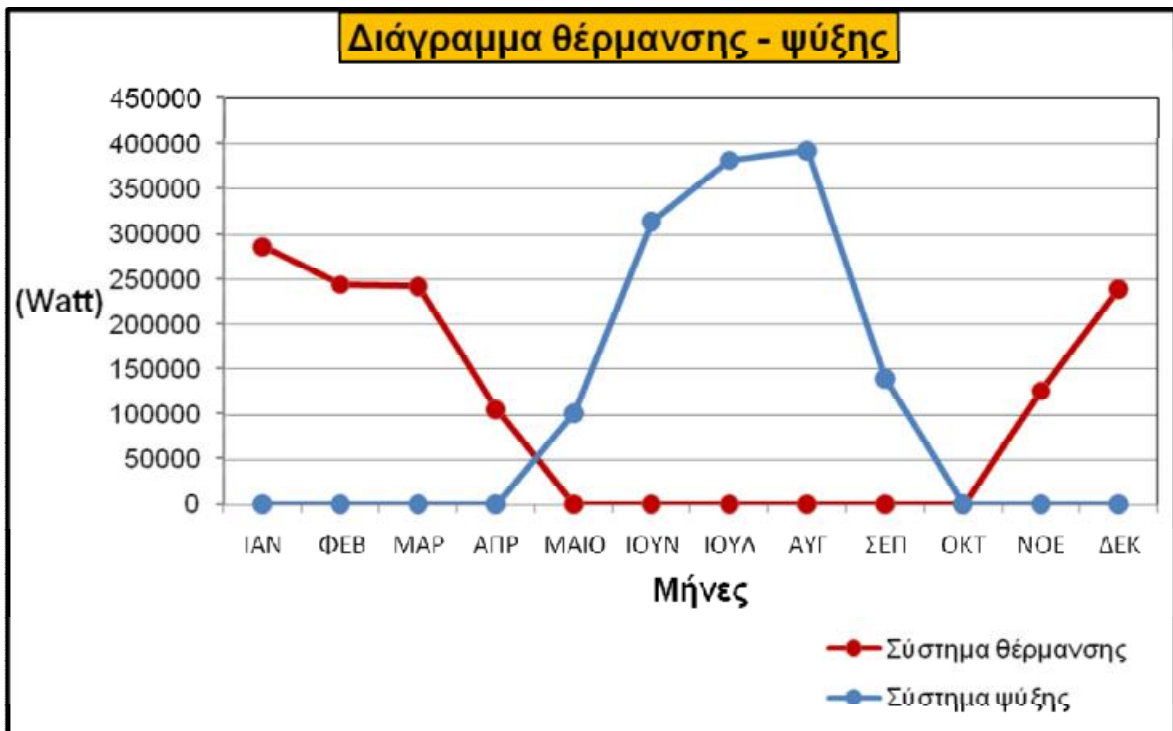
<b>Θερμικά κέρδη συσκευιών (W)</b>	0	0	0	0	3714	7429	7675	7675	3714	0	0	0	30206
----------------------------------------	---	---	---	---	------	------	------	------	------	---	---	---	-------

<b>Θερμικά κέρδη εισ. Αέρα (W)</b>	0	0	0	0	16487	44860	63464	64863	20192	0	0	0	188847
----------------------------------------	---	---	---	---	-------	-------	-------	-------	-------	---	---	---	--------





Εικόνα 4.13: Διάγραμμα θερμικών κερδών (Ζώνη 6)



Εικόνα 4.14: Διάγραμμα θέρμανσης και ψύξης (Ζώνη 6)

# ΖΩΝΗ 7

Πίνακας 4.48: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 7)

Φύλλα : 7		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ					ΧΩΡΟΣ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)		
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Ύψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις)  Qa=F*U*Δt [Kcal/h]	
1	Τεξ	N	1,5	3,1	4,65	1,28	1,98	1	6,7	
2	Πα	N	0,8	1,6	1,28		4,3	1	5,5	
3	Τεξ	Δ	4,2	3,1	13,02	2,88	1,98	1	20,1	
4	Μπα	Δ	1,2	2,4	2,88		4,3	1	12,4	
5	Τεξ	B	3,2	3,1	9,92		1,98	1	19,6	
6	Ορ		4,2	3,2	13,44		2,1	1	28,2	
7									0,0	
8									0,0	
9									0,0	
10									0,0	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									93	107,6
Προσαυξήσεις διακοπόμενης λειτουργίας										
( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% => zD = 15									QD = 14	16,1
Προσαυξήσεις προσανατολισμού (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) => zH = 0									QH = 0	0,0
Προσαυξήσεις ύψους (A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (E' όροφος zY= 12)..κ.ο.κ => zY = 0									QY = 0	0,0
Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσεγ)  Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : Lολ = 14,4 m X 30 (δυσμ.περιπτ) (περίμετρος ανοιγμάτων)									QL = 13	15,5
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									120	139,2
									[Kcal/h]	W

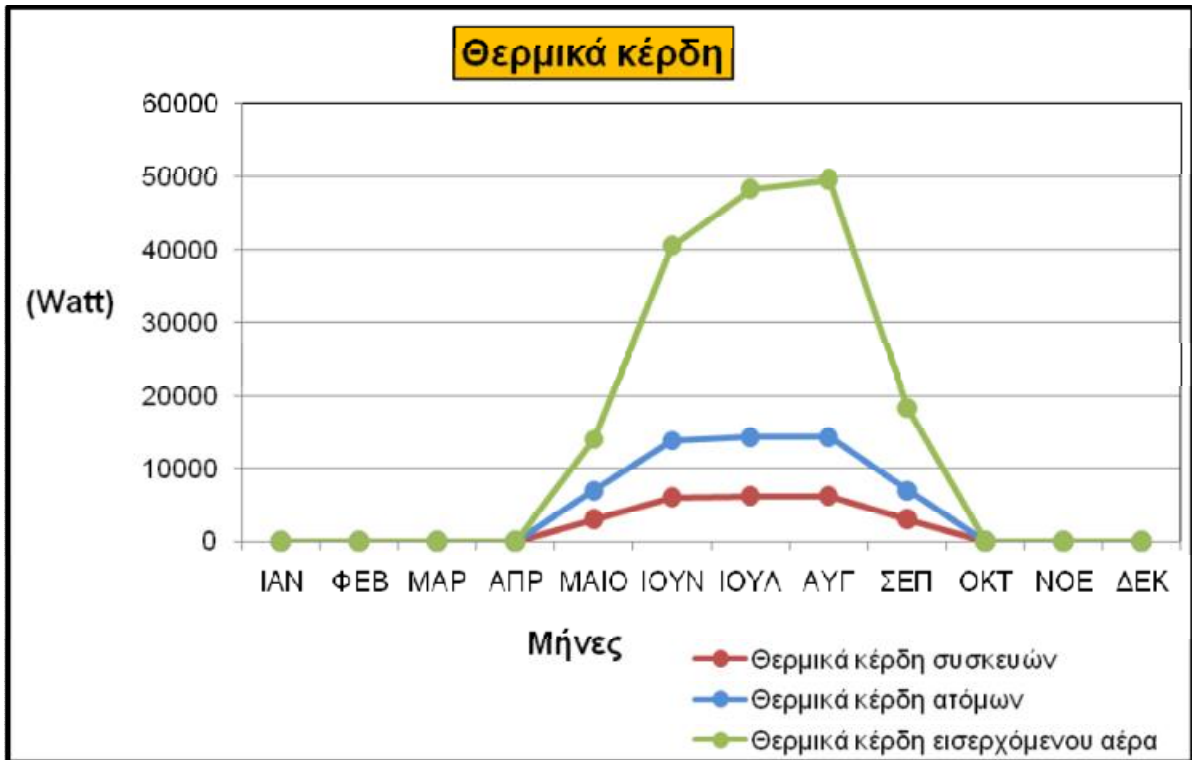
**Πίνακας 4.49: Υπολογισμός ψυκτικών απωλειών (Ζώνη 7)**

Φύλλο : 7		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΧΩΡΟΣ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	
							<b>Kcal/h</b>	<b>W</b>
<b>Α. Ηλεκτρικές συσκευές που υπάρχουν στο χώρο (συνολικά σε Watt)</b>								
Ισχύς εξοπλισμού		F						
<b>4</b>	W/m <sup>2</sup> x	<b>13,44</b>	m <sup>2</sup> x	<b>1,1</b>	(Kcal/h και Watt) =	<b>44,35</b>	<b>51,6</b>	
4 W/m <sup>2</sup> ισχύς εξοπλισμού σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (σης κατοικίες ο φωτισμός δεν λαμβάνεται υπόψη)								
<b>Β. Άτομα που υπάρχουν στο χώρο</b>								
Θερμ. Ισχύς ανά άτομο		Άτομα						
<b>80</b>	W/άτομο x	<b>2</b>	=			<b>103,18</b>	<b>120,0</b>	
80W/άτομο θερμικά κέρδη ανά άτομο σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε								
<b>Γ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για το δάπεδο (μόνο εάν επικοινωνεί με μη θερμαινόμενο χώρο) σε (Kcal/h)</b>								
U		F		Δt				
<b>1,72</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>13,44</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC =	<b>23</b>	<b>26,8</b>	
<b>Δ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για διαφανή στοιχεία σε (Kcal/h)</b>								
U		F		Δt		Σκίαστρα		
<b>0</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>0</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>4,3</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>1,28</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6,4</b>
<b>0</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>0</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>4,3</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>2,88</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>14,4</b>
<b>Ε. Ψυκτικό φορτίο από ακτινοβολία για διαφανή στοιχεία με γεωγραφικό πλάτος 40ο για 10ωρη λειτουργία σε (Kcal/h)</b>								
F		Τιμές ψυκτικών φορτίων μέσω υαλοπινάκων				gn=gl*(1-Fη)		
<b>0</b>	m <sup>2</sup> x	<b>69</b>	Kcal/h m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>0,51</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
<b>1,28</b>	m <sup>2</sup> x	<b>231</b>	Kcal/h m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>0,51</b>	<b>181</b>	<b>210,5</b>	
<b>0</b>	m <sup>2</sup> x	<b>270</b>	Kcal/h m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>0,51</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>	
<b>2,88</b>	m <sup>2</sup> x	<b>287</b>	Kcal/h m <sup>2</sup>	<b>x</b>	<b>0,51</b>	<b>523</b>	<b>598,8</b>	
<b>ΣΤ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για οροφή σε (Kcal/h)</b>								
U		F		Δt		Χρώμα επιφάν		
<b>2,1</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>13,44</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>32,8</b>
<b>Ζ. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή με εξωτερικούς τοίχους σε (Kcal/h)</b>								
U		F		Δt		Χρώμα επιφάν		
<b>1,98</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>9,92</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>22,8</b>
<b>1,98</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>3,37</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7,8</b>
<b>0</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>0</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0,0</b>
<b>1,98</b>	Kcal/h m <sup>2</sup> oC	<b>10,14</b>	m <sup>2</sup>	<b>1</b>	oC x	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>23,3</b>
<b>Η. Ψυκτικό φορτίο από αγωγή για εσωτερικούς τοίχους (μόνο εάν επικοινωνούν με μη θερμαινόμενους χώρους) σε (Kcal/h)</b>								
U		F		Δt				
<b>Εσωτ. Τοίχος</b>	<b>2,1</b>	<b>13,02</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>1</b>	<b>oC =</b>	<b>27</b>		
<b>Θ. Ψυκτικά φορτία από τη διείσδυση εξωτερικού αέρα</b>								
		Μήκος (m) x	Πλάτος (m) x	Ύψος (m) x	Αριθμός αναλογιών αέρα Ac	Όγκος του χώρου V1 (m <sup>3</sup> /h)		
V1 = l x π x γ x Ac =	m <sup>3</sup> /h =>	<b>4,2</b>	<b>3,2</b>	<b>3,1</b>	<b>1,5</b>	<b>=</b>	<b>31,25</b>	
V2 = Αρ. ατόμων x β5m <sup>3</sup> /h =>		<b>2</b>	<b>1,42</b>	<b>m<sup>3</sup>/min</b>	<b>x</b>	<b>15</b>	<b>min/h</b>	<b>=</b>
V3 = V1 + V2 =>						<b>=</b>	<b>42,60</b>	
Αισθητή θερμότητα από εισ. Αέρα	Όγκος του χώρου V (m <sup>3</sup> /h) x	Ειδ. Βάρος επί την ειδ. Θερμότητα	x	Δt	= Kcal/h			
Q <sub>8</sub> = V3 x 0,29 x Δt =	Kcal/h =>	<b>73,85</b>	<b>x</b>	<b>0,29</b>	<b>x</b>	<b>1</b>	<b>=</b>	<b>21,42</b>
Λαμβάνουσα θερμ. από εισ. Αέρα	Όγκος του χώρου V (m <sup>3</sup> /h) x	Ειδικό βάρος του αέρα επί τη λαμβ. x Διαφορά υπρ. Δw	= Kcal/h					
Q1 = V3 x 700 x Δw =	Kcal/h =>	<b>73,85</b>	<b>x</b>	<b>700</b>	<b>x</b>	<b>0,003</b>	<b>=</b>	<b>155,08</b>
<b>Σύνολο θερμικών απωλειών του χώρου από αγωγή και από αισθητή θερμότητα εισ. Αέρα Qc1 =</b>							<b>164</b>	<b>191,2</b>
<b>Σύνολο θερμικών απωλειών του χώρου από ακτινοβολία, εσωτερικές πηγές και λαμβάνουσα θερμότητα εισ. Αέρα Qc2 =</b>							<b>1007</b>	<b>1171,2</b>

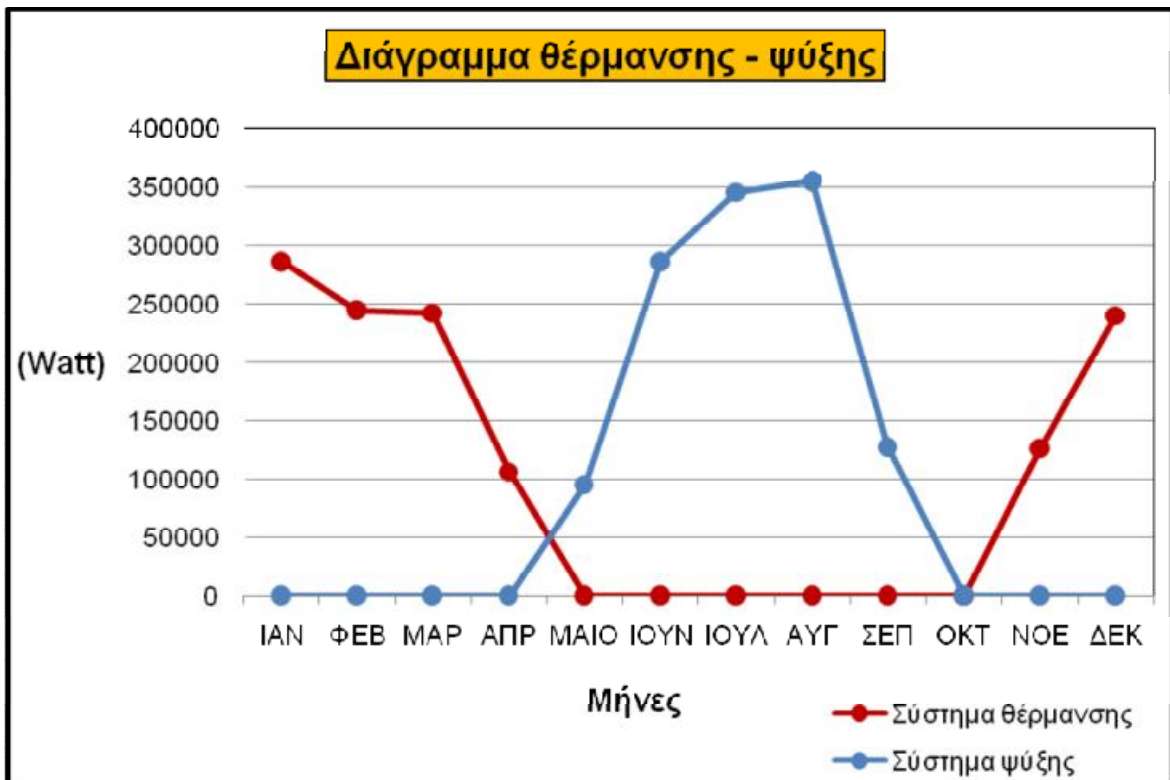
**Πίνακας 4.50:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών και ψυκτικών αναγκών (Ζώνη 7)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ													
Βαθμομέρες περιόδου θέρμανσης (1 Νοέ-15 Απρ): Ημέρες θέρμανσης	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												Σύνολο έτους
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
	260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	0	114,72	
31	28	31	15	0	0	0	0	0	0	0	30	31	
<b>Σύστημα θέρμανσης (W)</b>	287390	245129	242803	106153	0	0	0	0	0	0	126484	240399	1248358

Βαθμομέρες περιόδου ψύξης (15 Μαϊ-15 Σεπ): Ημέρες ψύξης	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)												Σύνολο έτους
	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
	0	0	0	0	37,82	206,93	280,95	294,18	82,3	0	0	0	
0	0	0	0	15	30	31	31	15	0	0	0	-	
<b>Σύστημα κλιματισμού (W)</b>	0	0	0	0	95225	288829	345685	355377	127878	0	0	0	1210974
<b>Θερμικά κέρδη ατόμων (W)</b>	0	0	0	0	6912	13824	14285	14285	6912	0	0	0	56218
<b>Θερμικά κέρδη συσκευών (W)</b>	0	0	0	0	2971	5942	6140	6140	2971	0	0	0	24165
<b>Θερμικά κέρδη εισ. Αέρα (W)</b>	0	0	0	0	14006	40569	48340	49606	18260	0	0	0	170781



Εικόνα 4.15: Διάγραμμα θερμικών κερδών (Ζώνη 7)



Εικόνα 4.16: Διάγραμμα θέρμανσης και ψύξης (Ζώνη 7)

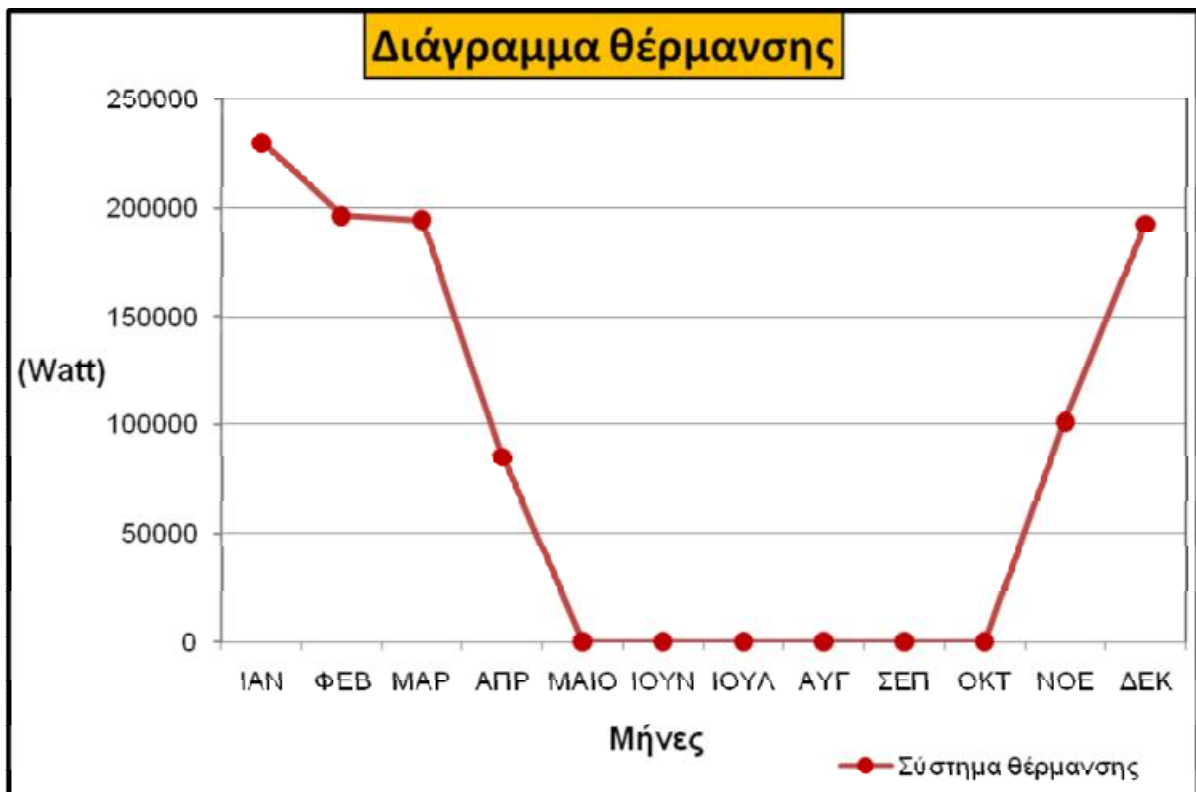
# ΖΩΝΗ 8

Πίνακας 4.51: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 8α,β,γ)

Φύλλο :		1		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΧΩΡΟΣ :		ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)
A/A	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή Τελική Επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά Θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσαυξήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]		
1	Τεξ	N	0,8	3,1	2,48	0,64	1,98	1	3,8	
2	Πα	N	0,8	0,8	0,64		4,3	1	2,8	
3	Τεξ	A	7,8	3,1	24,18	1,2	1,98	1	45,5	
4	Πα	A	0,6	2	1,2		4,3	1	5,2	
5	Ορ1		0,8	3,6	2,88		2,1	1	6,0	
6	Ορ2		1,1	4,2	4,62		2,1	1	9,7	
7	Ορ3		1,5	3,1	4,65		2,1	1	9,8	
8									0,0	
9									0,0	
10									0,0	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									83	98,0
<b>Προσαυξήσεις διακοπόμενης λειτουργίας</b>										
( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%. ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%. ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30%										
==> zD = 15										
==> QD =									12	14,4
<b>Προσαυξήσεις προσανατολισμού</b>										
(B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5)										
==> zH = -5										
==> QH =									-4	-4,8
<b>Προσαυξήσεις ύψους</b>										
(A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (E' όροφος zY= 12)...κ.ο.κ										
==> zY = 0										
==> QY =									0	0,0
<b>Προσαυξήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσεγγ)</b>										
Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : Lol = 6 m X 30 (δυσμ.περριπ)										
(περίμετρος ανοιγμάτων)										
==> QL =									5	5,8
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									96	111,4
									[Kcal/h]	W

**Πίνακας 4.52:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 8α,β,γ)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												Σύνολο έτους
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279
<b>Σύστημα θέρμανσης (W)</b>	229966	196149	194288	84942	0	0	0	0	0	101211	192364	<b>998920</b>



**Εικόνα 4.16:** Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 8α,β,γ)

# ΖΩΝΗ 9

Πίνακας 4.53: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 9)

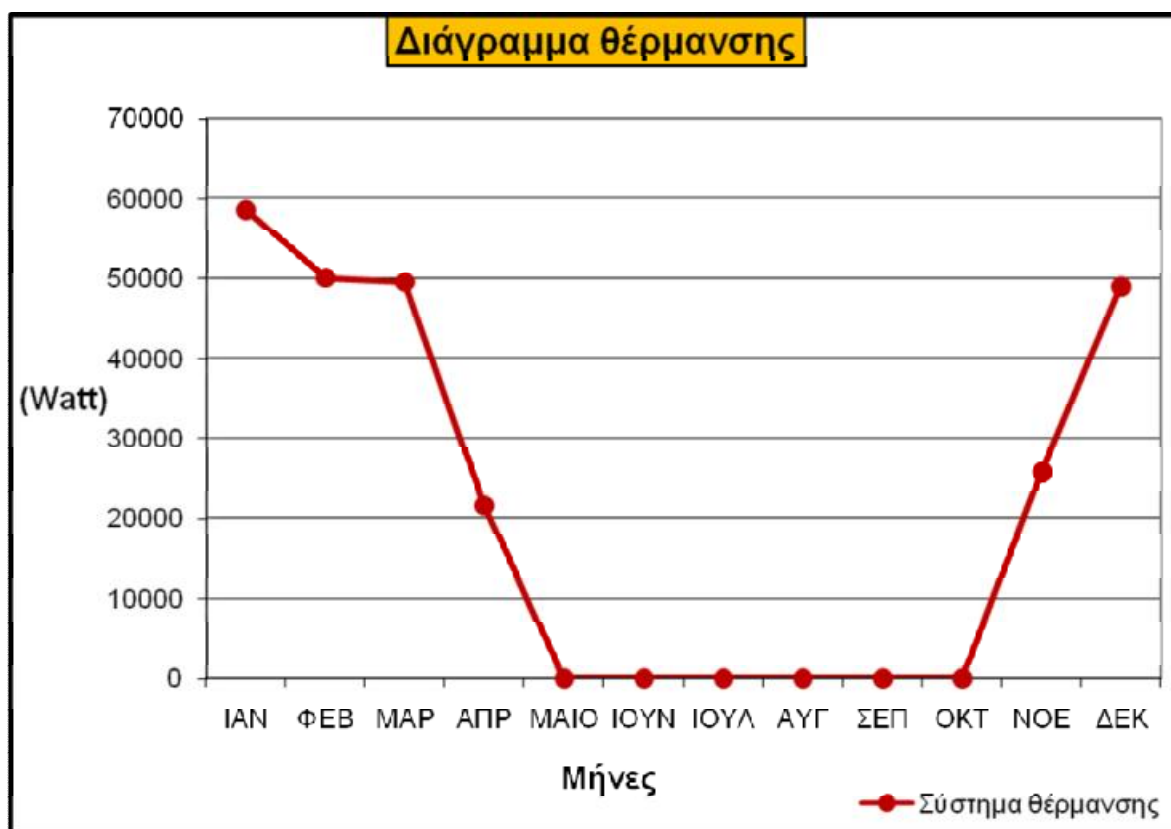
Φύλλο : 9									
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ									
ΧΩΡΟΣ : ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)									
Α/Α	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Ύψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [C°]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσυζητήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]
1	Τεξ	B	0,4	3,1	1,24	0,16	1,98	1	2,1
2	Πα	B	0,4	0,4	0,16		4,3	1	0,7
3	Ορ.		3,1	2,85	8,215		2,1	1	17,3
4									0,0
5									0,0
6									0,0
7									0,0
8									0,0
9									0,0
10									0,0
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του δωματίου Qa =									20
Προσυζητήσεις διακοπόμενης λειτουργίας ( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = 15									3
Προσυζητήσεις προσανατολισμού (B,BA,BΔ: zH= 5), (A,Δ: zH= 0), (N,NA,NΔ: zH= -5) ==> zH = 5									1
Προσυζητήσεις ύψους (A',B' όροφος zY= 0),(Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (E' όροφος zY= 12), κ.α.κ ==> zY = 0									0
Προσυζητήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ'προσεγγ)  Δώσε συνολικό μήκος χαραμάδων : Lol = 1,6 m X 30 (δυσμ.περπτ) (περίμετρος ανοιγμάτων)									0
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του δωματίου Qa =									24
									[Kcal/h]
									W



Πίνακας 4.54: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 9)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,7	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	Σύνολο έτους
	58618	49998	49524	21652	0	0	0	0	0	0	25799	49034	254624



Εικόνα 4.17: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 9)

# ΖΩΝΗ 10

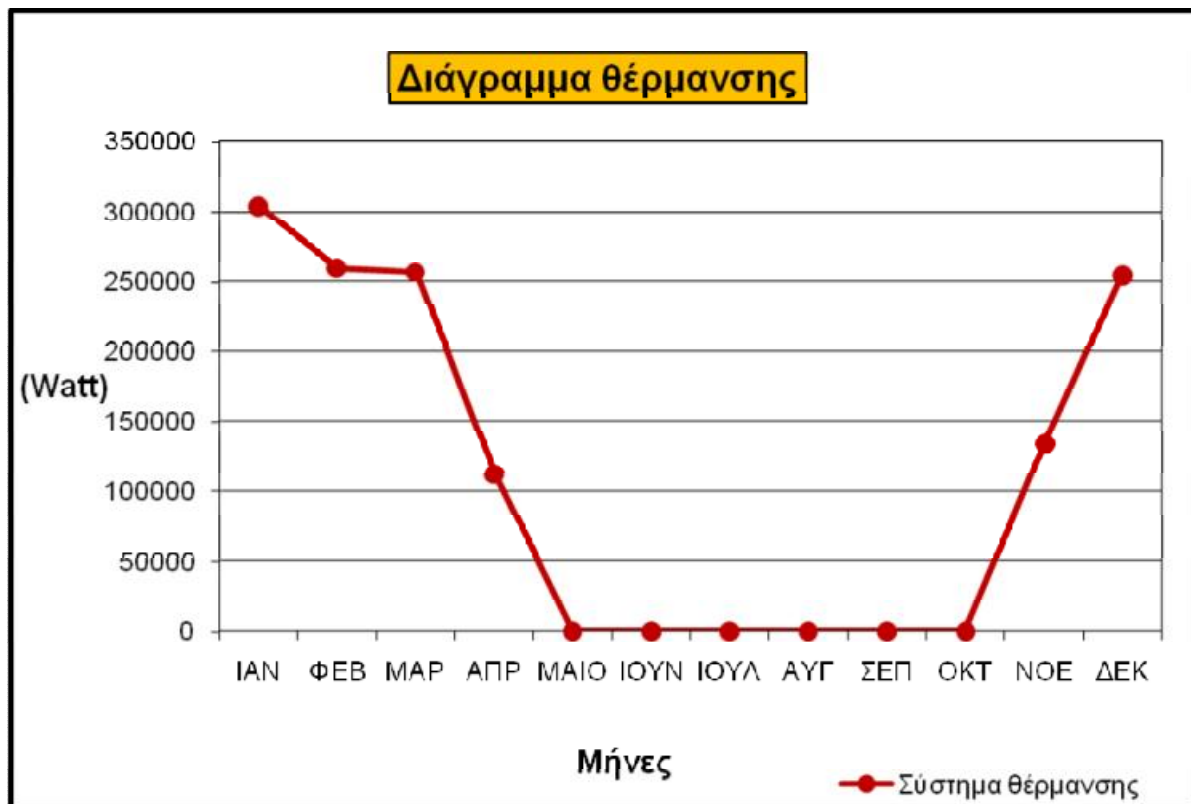
Πίνακας 4.55: Υπολογισμός θερμικών απωλειών (Ζώνη 10)

Φύλλα :		10		ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ				ΧΠΡΟΣ :	ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	
Α/Α	Είδος επιφάνειας	Προσανατολισμός	Πλάτος [m]	Υψος ή μήκος [m]	Τελική Επιφάνεια F [m <sup>2</sup> ]	Αφαιρούμενη επιφάνεια	Συντελεστής θερμοπερατότητας U [Kcal/hm <sup>2</sup> °C]	Διαφορά θερμοκρασίας Δt [°C]	Θερμικές απώλειες επιφάνειας (χωρίς προσευξήσεις) Qa=F*U*Δt [Kcal/h]	
1	Τεξ	Β	3,6	3,1	11,16	2,88	1,98	1	16,4	
2	Μπ1	Β	1,2	2,4	2,88		4,3	1	12,4	
3	Τεξ	Δ	3,15	3,1	9,765	1,28	1,98	1	15,8	
4	Πα	Δ	0,8	1,6	1,28		4,3	1	5,5	
5	Τεξ	Α	3,15	3,1	9,765		1,98	1	19,3	
6	Ορ		3,15	3,6	11,34		2,1	1	23,8	
7									0,0	
8									0,0	
9									0,0	
10									0,0	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									94	109,6
<b>Προσeuxήσεις διακοπόμενης λεπταυργείας</b> ( I ) Μικρά χρον διαστ zD= 7%, ( II ) Μεσαία χρον διαστ zD= 15%, ( III ) Μεγάλα χρον διαστ zD= 30% ==> zD = 15 ==> QD = 14									16,4	
<b>Προσeuxήσεις προσανατολισμού</b> (Β,ΒΑ,ΒΔ: zH= 5). (Α,Δ: zH= 0). (Ν,ΝΑ,ΝΔ: zH= -5) ==> zH = 5 ==> QH = 5									5,5	
<b>Προσeuxήσεις ύψους</b> (Α,Β' όροφος zY= 0), (Γ' όροφος zY= 4), (Δ' όροφος zY= 8), (Ε' όροφος zY= 12)...κ.ο.κ ==> zY = 0 ==> QY = 0									0,0	
<b>Προσeuxήσεις εισερχόμενου αέρος (κατ' προσεγγ)</b> Δώσε συνολικό μήκος χαραμιάδων : Lολ = 14,4 m Χ 30 (δυσμ.περιπτή) (περιμετρος ανοιγμάτων) ==> QL = 14									15,8	
Σύνολο θερμικών απωλειών των επιφανειών του Δωματίου Qa =									127	147,3
									[Kcal/h]	w

Πίνακας 4.56: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών (Ζώνη 10)

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ												Σύνολο έτους
ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙΟ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
260,66	222,33	220,22	96,28	0	0	0	0	0	0	114,72	218,04	1279

Σύστημα θέρμανσης (W)	304070	259357	256896	112315	0	0	0	0	0	0	133826	254352	1320815
-----------------------	--------	--------	--------	--------	---	---	---	---	---	---	--------	--------	---------



Εικόνα 4.18: Διάγραμμα θέρμανσης (Ζώνη 10)

# ΣΥΝΟΛΑ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Πίνακας 4.57: Σύνολα θερμικών απωλειών ισογείου εξεταζόμενου κτιρίου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ	
Χώρος	Σύνολο θερμικών απωλειών (W)
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ (Ζώνη 1α,β)	403,8
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ (Ζώνη 2α,β)	274,1
ΚΟΥΖΙΝΑ (Ζώνη 3)	143,2
ΛΟΥΤΡΟ 1 (Ζώνη 4)	33,7
ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΙΟ (Ζώνη 5)	149,7
<b>Σύνολο</b>	<b>1004,5</b>

Πίνακας 4.58: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών ισογείου εξεταζόμενου κτιρίου

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ		
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)	Σύστημα θέρμανσης (W)
ΙΑΝ	260,66	2073781,19
ΦΕΒ	222,33	1768832,09
ΜΑΡ	220,22	1752045,17
ΑΠΡ	96,28	765992,69
ΜΑΪ	0,00	0,00
ΙΟΥΝ	0,00	0,00
ΙΟΥΛ	0,00	0,00
ΑΥΓ	0,00	0,00
ΣΕΠ	0,00	0,00
ΟΚΤ	0,00	0,00
ΝΟΕ	114,72	912699,22
ΔΕΚ	218,04	1734701,34
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>1132,25</b>	<b>9008051,70</b>



**Εικόνα 4.19:** Διάγραμμα θερμικών αναγκών ισογείου εξεταζόμενου κτιρίου  
**Πίνακας 4.59:** Σύνολα θερμικών απωλειών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ</b>	
Χώρος	Σύνολο θερμικών απωλειών (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	138,71
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	139,21
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	111,39
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	28,39
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	147,29
<b>Σύνολο</b>	<b>565,00</b>

**Πίνακας 4.60:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

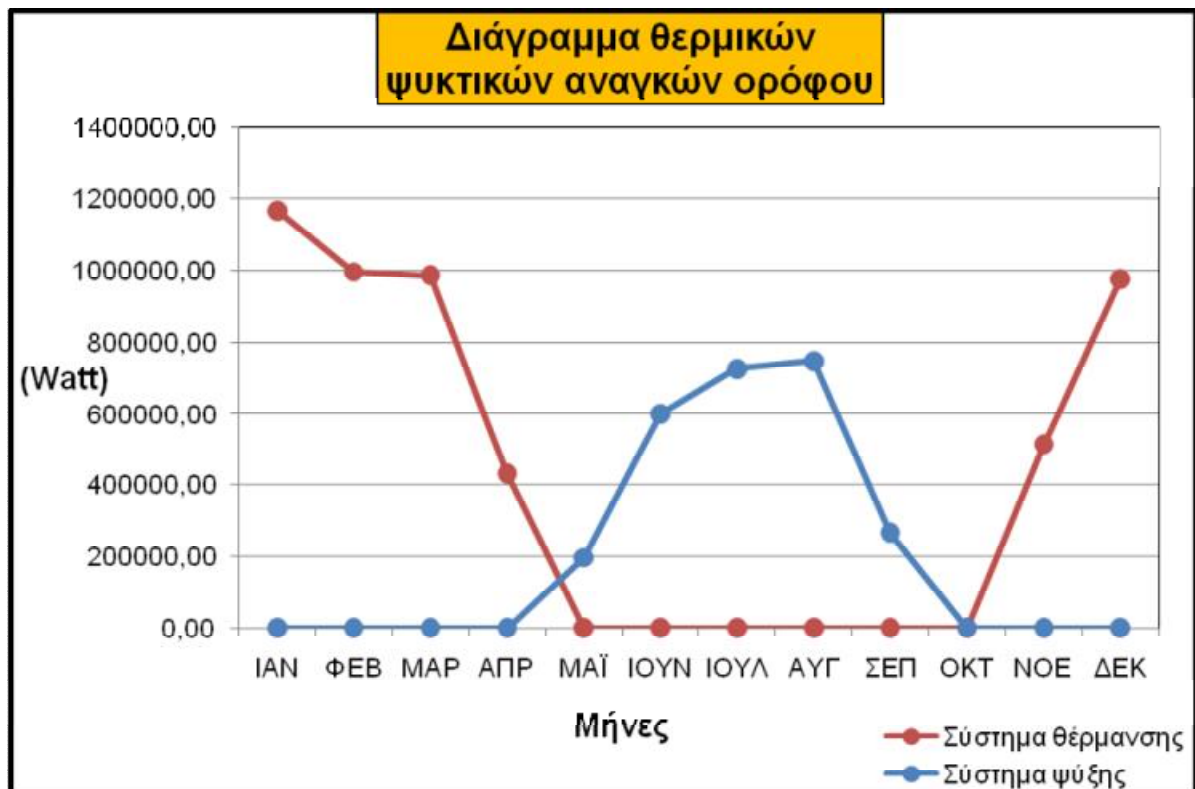
<b>ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ</b>		
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)	Σύστημα θέρμανσης (W)
ΙΑΝ	260,66	1166403,67
ΦΕΒ	222,33	994884,25
ΜΑΡ	220,22	985442,40
ΑΠΡ	96,28	430834,60
ΜΑΪ	0,00	0,00
ΙΟΥΝ	0,00	0,00
ΙΟΥΛ	0,00	0,00
ΑΥΓ	0,00	0,00
ΣΕΠ	0,00	0,00
ΟΚΤ	0,00	0,00
ΝΟΕ	114,72	513350,07
ΔΕΚ	218,04	975687,32
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>1132,25</b>	<b>5066602,31</b>

**Πίνακας 4.61:** Σύνολα ψυκτικών απωλειών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ		
Χώρος	ψυκτικές απώλειες από αγωγή και από αισθητή θερμότητα εισ. αέρα (W)	ψυκτικές απώλειες από ακτινοβολία εσωτερικές πηγές και λαμβάνουσα θερμότητα εισ. αέρα (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	220,72	1203,17
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	191,17	1171,20
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	0,00	0,00
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	0,00	0,00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>411,89</b>	<b>2374,37</b>

Πίνακας 4.62: Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών αναγκών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ			
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)	Ημέρες ψύξης	Σύστημα κλιματισμού (W)
ΙΑΝ	0,00	0	0,00
ΦΕΒ	0,00	0	0,00
ΜΑΡ	0,00	0	0,00
ΑΠΡ	0,00	0	0,00
ΜΑΪ	37,82	15	196582,01
ΙΟΥΝ	206,93	30	600818,94
ΙΟΥΛ	280,95	31	727010,33
ΑΥΓ	294,98	31	749200,89
ΣΕΠ	82,30	15	266933,83
ΟΚΤ	0,00	0	0,00
ΝΟΕ	0,00	0	0,00
ΔΕΚ	0,00	0	0,00
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>902,98</b>	-	<b>2540545,99</b>



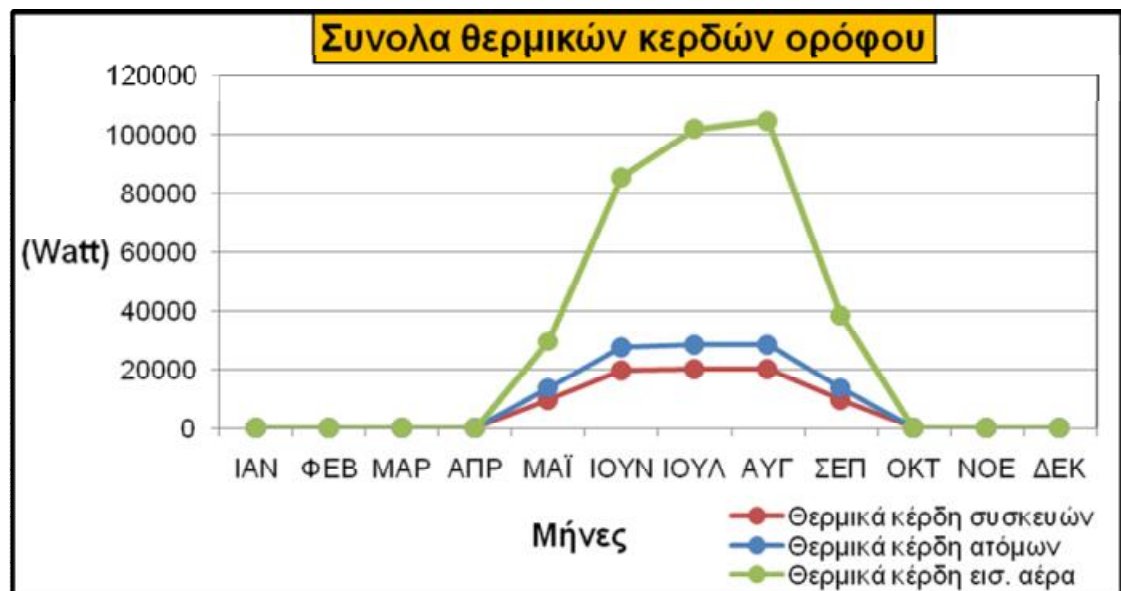
Εικόνα 4.20: Διάγραμμα θερμικών και ψυκτικών αναγκών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

Πίνακας 4.63: Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών απωλειών από εσωτερικές πηγές και εισ. αέρα ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ				
Χώρος	ψυκτικές απώλειες από άτομα (W)	ψυκτικές απώλειες από συσκευές (W)	ψυκτικές απώλειες αισθητής θερμότητας από εισ. αέρα (W)	ψυκτικές απώλειες λαμβάνουσας θερμότητας από εισ. αέρα (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	120,00	64,48	27,54	199,44
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	120,00	51,58	24,91	180,36
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	0,00	0,00	0,00	0,00
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	0,00	0,00	0,00	0,00
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σύνολο</b>	<b>240,00</b>	<b>168,51</b>	<b>52,45</b>	<b>379,80</b>

Πίνακας 4.64: Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών αναγκών από εσωτερικές πηγές και εισ. αέρα ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου

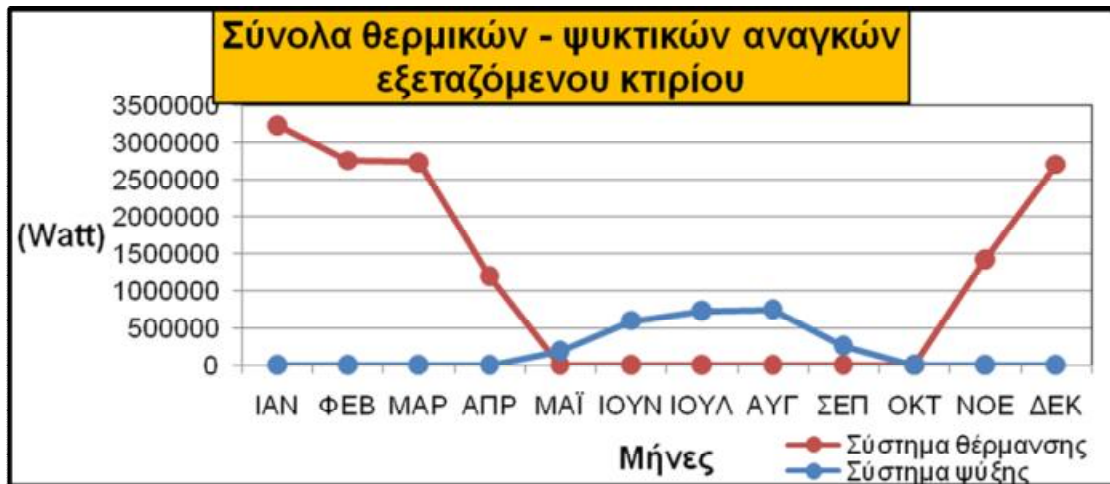
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ					
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)	Ημέρες ψύξης	Θερμικά κέρδη ατόμων (W)	Θερμικά κέρδη συσκευών (W)	Θερμικά κέρδη εισ. Αέρα (W)
ΙΑΝ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΦΕΒ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΜΑΡ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΑΠΡ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΜΑΪ	37,82	15	13824,00	9705,96	29493,30
ΙΟΥΝ	206,93	30	27648,00	19411,92	85428,55
ΙΟΥΛ	280,95	31	28569,60	20058,99	101794,67
ΑΥΓ	294,98	31	28569,60	20058,99	104620,33
ΣΕΠ	82,30	15	13824,00	9705,96	38451,62
ΟΚΤ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΝΟΕ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
ΔΕΚ	0,00	0	0,00	0,00	0,00
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>902,98</b>	<b>-</b>	<b>112435,20</b>	<b>78941,82</b>	<b>359788,48</b>



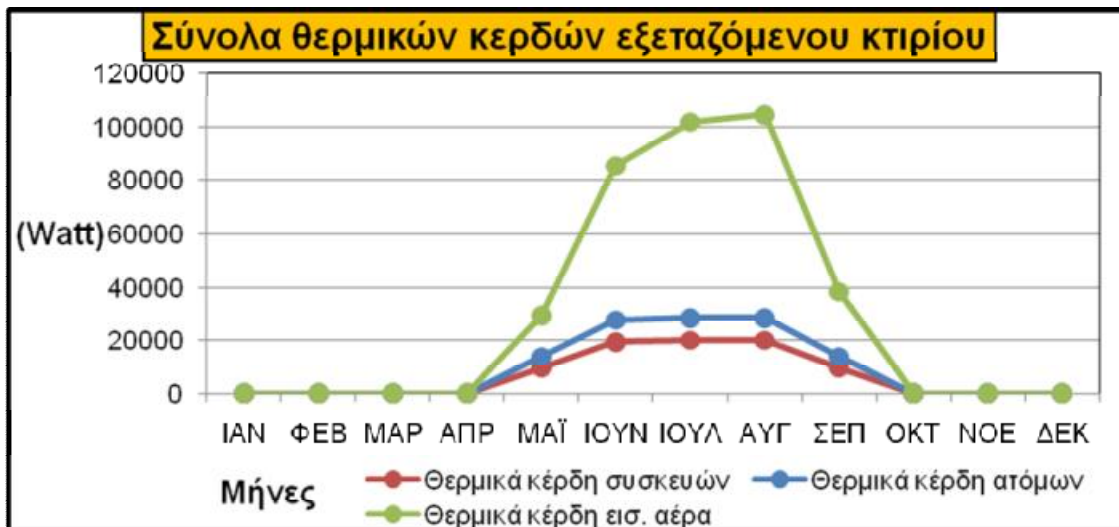
Εικόνα 4.21: Διάγραμμα θερμικών κερδών ορόφου εξεταζόμενου κτιρίου  
Πίνακας 4.65: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών και ψυκτικών αναγκών εξεταζόμενου κτιρίου



ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ					
Μήνες	Σύστημα θέρμανσης (W)	Σύστημα κλιματισμού (W)	Θερμικά κέρδη ατόμων (W)	Θερμικά κέρδη συσκευών (W)	Απώλειες εισ. αέρα(W)
ΙΑΝ	3240184,87	0,00	0,00	0,00	0,00
ΦΕΒ	2763716,34	0,00	0,00	0,00	0,00
ΜΑΡ	2737487,58	0,00	0,00	0,00	0,00
ΑΠΡ	1196827,28	0,00	0,00	0,00	0,00
ΜΑΪ	0,00	196582,01	13824,00	9705,96	29493,30
ΙΟΥΝ	0,00	600818,94	27648,00	19411,92	85428,55
ΙΟΥΛ	0,00	727010,33	28569,60	20058,99	101794,67
ΑΥΓ	0,00	749200,89	28569,60	20058,99	104620,33
ΣΕΠ	0,00	266933,83	13824,00	9705,96	38451,62
ΟΚΤ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ΝΟΕ	1426049,29	0,00	0,00	0,00	0,00
ΔΕΚ	2710388,66	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>14074654,01</b>	<b>2540545,99</b>	<b>112435,20</b>	<b>78941,82</b>	<b>359788,48</b>



Εικόνα 4.22: Διάγραμμα συνολικών θερμικών και ψυκτικών αναγκών εξεταζόμενου κτιρίου

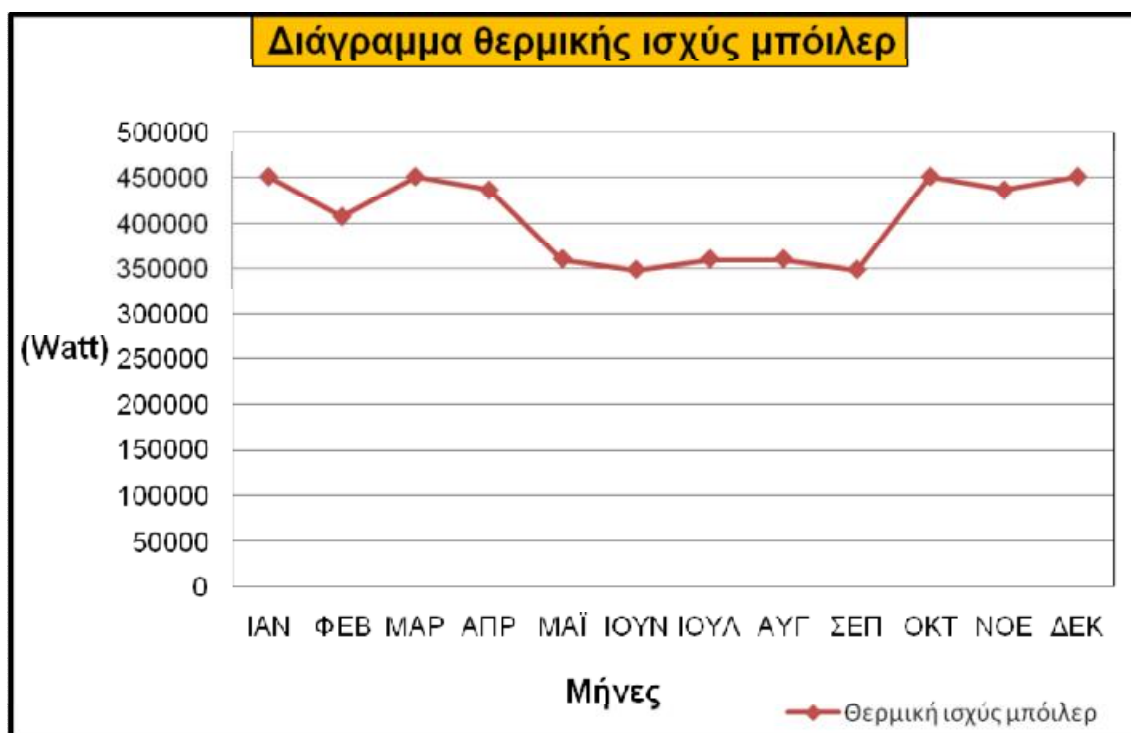


Εικόνα 4.23: Διάγραμμα συνολικών θερμικών κερδών εξεταζόμενου κτιρίου

# ΑΝΑΓΚΕΣ ΖΝΧ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

**Πίνακας 4.66:** Υπολογισμός ζεστού νερού χρήσης εξεταζόμενου κτιρίου

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (Ζ.Ν.Χ.)							
Μήνες	Ημέρες	m (Kg)	c (kcal/kg οC)	Δt (οC)	Χρόνος (h)	Q (kcal/h)	Q (W)
ΙΑΝ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5
ΦΕΒ	28	250,0	1,0	50,0	1,0	350000,0	407050,0
ΜΑΡ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5
ΑΠΡ	30	250,0	1,0	50,0	1,0	375000,0	436125,0
ΜΑΪ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0
ΙΟΥΝ	30	250,0	1,0	40,0	1,0	300000,0	348900,0
ΙΟΥΛ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0
ΑΥΓ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0
ΣΕΠ	30	250,0	1,0	40,0	1,0	300000,0	348900,0
ΟΚΤ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5
ΝΟΕ	30	250,0	1,0	50,0	1,0	375000,0	436125,0
ΔΕΚ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>4180000,0</b>	<b>4861340,0</b>



**Εικόνα 4.24:** Διάγραμμα θερμικής ισχύς μπόιλερ εξεταζόμενου κτιρίου

## 4.6 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΙΚΩΝ - ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ - ΖΝΧ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

### 4.6.1 Εισαγωγή

Ο υπολογισμός θερμικών και ψυκτικών αναγκών για το κτίριο αναφοράς έχει γίνει με τον ίδιο τρόπο όπως και στο εξεταζόμενο κτίριο. Παρακάτω θα απεικονίσουμε τις μηνιαίες και ετήσιες ανάγκες του κτιρίου αναφοράς.

## ΣΥΝΟΛΑ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Πίνακας 4.67: Σύνολα θερμικών απωλειών ισογείου κτιρίου αναφοράς

<b>ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ</b>	
Χώρος	Σύνολο θερμικών απωλειών (W)
ΚΑΘΙΣΤΙΚΟ (Ζώνη 1α,β)	126,7
ΤΡΑΠΕΖΑΡΙΑ (Ζώνη 2α,β)	84,3
ΚΟΥΖΙΝΑ (Ζώνη 3)	40,4
ΛΟΥΤΡΟ 1 (Ζώνη 4)	9,8
ΥΠΝΟΔΟΜΑΤΙΟ (Ζώνη 5)	46,6
<b>Σύνολο</b>	<b>307,8</b>

Πίνακας 4.68: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών ισογείου κτιρίου αναφοράς

<b>ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ</b>		
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)	Σύστημα θέρμανσης (W)
ΙΑΝ	260,7	635410,4
ΦΕΒ	222,3	541973,4
ΜΑΡ	220,2	536829,9
ΑΠΡ	96,3	234701,6
ΜΑΪ	0,0	0,0
ΙΟΥΝ	0,0	0,0
ΙΟΥΛ	0,0	0,0
ΑΥΓ	0,0	0,0
ΣΕΠ	0,0	0,0
ΟΚΤ	0,0	0,0
ΝΟΕ	114,7	279652,7
ΔΕΚ	218,0	531515,7
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>1132,3</b>	<b>2760083,8</b>



Εικόνα 4.25: Διάγραμμα θερμικών αναγκών ισογείου κτιρίου αναφοράς

Πίνακας 4.69: Σύνολα θερμικών απωλειών ορόφου κτιρίου αναφοράς

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ	
Χώρος	Σύνολο θερμικών απωλειών (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	38,4
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	39,2
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	27,2
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	5,8
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	41,5
<b>Σύνολο</b>	<b>152,1</b>

Πίνακας 4.70: Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών αναγκών ορόφου κτιρίου αναφοράς

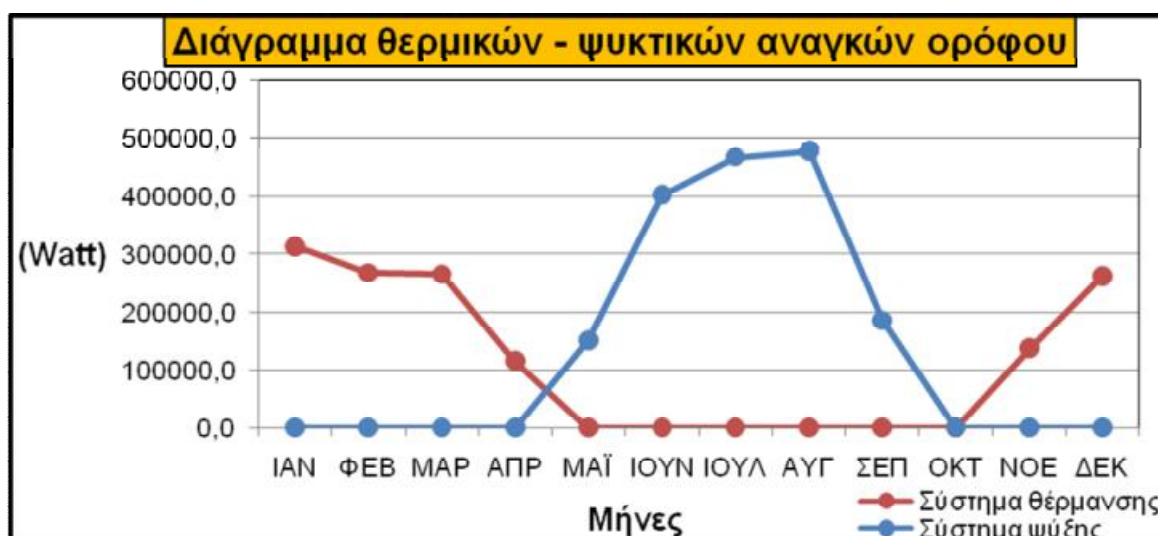
ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ		
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ)	Σύστημα θέρμανσης (W)
ΙΑΝ	260,7	314030,9
ΦΕΒ	222,3	267852,7
ΜΑΡ	220,2	265310,7
ΑΠΡ	96,3	115993,6
ΜΑΪ	0,0	0,0
ΙΟΥΝ	0,0	0,0
ΙΟΥΛ	0,0	0,0
ΑΥΓ	0,0	0,0
ΣΕΠ	0,0	0,0
ΟΚΤ	0,0	0,0
ΝΟΕ	114,7	138209,2
ΔΕΚ	218,0	262684,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>1132,3</b>	<b>1364081,3</b>

**Πίνακας 4.71:** Σύνολα ψυκτικών απωλειών ορόφου κτιρίου αναφοράς

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ			
Χώρος	Σύνολο θερμικών απωλειών (W)	ψυκτικές απώλειες από αγωγή και από αισθητή θερμότητα εσω. αέρα (W)	ψυκτικές απώλειες από ακτινοβολία εσωτερικές πηγές και λαμβάνουσα θερμότητα εσω. αέρα (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	38,4	125,2	1076,9
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	39,2	74,0	1052,3
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	27,2	0,0	0,0
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	5,8	0,0	0,0
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	41,5	0,0	0,0
<b>Σύνολο</b>	<b>152,1</b>	<b>199,3</b>	<b>2129,2</b>

**Πίνακας 4.72:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών αναγκών ορόφου κτιρίου αναφοράς

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ			
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)	Ημέρες ψύξης	Σύστημα κλιματισμού (W)
ΙΑΝ	0,0	0,0	0,0
ΦΕΒ	0,0	0,0	0,0
ΜΑΡ	0,0	0,0	0,0
ΑΠΡ	0,0	0,0	0,0
ΜΑΪ	37,8	15,0	151581,4
ΙΟΥΝ	206,9	30,0	403622,8
ΙΟΥΛ	281,0	31,0	468437,4
ΑΥΓ	295,0	31,0	479172,8
ΣΕΠ	82,3	15,0	185616,4
ΟΚΤ	0,0	0,0	0,0
ΝΟΕ	0,0	0,0	0,0
ΔΕΚ	0,0	0,0	0,0
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>903,0</b>	<b>-</b>	<b>1688430,8</b>



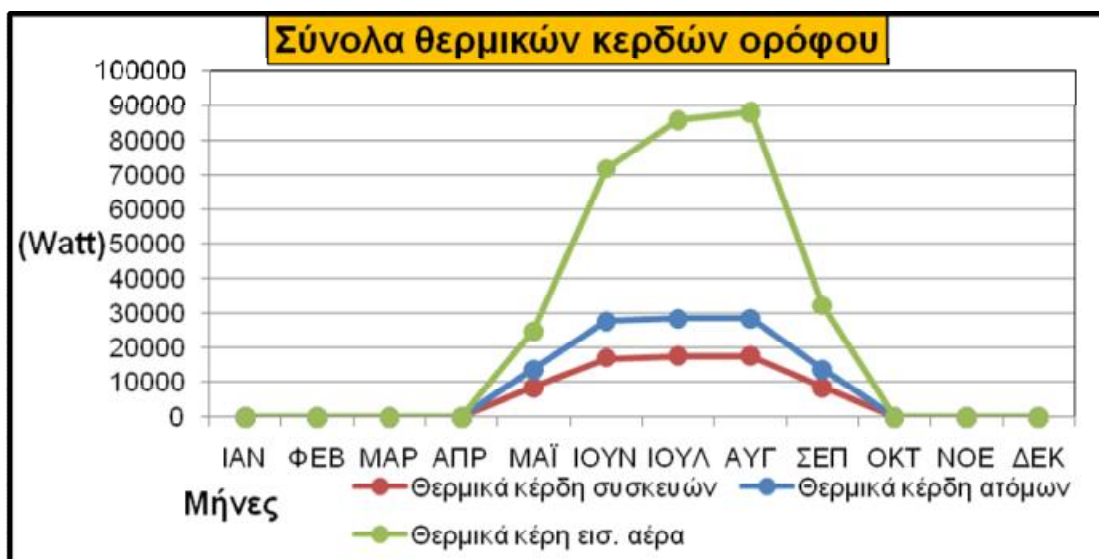
**Εικόνα 4.26:** Διάγραμμα θερμικών και ψυκτικών αναγκών ορόφου κτιρίου αναφοράς

**Πίνακας 4.73:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών απωλειών από εσωτερικές πηγές και εισ. αέρα ορόφου κτιρίου αναφοράς

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ				
Χώρος	ψυκτικές απώλειες από άτομα (W)	ψυκτικές απώλειες από συσκευές (W)	ψυκτικές απώλειες αισθητής θερμότητας από εισ. αέρα (W)	ψυκτικές απώλειες λανθάνουσας θερμότητας από εισ. αέρα (W)
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 6)	120,0	64,5	22,1	159,9
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 7)	120,0	39,9	22,1	159,9
ΔΙΑΔ. - ΣΚΑΛΑ (Ζώνη 8α,β,γ)	0,0	0,0	0,0	0,0
ΛΟΥΤΡΟ 2 (Ζώνη 9)	0,0	0,0	0,0	0,0
ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ (Ζώνη 10)	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Σύνολο</b>	<b>240,0</b>	<b>149,5</b>	<b>44,2</b>	<b>319,8</b>

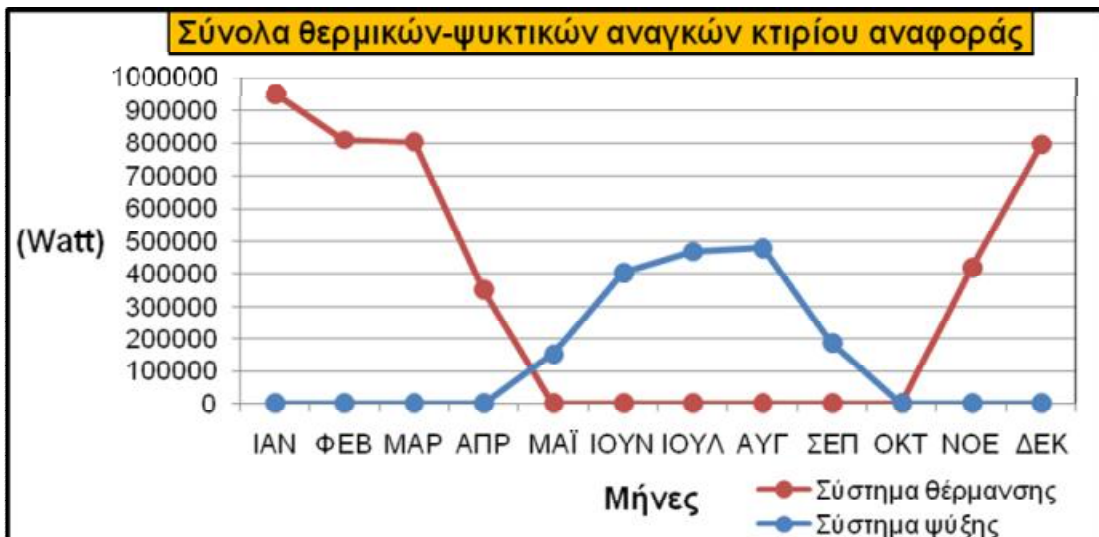
**Πίνακας 4.74:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα ψυκτικών αναγκών από εσωτερικές πηγές και εισ. αέρα ορόφου κτιρίου αναφοράς

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΟΡΟΦΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ					
Μήνες	ΒΑΘΜΟΗΜΕΡΕΣ (ΨΥΞΗΣ)	Ημέρες ψύξης	Θερμικά κέρδη ατόμων (W)	Θερμικά κέρδη συσκευών (W)	Θερμικά κέρδη εισ. Αέρα (W)
ΙΑΝ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΦΕΒ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΜΑΡ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΠΡ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΜΑΪ	37,8	15,0	13824,0	8553,8	24837,6
ΙΟΥΝ	206,9	30,0	27648,0	17107,7	71943,1
ΙΟΥΛ	281,0	31,0	28569,6	17677,9	85725,7
ΑΥΓ	295,0	31,0	28569,6	17677,9	88105,3
ΣΕΠ	82,3	15,0	13824,0	8553,8	32381,8
ΟΚΤ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΝΟΕ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΕΚ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>903,0</b>	-	<b>112435,2</b>	<b>69571,1</b>	<b>302993,4</b>

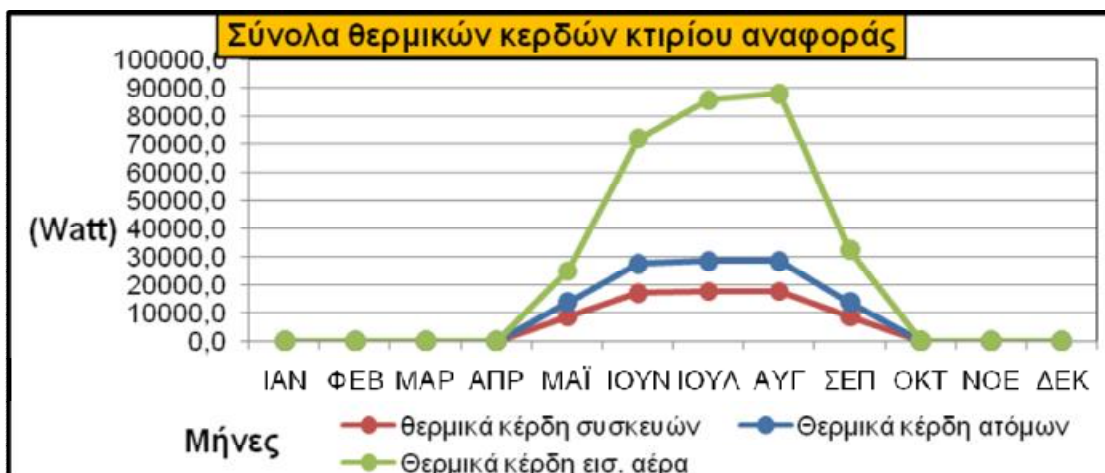


**Εικόνα 4.27:** Διάγραμμα θερμικών κερδών ορόφου κτιρίου αναφοράς  
**Πίνακας 4.75:** Μηνιαία και ετήσια σύνολα θερμικών και ψυκτικών αναγκών κτιρίου αναφοράς

ΜΗΝΙΑΙΑ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΑ ΣΥΝΟΛΑ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ					
Μήνες	Σύστημα θέρμανσης (W)	Σύστημα κλιματισμού (W)	Θερμικά κέρδη ατόμων (W)	Θερμικά κέρδη συσκευών (W)	Απώλειες εισ. αέρα(W)
ΙΑΝ	949441,3	0,0	0,0	0,0	0,0
ΦΕΒ	809826,1	0,0	0,0	0,0	0,0
ΜΑΡ	802140,6	0,0	0,0	0,0	0,0
ΑΠΡ	350695,2	0,0	0,0	0,0	0,0
ΜΑΪ	0,0	151581,4	13824,0	8553,8	24837,6
ΙΟΥΝ	0,0	403622,8	27648,0	17107,7	71943,1
ΙΟΥΛ	0,0	468437,4	28569,6	17677,9	85725,7
ΑΥΓ	0,0	479172,8	28569,6	17677,9	88105,3
ΣΕΠ	0,0	185616,4	13824,0	8553,8	32381,8
ΟΚΤ	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΝΟΕ	417862,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΔΕΚ	794200,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>4124165,1</b>	<b>1688430,8</b>	<b>112435,2</b>	<b>69571,1</b>	<b>302993,4</b>



**Εικόνα 4.28:** Διάγραμμα συνολικών θερμικών και ψυκτικών αναγκών κτιρίου αναφοράς



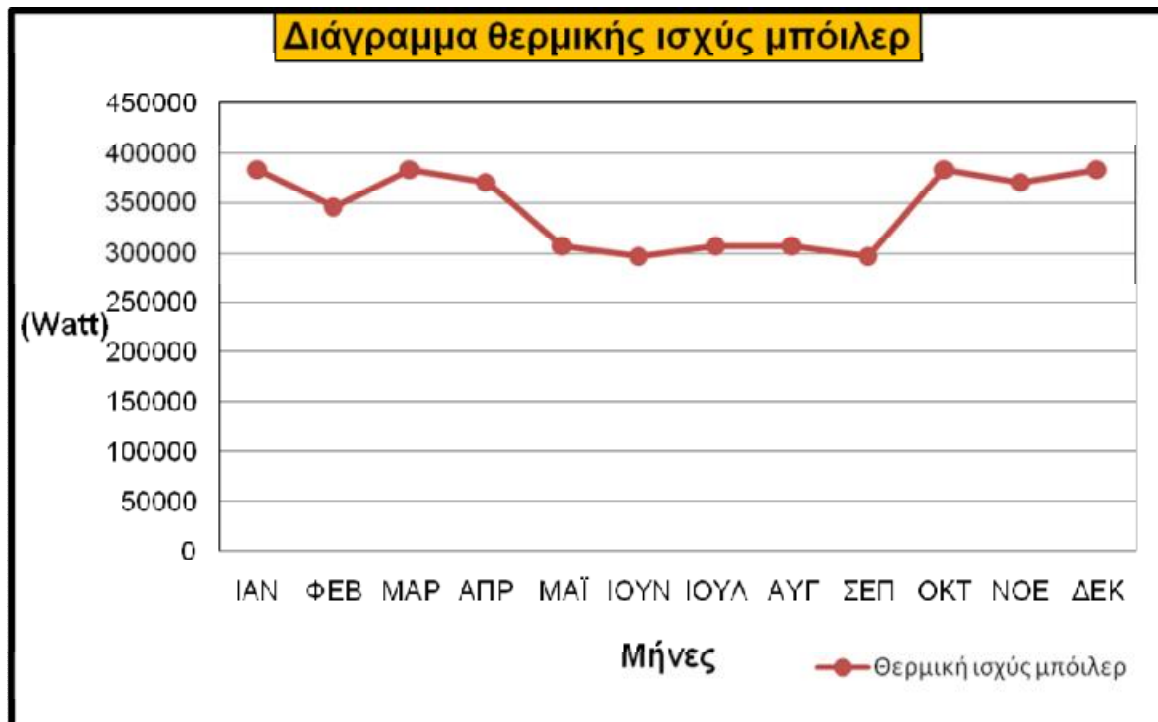


Εικόνα 4.29: Διάγραμμα συνολικών θερμικών κερδών κτιρίου αναφοράς

# ΑΝΑΓΚΕΣ ΖΝΧ ΚΤΙΡΙΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ

Πίνακας 4.76: Υπολογισμός ζεστού νερού χρήσης κτιρίου αναφοράς

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ (Ζ.Ν.Χ.)								
Μήνες	Ημέρες	m (Kg)	c (kcal/kg oC)	Δt (oC)	Χρόνος (h)	Q (kcal/h)	Q (W)	Q - 15%(W)
ΙΑΝ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5	383063,1
ΦΕΒ	28	250,0	1,0	50,0	1,0	350000,0	407050,0	345992,5
ΜΑΡ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5	383063,1
ΑΠΡ	30	250,0	1,0	50,0	1,0	375000,0	436125,0	370706,3
ΜΑΪ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0	306450,5
ΙΟΥΝ	30	250,0	1,0	40,0	1,0	300000,0	348900,0	296565,0
ΙΟΥΛ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0	306450,5
ΑΥΓ	31	250,0	1,0	40,0	1,0	310000,0	360530,0	306450,5
ΣΕΠ	30	250,0	1,0	40,0	1,0	300000,0	348900,0	296565,0
ΟΚΤ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5	383063,1
ΝΟΕ	30	250,0	1,0	50,0	1,0	375000,0	436125,0	370706,3
ΔΕΚ	31	250,0	1,0	50,0	1,0	387500,0	450662,5	383063,1
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>						<b>4180000,0</b>	<b>4861340,0</b>	<b>4132139,0</b>



Εικόνα 4.30: Διάγραμμα θερμικής ισχύς μπόιλερ κτιρίου αναφοράς



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5°

## 5 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΕΤΑΖΟΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ <sup>[29-32]</sup>

### 5.1 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

#### 5.1.1 Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης

Όπως έχουμε αναφερθεί πιο πάνω η εξωτερική τοιχοποιία είναι αμόνωτη δικέλυφη δρομική σπτοπλινθοδομή επιχρισμένη και από τις δύο όψεις. Θα τοποθετηθεί θερμομόνωση (διογκωμένη πολυουρεθάνη) πάχους 5 εκατοστών. Παρακάτω θα απεικονιστούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας πριν και μετά την προσθήκη του θερμομονωτικού υλικού Πίν. 5.1, 5.2.

Πίνακας 5.1: Εξωτερικός τοίχος χωρίς θερμομόνωση

A/A	ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ d (m)	ΘΕΡΜ. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΟΥ $\lambda$ (W/m °K )	ΘΕΡΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ $R$ (m <sup>2</sup> °K/W ) = d/ $\lambda$	Σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα	0,025	1,39	0,018	
2	Τούβλο (συμπαγή)	0,1	0,7	0,143	
3	Τούβλο (συμπαγή)	0,1	0,7	0,143	
4	Επίχρισμα	0,025	1,39	0,018	
Συνολικό πάχος τοίχου :		0,25			
Ροή θερμότητας		R si (m <sup>2</sup> °K/W)	R se (m <sup>2</sup> °K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> °K)	
Οριζόντια		0,1	0,04	2,2	
Σημείωση		<b>Δεν ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος για U ≤ 0,50</b>			

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \Rightarrow U_i = 2,2 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$
$$K = 1,89 \quad (\text{Kcal/m}^2\text{°C})$$

Πίνακας 5.2: Εξωτερικός τοίχος με θερμομόνωση

A/A	ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ d (m)	ΘΕΡΜ. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΟΥ λ (W/m °K )	ΘΕΡΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ R (m <sup>2</sup> °K/W ) = d/λ	Σχεδιαστική λεπτομέρεια
1	Επίχρισμα	0,025	1,39	0,018	
2	Τούβλο (συμπαγή)	0,1	0,7	0,143	
3	Τούβλο (συμπαγή)	0,1	0,7	0,143	
4	Επίχρισμα	0,025	1,39	0,018	
5	Θερμομονωτικό υλικό	0,05	0,025	2,000	
Συνολικό πάχος τοίχου :		0,3			
Ροή θερμότητας		R si (m <sup>2</sup> °K/W )	R se (m <sup>2</sup> °K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m <sup>2</sup> °K)	
Οριζόντια		0,13	0,04	<b>0,4</b>	
Σημείωση		<b>Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος για U ≤ 0,50</b>			

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \Rightarrow U_i = 0,4 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

$$K = 0,34 \quad (\text{Kcal/m}^2\text{°C})$$

Πίνακας 5.3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	3,3
ΦΕΒ	20,4	0,0	3,0
ΜΑΡ	20,2	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,8	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,8	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	2,7
ΑΥΓ	0,0	14,6	2,7
ΣΕΠ	0,0	5,2	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	10,5	0,0	3,2

ΔΕΚ	20,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.4:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	139,7	36,9
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>189,1</b>	<b>85,8</b>

**Πίνακας 5.5:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη θερμομόνωσης (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	16,4	0,0	3,3
ΦΕΒ	14,0	0,0	3,0
ΜΑΡ	13,9	0,0	3,3
ΑΠΡ	6,1	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,6	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	10,4	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	12,3	2,7
ΑΥΓ	0,0	12,7	2,7
ΣΕΠ	0,0	4,7	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	7,2	0,0	3,2
ΔΕΚ	13,7	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>71,3</b>	<b>43,6</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.6:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη θερμομόνωσης

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	107,2	28,3
Ηλεκτρισμός	43,6	43,2
<b>Σύνολο</b>	<b>150,8</b>	<b>71,4</b>

Με την προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης εξωτερική τοιχοποιία) θα έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας όπως φαίνεται παρακάτω:

Το κόστος επένδυσης εκτιμήθηκε 8300 € ( $35 \text{ €/m}^2 \times 237,08 \text{ m}^2$ ). Στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτιρίου η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι  $139,7 \text{ KWh/m}^2$ . Γνωρίζοντας ότι  $10 \text{ KWh}$  αντιστοιχούν σε  $1$  λίτρο πετρελαίου και τιμή  $0,88 \text{ €/lt}$  θα έχουμε:

$$\emptyset 13,97 \text{ lt/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 2082 \text{ lt} \Rightarrow 2082 \text{ lt} \times 0,88 \text{ €/lt} = \mathbf{1833 \text{ €}}$$

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ηλεκτρισμό είναι  $49,4 \text{ KWh/m}^2$  και εκτιμώντας πως το κόστος της  $\text{KWh}$  ανέρχεται σε  $0,12 \text{ €/KWh}$  θα έχουμε:

$$\emptyset 49,4 \text{ KWh/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 7364 \text{ KWh} \Rightarrow 7364 \text{ KWh} \times 0,12 \text{ €/KWh} = \mathbf{883 \text{ €}}$$

$$\emptyset \text{ Συνολικό κόστος: } 1833 \text{ €} + 883 \text{ €} = \mathbf{2716 \text{ €}}$$

Με την προσθήκη θερμομόνωσης η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι  $107,2 \text{ KWh/m}^2$  και για ηλεκτρισμό  $43,6 \text{ KWh/m}^2$ , οπότε θα έχουμε:

$$\emptyset 10,72 \text{ lt/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 1598 \text{ lt} \Rightarrow 1598 \text{ lt} \times 0,88 \text{ €/lt} = \mathbf{1406 \text{ €}}$$

$$\emptyset 43,6 \text{ KWh/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 6500 \text{ KWh} \Rightarrow 6500 \text{ KWh} \times 0,12 \text{ €/KWh} = \mathbf{780 \text{ €}}$$

$$\emptyset \text{ Συνολικό κόστος: } 1406 \text{ €} + 780 \text{ €} = \mathbf{2186 \text{ €}}$$

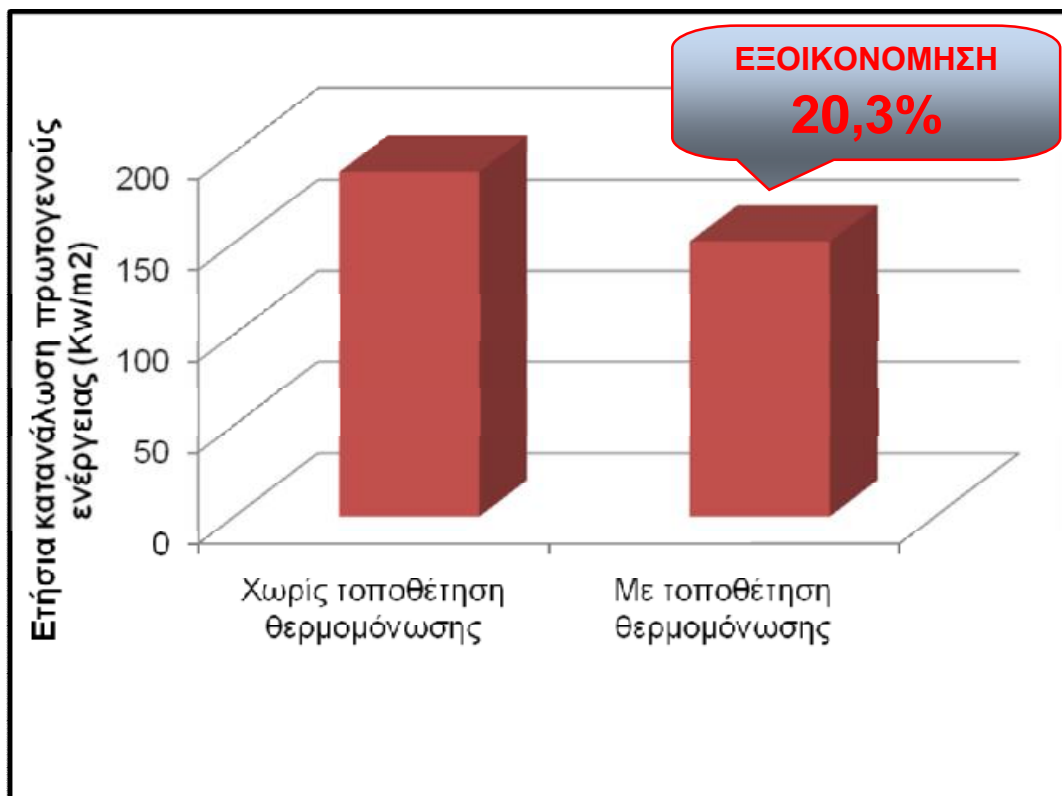
Η εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{€/KWh}$ ) θα είναι :

$$\emptyset 2716 \text{ €} - 2186 \text{ €} = \mathbf{530 \text{ €/KWh}}$$

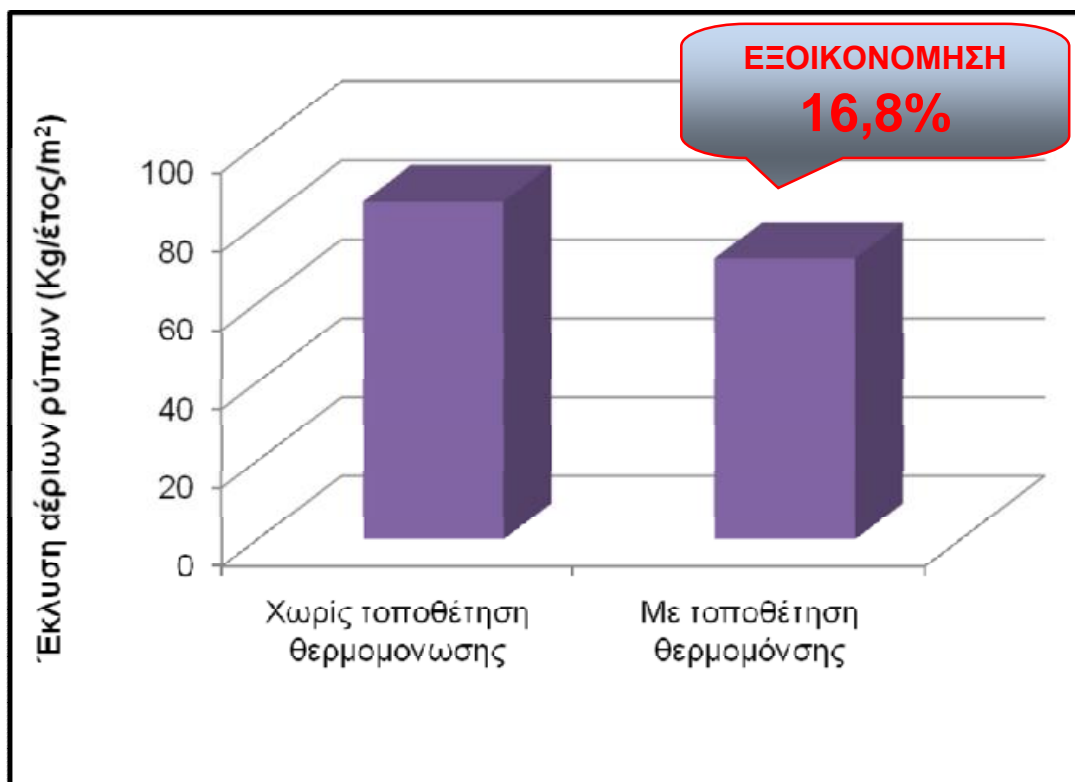
Είδος επέμβασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών $\text{CO}_2$ ( $\text{Kg/m}^2$ )	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		( $\text{KWh/m}^2$ )	(%)	( $\text{€/KWh}$ )		
Προσθήκη θερμομόνωσης	8300	150,8	20,3	530	14,4	15,6

Με την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού στην εξωτερική τοιχοποιία θα έχουμε 20,3% εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση αέριων ρύπων κατά  $14,4 \text{ Kg/m}^2$  ετησίως. Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικ. 5.1, 5.2) απεικονίζεται η κατανάλωση

πρωτογενούς ενέργειας και έκλυσης αέριων ρύπων πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης.



Εικόνα 5.1: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης



Εικόνα 5.2: Έκλυση αέριων ρύπων πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης

### 5.1.2 Τοποθέτηση θερμομόνωσης στη στέγη

Η στέγη μας αποτελείται από οριζόντιο σκυρόδεμα χωρίς μόνωση με κεραμίδι κλίσεως μικρότερη των 30 μοιρών. Θα τοποθετηθεί θερμομόνωση (διογκωμένη πολυουρεθάνη) πάχους 5 εκατοστών. Παρακάτω θα απεικονιστούν οι συντελεστές θερμοπερατότητας πριν και μετά την προσθήκη του θερμομονωτικού υλικού Πίν. 5.7, 5.8.

Πίνακας 5.7: Στέγη χωρίς θερμομόνωση

Α/Α	ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ d (m)	ΘΕΡΜ. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ ΥΛΙΚΟΥ λ (W/m K)	ΘΕΡΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ R (m <sup>2</sup> K/W ) = d/λ
1	κεραμίδια	0,02	0,7	0,029
2	Ασφαλτόπανο	0,01	0,19	0,053
3	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,15	1,15	0,130
4	Επίχρισμα (τσιμεντοκονία μα)	0,025	0,87	0,029
5	Θερμική αντίσταση χώρου Ru			0,060

Ροή θερμότητας	R si (m <sup>2</sup> K/W)	R se (m <sup>2</sup> K/W)	Συντελεστής Θερμοπερατότ ητας U (W/m <sup>2</sup> K)
Οριζόντια	0,13	0,04	2,1
Σημείωση	<b>Δεν ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος για U ≤ 0,45</b>		

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \Rightarrow U_i = 2,1 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

$$K = 1,80 \quad (\text{Kcal/m}^2\text{°C})$$



Πίνακας 5.8: Στέγη με θερμομόνωση

A/A	ΥΛΙΚΟ	ΠΑΧΟΣ ΥΛΙΚΟΥ d (m)	ΘΕΡΜ. ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤ Α ΥΛΙΚΟΥ λ (W/m K)	ΘΕΡΜ. ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΥΛΙΚΟΥ R (m <sup>2</sup> K/W ) = d/λ
1	κεραμίδια	0,02	0,7	0,029
2	Ασφαλτόπανο	0,01	0,19	0,053
3	Θερμομονωτικ ό υλικό	0,05	0,025	2,000
4	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	0,15	1,15	0,130
5	Επίχρισμα (τσιμεντοκονία μα)	0,025	0,87	0,029
6	Θερμική αντίσταση χώρου Ru			0,060
<b>Ροή θερμότητας</b>		<b>R si (m<sup>2</sup>K/W )</b>	<b>R se (m<sup>2</sup>K/W)</b>	<b>Συντελεστής Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>
Οριζόντια		0,13	0,04	<b>0,4</b>
Σημείωση		<b>Ικανοποιείται η απαίτηση του διατάγματος για U ≤ 0,45</b>		

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum \frac{d_i}{\lambda_i} + R_{se}} \quad (\text{W/m}^2\text{K}) \Rightarrow U_i = 0,4 \quad (\text{W/m}^2\text{K})$$

$$K = 0,34 \quad (\text{Kcal/m}^2\text{°C})$$

Πίνακας 5.9: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	3,3
ΦΕΒ	20,4	0,0	3,0
ΜΑΡ	20,2	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,8	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,8	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	2,7
ΑΥΓ	0,0	14,6	2,7
ΣΕΠ	0,0	5,2	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	10,5	0,0	3,2

ΔΕΚ	20,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.10:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	139,7	36,9
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>189,1</b>	<b>85,8</b>

**Πίνακας 5.11:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη θερμομόνωσης στη στέγη (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	20,3	0,0	3,3
ΦΕΒ	17,3	0,0	3,0
ΜΑΡ	17,1	0,0	3,3
ΑΠΡ	7,5	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,7	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	10,8	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	12,9	2,7
ΑΥΓ	0,0	13,3	2,7
ΣΕΠ	0,0	4,8	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	8,9	0,0	3,2
ΔΕΚ	17,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>88,1</b>	<b>45,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.12:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη θερμομόνωσης στη στέγη

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	124,0	32,7
Ηλεκτρισμός	45,4	44,9
<b>Σύνολο</b>	<b>169,4</b>	<b>77,6</b>

Με την προσθήκη θερμομόνωσης στη στέγη θα έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας όπως φαίνεται παρακάτω:

Το κόστος επένδυσης εκτιμήθηκε 5200 € ( $35 \text{ €/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2$ ). Στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτιρίου η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο και ηλεκτρισμό είναι η ίδια όπως δήχθηκε παραπάνω (παράδειγμα τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης).

∅ Συνολικό κόστος => **2716**

Με την προσθήκη θερμομόνωσης η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι  $124 \text{ KWh/m}^2$  και για ηλεκτρισμό  $45,4 \text{ KWh/m}^2$ , οπότε θα έχουμε:

∅  $12,4 \text{ lt/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 1848 \text{ lt} \Rightarrow 1848 \text{ lt} \times 0,88 \text{ €/lt} = \mathbf{1626 \text{ €}}$

∅  $45,4 \text{ KWh/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 6768 \text{ KWh} \Rightarrow 6768 \text{ KWh} \times 0,12 \text{ €/KWh} = \mathbf{812 \text{ €}}$

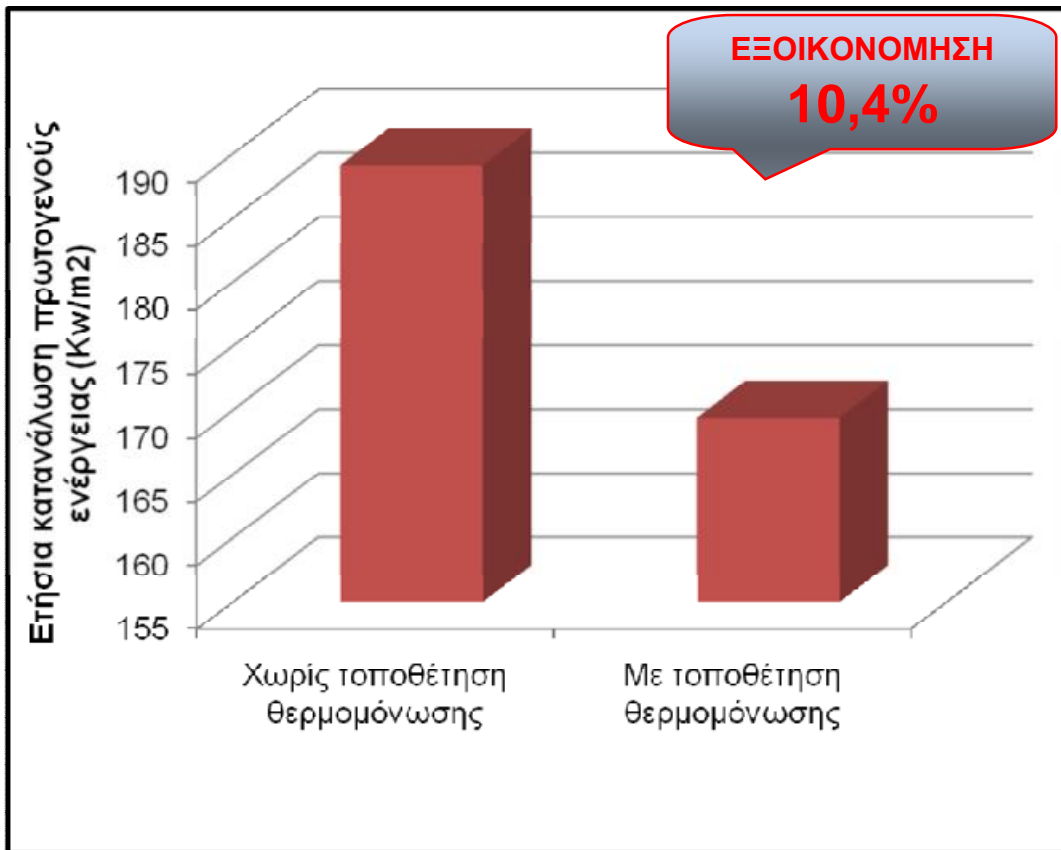
∅ Συνολικό κόστος:  $1626 \text{ €} + 812 \text{ €} = \mathbf{2438 \text{ €}}$

Η εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (€/KWh) θα είναι :

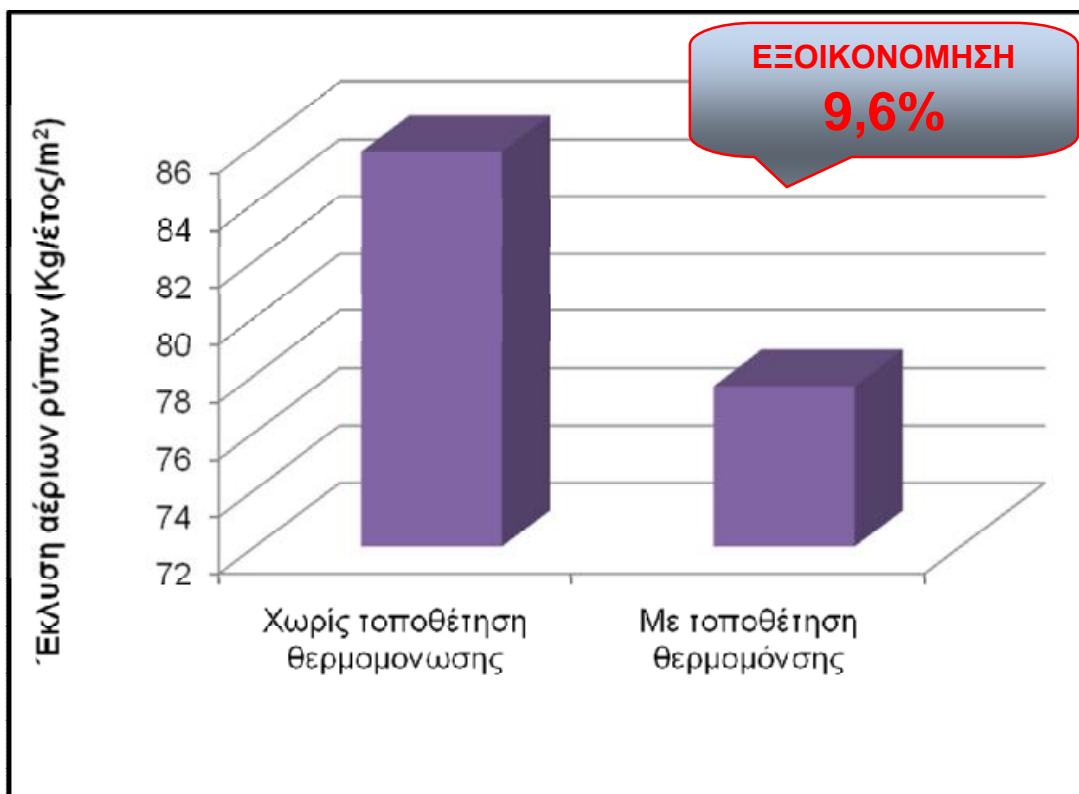
∅  $2716 \text{ €} - 2438 \text{ €} = \mathbf{278 \text{ €/KWh}}$

Είδος επέμβασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(KWh /m <sup>2</sup> )	(%)	(€/KWh)		
Προσθήκη θερμομόνωσης	5200	169,4	10,4	278	8,2	18,7

Με την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού στην στέγη θα έχουμε 10,4 % εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση αέριων ρύπων κατά  $8,2 \text{ Kg/m}^2$  ετησίως. Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικ. 5.3, 5.4) απεικονίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυσης αέριων ρύπων πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης.



Εικόνα 5.3: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης στην στέγη



Εικόνα 5.4: Έκλυση αέριων ρύπων πριν και μετά την προσθήκη θερμομόνωσης στην στέγη

### 5.1.3 Αντικατάσταση κουφωμάτων και προσθήκη εσωτερικών σκιάστρων (βενετικά στόρια)

Τα κουφώματα του κτιρίου εφαρμογής αποτελούνται από ξύλινο πλαίσιο με μονό υαλοπίνακα με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U = 5 \text{ (W/m}^2 \text{ }^\circ\text{K)}$  ή  $K=4,3 \text{ (kcal/hm}^2\text{ }^\circ\text{C)}$ . Θα τοποθετηθούν κουφώματα ξύλινου πλαισίου διπλού υαλοπίνακα με διάκενο με αργό, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U=2,58 \text{ (W/m}^2\text{ }^\circ\text{K)}$  ή  $K = 2,2 \text{ (kcal/hm}^2 \text{ }^\circ\text{C)}$ . Επίσης για την επέμβαση εσωτερικών σκιάστρων λαμβάνεται ποσοστό μείωσης 35 % και επιπλέον 20 % από διπλούς υαλοπίνακες, από τον Πίν. 4.11.

**Πίνακας 5.13:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	3,3
ΦΕΒ	20,4	0,0	3,0
ΜΑΡ	20,2	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,8	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,8	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	2,7
ΑΥΓ	0,0	14,6	2,7
ΣΕΠ	0,0	5,2	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	10,5	0,0	3,2
ΔΕΚ	20,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.14:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	139,7	36,9
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>189,1</b>	<b>85,8</b>

**Πίνακας 5.15:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη κουφωμάτων και εσωτερικών σκιάστρων (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Ζ.Ν.Χ. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	21,7	0,0	3,3
ΦΕΒ	18,5	0,0	3,0
ΜΑΡ	18,3	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,0	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	2,7	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	9,2	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	11,4	2,7
ΑΥΓ	0,0	11,8	2,7
ΣΕΠ	0,0	4,0	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	9,6	0,0	3,2
ΔΕΚ	18,2	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>94,3</b>	<b>39,1</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.16:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου με προσθήκη κουφωμάτων και εσωτερικών σκιάστρων

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	130,2	34,4
Ηλεκτρισμός	39,1	38,6
<b>Σύνολο</b>	<b>169,2</b>	<b>73,0</b>

Με την αντικατάσταση των κουφωμάτων και εσωτερικών σκιάστρων θα έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας όπως φαίνεται παρακάτω:

Το κόστος επένδυσης εκτιμήθηκε 16000 €. Στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτιρίου η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο και ηλεκτρισμό είναι η ίδια όπως δόθηκε παραπάνω (παράδειγμα τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης)

∅ Συνολικό κόστος => **2716 €**

Με την αντικατάσταση των κουφωμάτων η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι 130,2 KWh/m<sup>2</sup> και για ηλεκτρισμό 39,1 KWh/m<sup>2</sup>, οπότε θα έχουμε:

∅  $13,02 \text{ lt/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 1941 \text{ lt} \Rightarrow 1941 \text{ lt} \times 0,88 \text{ €/lt} = \mathbf{1708 \text{ €}}$

$$\emptyset 39,1 \text{ KWh/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 5829 \text{ KWh} \Rightarrow 5829 \text{ KWh} \times 0,12 \text{ €/KWh} = 700 \text{ €}$$

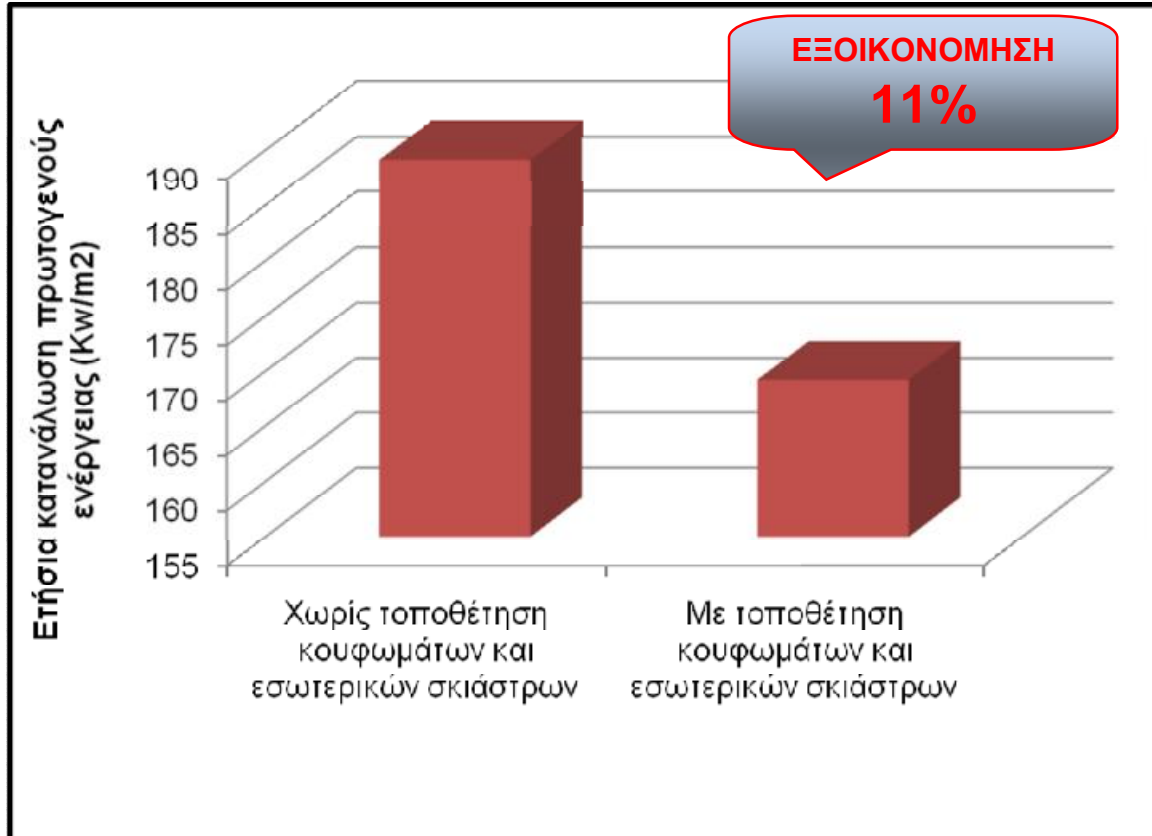
$$\emptyset \text{ Συνολικό κόστος: } 1708 \text{ €} + 700 \text{ €} = 2408 \text{ €}$$

Η εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (€/KWh) θα είναι :

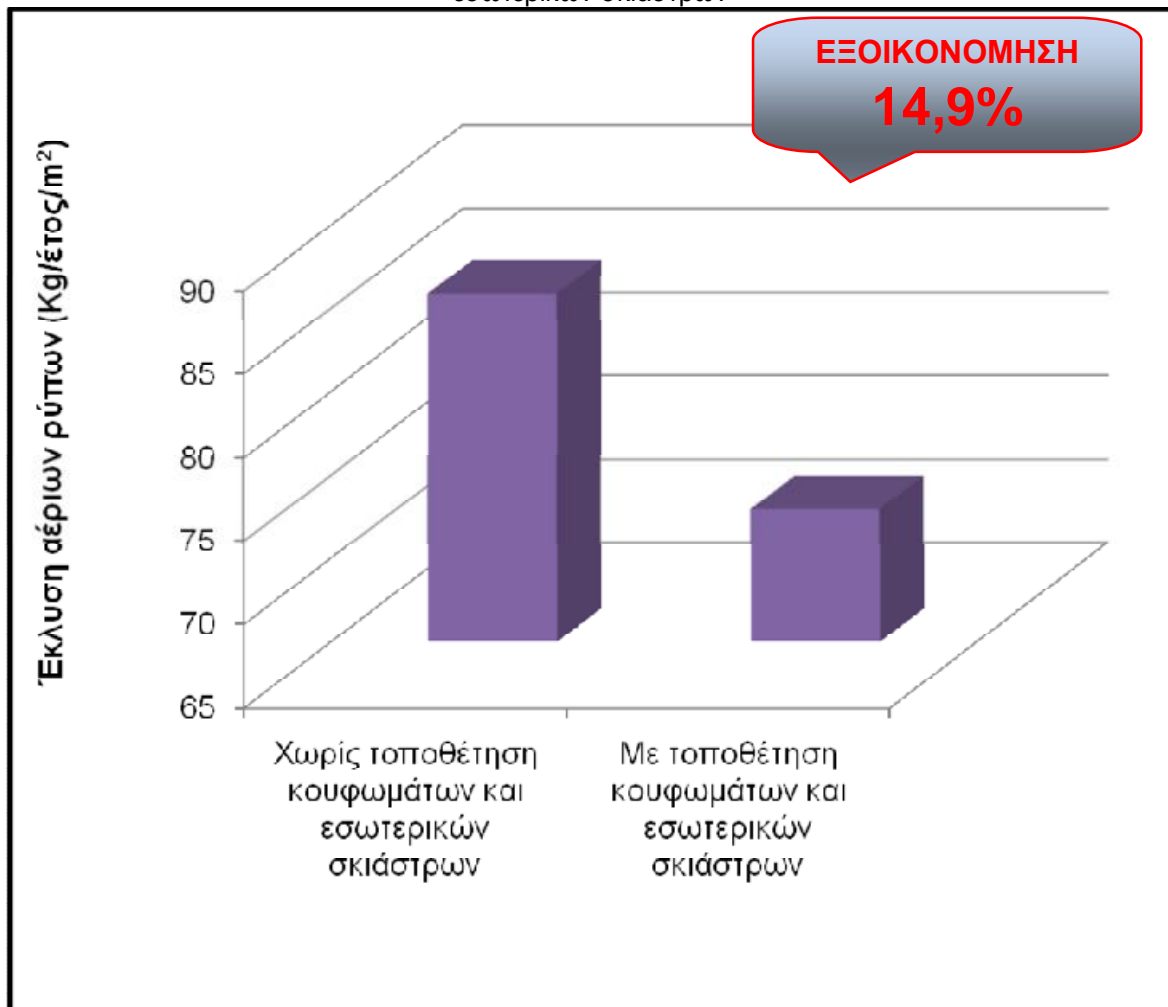
$$\emptyset 2716 \text{ €} - 2408 \text{ €} = 308 \text{ €/KWh}$$

Είδος επέμβασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(KWh /m <sup>2</sup> )	(%)	(€/KWh)		
Αντικατάσταση κουφωμάτων	16000	169,2	11	308	12,8	51,9

Με την αντικατάσταση των κουφωμάτων και τοποθέτηση εσωτερικών σκιάστρων θα έχουμε 11 % εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση αέριων ρύπων κατά 12,8 Kg/m<sup>2</sup> ετησίως. Στις εικόνες που ακολουθούν (Εικ. 5.5, 5.6) απεικονίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυσης αέριων ρύπων πριν και μετά την αντικατάσταση των κουφωμάτων και προσθήκη εσωτερικών σκιάστρων.



**Εικόνα 5.5:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την τοποθέτηση κουφωμάτων και εσωτερικών σκιάστρων



**Εικόνα 5.6:** Έκλυση αέριων ρύπων πριν και μετά την τοποθέτηση κουφωμάτων και εσωτερικών σκιάστρων

## 5.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

### 5.2.1 Αντικατάσταση του μπόιλερ με μπόιλερ τριπλής ενέργειας

Η χρήση του κτιρίου για ζεστό νερό γίνεται με μπόιλερ διπλής ενέργειας και με κύρια πηγή το πετρέλαιο με τη βοήθεια του λέβητα. Προτείνεται αντικατάσταση αυτού με μπόιλερ τριπλής ενέργειας με κύρια πηγή τον ήλιο με την βοήθεια ηλιακών



συλλεκτών κάλυψης φορτίου 70 % σε σχέση με του προηγούμενου συστήματος με 100 % χρήση πετρελαίου.

**Πίνακας 5.17:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	3,3
ΦΕΒ	20,4	0,0	3,0
ΜΑΡ	20,2	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,8	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,8	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	2,7
ΑΥΓ	0,0	14,6	2,7
ΣΕΠ	0,0	5,2	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	10,5	0,0	3,2
ΔΕΚ	20,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 5.18:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	139,7	36,9
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>189,1</b>	<b>85,8</b>

**Πίνακας 5.19:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου με αντικατάσταση μπόιλερ τριπλής ενέργειας (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	1,0
ΦΕΒ	20,4	0,0	0,9
ΜΑΡ	20,2	0,0	1,0
ΑΠΡ	8,8	0,0	1,0
ΜΑΪ	0,0	3,8	0,8
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	0,8
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	0,8
ΑΥΓ	0,0	14,6	0,8
ΣΕΠ	0,0	5,2	0,8
ΟΚΤ	0,0	0,0	1,0
ΝΟΕ	10,5	0,0	1,0

ΔΕΚ	20,0	0,0	1,0
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>10,8</b>

**Πίνακας 5.20:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου με αντικατάσταση μπόιλερ τριπλής ενέργειας

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	114,6	30,3
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>164,0</b>	<b>79,1</b>

Με την αντικατάσταση του μπόιλερ θα έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας όπως φαίνεται παρακάτω:

Το κόστος επένδυσης εκτιμήθηκε 2000 €. Στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτιρίου η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο και ηλεκτρισμό είναι η ίδια όπως δήχθηκε παραπάνω (παράδειγμα τοποθέτησης εξωτερικής θερμομόνωσης).

∅ Συνολικό κόστος: 1833 € + 883 € = **2716 €**

Με την αντικατάσταση του μπόιλερ η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι 114,6 KWh/m<sup>2</sup> και για ηλεκτρισμό 49,4 KWh/m<sup>2</sup>, οπότε θα έχουμε:

∅  $11,46 \text{ lt/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 1708 \text{ lt} \Rightarrow 1708 \text{ lt} \times 0,88 \text{ €/lt} = \mathbf{1503 \text{ €}}$

∅  $49,4 \text{ KWh/m}^2 \times 149,08 \text{ m}^2 = 7364 \text{ KWh} \Rightarrow 7364 \text{ KWh} \times 0,12 \text{ €/KWh} = \mathbf{883 \text{ €}}$

∅ Συνολικό κόστος: 1503 € + 883 € = **2386 €**

Η εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (€/KWh) θα είναι :

∅  $2716 \text{ €} - 2386 \text{ €} = \mathbf{330 \text{ €/KWh}}$

Είδος επέμβασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης (€)	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής (έτη)
		(KWh /m <sup>2</sup> )	(%)	(€/KWh)		
Αντικατάσταση κουφωμάτων	2000	164	13,3	330	6,7	6

Με την αντικατάσταση του μπόιλερ τριπλής ενέργειας θα έχουμε 13,3 % εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση αέριων ρύπων κατά 6,7 Kg/m<sup>2</sup> ετησίως. Στις

εικόνες που ακολουθούν (Εικ. 5.7, 5.8) απεικονίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυσης αέριων ρύπων πριν και μετά την αντικατάσταση του μπόιλερ.



Εικόνα 5.7: Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας πριν και μετά την αντικατάσταση μπόιλερ



Εικόνα 5.8: Έκλυση αέριων ρύπων πριν και μετά την αντικατάσταση μπόιλερ

## 5.2.2 Επεμβάσεις στο λέβητα

### 1<sup>ο</sup> Σενάριο: Βελτίωση θερμικής απόδοσης του λέβητα

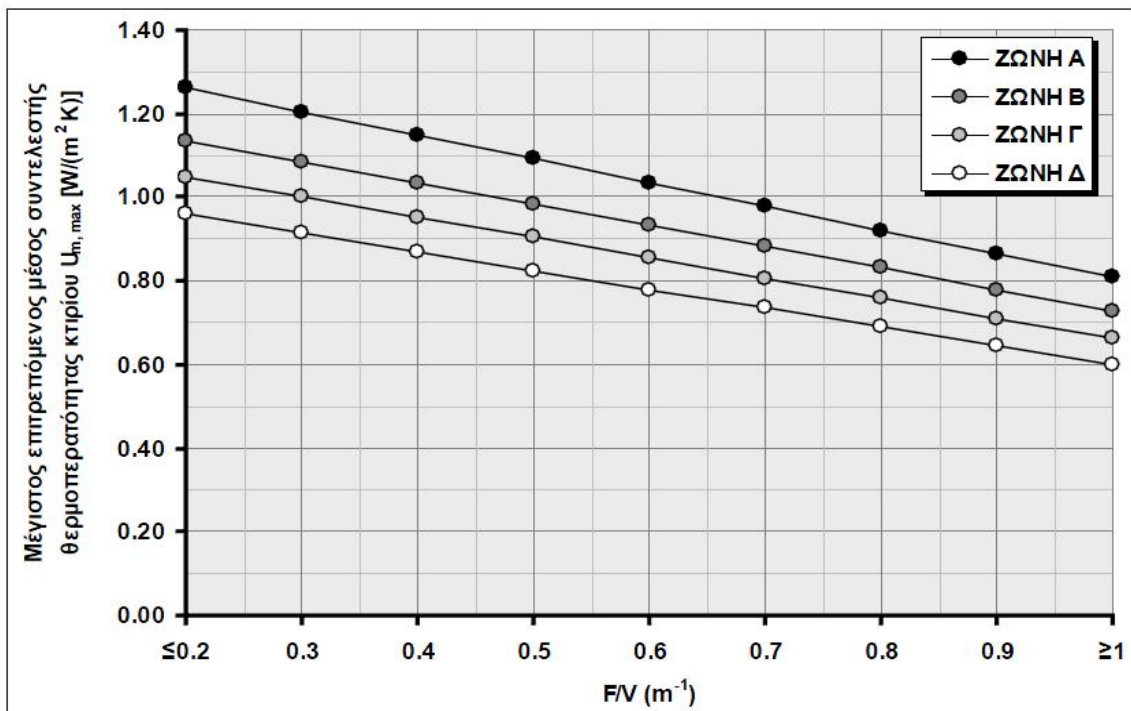
Η ισχύς του λέβητα – καυστήρα, είναι 40.000Kcal/h ή 46,5KW. Η θερμική απόδοση του λέβητα – καυστήρα θεωρήθηκε σε  $\eta_{gm} = 80 \%$ . Για τον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης (χρειάζεται για τον καθορισμό του συντελεστή  $\eta_{g1}$ ) εφαρμόζουμε τη σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

$$P_{gen} = A \times U_m \times \Delta T \times 1,8$$

όπου,

- $P_{gen}$  (W), είναι ή υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτιρίου.
- $A$  (m<sup>2</sup>), είναι η συνολική πραγματική επιφάνεια του κτιριακού κελύφους που είναι εκτεθειμένη στον εξωτερικό αέρα. Για το υπό μελέτη κτίριο **A= 427 (m<sup>2</sup>)**
- $U_m$  (W/m<sup>2</sup>°K), είναι ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A, για την περιοχή της Πάτρας είναι **1,07 (W/m<sup>2</sup>°K)** Εικ. 5.9.
- $\Delta T$  (°C), η διαφορά θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, για την Πάτρα **21 °C**, (B κλιματική Ζώνη) και
- 1,8 συνολικός συντελεστής προσαύξησης που περιλαμβάνει τα φορτία λόγω αερισμού και τους συντελεστές προσαύξησης λόγω διακοπόμενης

λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής, επιτάχυνση της απόδοσης του συστήματος κτλ.



**Εικόνα 5.9:** Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) κατά κλιματική ζώνη

$$P_{gen} = 427 \times 1,07 \times 21 \times 1,8 = 17,27 \text{ (KW)}$$

Η θερμική ισχύς του λέβητα  $P_{gen}$  έπρεπε να είναι 17,27 (KW).

Συνεπώς η πραγματική εγκατεστημένη ισχύς του λέβητα είναι υπερδιπλάσια της μέγιστης υπολογιζόμενης  $P_{gen}$ . Για το λόγο αυτό λαμβάνουμε συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης  $\eta_{g1} = 0,75$  Πίν. 5.21. Αντίστοιχα ο συντελεστής  $\eta_{g2}$  (κατάσταση λέβητα), λαμβάνετε  $\eta_{g2} = 0,936$  Πίν. 5.22, δεδομένου πως ο λέβητας δεν διαθέτει μόνωση.

**Πίνακας 5.21:** Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης  $\eta_{g1}$  μονάδας λέβητα – καυστήρα

Σχέση πραγματικής προς υπολογισόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης ( $P_m/P_{gen}$ )	Συντελεστής βαρύτητας $\eta_{g1}$
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	<b>0,75</b>
Λέβητας με 50 % μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,85
Λέβητας με 25 % μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,95
Λέβητας με ίση ή μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

**Πίνακας 5.22:** Συντελεστής μόνωσης  $\eta_{g2}$  μονάδας λέβητα – καυστήρα

Όνομαστική ισχύς (KW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση	1,0				
Λέβητας χωρίς μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,95

Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παραγωγής θέρμανσης υπολογίζεται:

$$n_{ge} = n_{gm} \times n_{g1} \times n_{g2} = 0,80 \times 0,75 \times 0,936 = 0,56 \text{ (56 \%)}$$

Θεωρούμε πως βελτιώνουμε τη θερμική απόδοση του λέβητα στο 85 % και τοποθέτηση μόνωσης στα πλευρικά τοιχώματα αυτού, με καλύτερη ρύθμιση και καθαρισμό του καυστήρα και με βελτίωση – καθαρισμό της καπνοδόχου.

Έτσι ο βαθμός απόδοσης της μονάδας παραγωγής θέρμανσης, από 56 % γίνεται:

$$n_{ge} = n_{gm} \times n_{g1} \times n_{g2} = 0,85 \times 0,75 \times 1 = 0,64 \text{ (64 \%)}$$

Από την επέμβαση αυτή το εκτιμώμενο κέρδος είναι: **64% - 56% = 8%**

## 2° Σενάριο : Αντικατάσταση παλαιού λέβητα

Η θερμική απόδοση του νέου λέβητα – καυστήρα είναι  $n_{gm} = 90\%$ . Για τον υπολογισμό του συνολικού βαθμού απόδοσης ( $n_{ge}$ ), λαμβάνουμε συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης Πίν. 5.21  $n_{g1} = 0,95$  (λέβητας με 25% μεγαλύτερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη), συντελεστή μόνωσης Πίν. 5.22  $n_{g2} = 1,0$  (λέβητας με μόνωση).

Έτσι ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος παραγωγής θέρμανσης υπολογίζεται:

$$n_{ge} = n_{gm} \times n_{g1} \times n_{g2} = 0,90 \times 0,95 \times 1,0 = 0,85 \text{ (85 \%)}$$

Από την επέμβαση αυτή το εκτιμώμενο κέρδος σε σχέση με τον παλιό λέβητα είναι: **85% - 56% = 29%**

Κόστος επένδυσης 2500 €. Όπως υπολογιστικά παραπάνω (τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης) η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για πετρέλαιο είναι 1833 €. Άρα, με εξοικονόμηση 29% θα έχουμε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας 531 €.

Οπότε θα έχουμε απόσβεση σε  $(2500 \text{ €} / 531 \text{ €}) = 4,7 \text{ έτη}$ .

### 5.2.3 Μόνωση δικτύου διανομής

Το δίκτυο διανομής διέρχεται μέσα από τους εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου. Η θερμομόνωση των κατακόρυφων σωλήνων είναι 6mm. Από τον Πίν. 5.23 σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.11), για ισχύ λέβητα 46,5 (KW) και υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος, λαμβάνουμε ποσοστό θερμικών απωλειών δικτύου διανομής 11 % ή απόδοση 0,89 (100% - 11%).

**Πίνακας 5.23:** Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς τη συνολική θερμική/ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο

Ισχύς συστήματος	Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή / και 20 % σε εξωτερικούς χώρους				Διέλευση > 20 % σε εξωτερικούς χώρους	
	Μόνωση κτιρίου αναφοράς	Μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.	Ανεπαρκής μόνωση	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτιρίου αναφοράς	Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.
(KW)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Θέρμανση με υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 – 70 °C)						
20-100	<b>5,5</b>	4,5	<b>11,0</b>	14,0	8,0	6,5
100-200	4,0	3,0	8,5	12,0	7,2	5,7
200-300	3,0	2,5	6,5	10,5	6,0	4,2
300-400	2,5	2,0	5,0	9,2	3,8	2,7
>400	2,0	1,5	4,0	7,0	3,0	2,0

Προτείνεται μόνωση του δικτύου διανομής (κεντρικές στήλες) σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (κτίριο αναφοράς) και ρίχνουμε τις απώλειες δικτύου από 11 % σε 5,5 %, άρα ο βαθμός απόδοσης δικτύου = 94,5 % (100 % – 5,5 %).

Από την επέμβαση αυτή θα έχουμε εξοικονόμηση: **11% - 5,5% = 5,5%**

### 5.2.4 Αντικατάσταση κλιματιστικών συσκευών

Στο κτίριο εφαρμογής υπάρχουν δύο αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, με ψυκτική ισχύ 12000 (Btu/h) έκαστος. Δεν υπάρχουν βοηθητικά συστήματα επίσης κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης, οπότε δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής.

Δεδομένου πως δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιών θερμότητας λαμβάνεται EER = 2,0, όπως καθορίζεται στην παρ. 4.2.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Σύμφωνα με την παρ. 4.2.2.1 έχουμε:

Για τοπικές αερόψυκτες μονάδες αντλιών θερμότητας (δαιρούμενου ή ενιαίου τύπου), για τις οποίες δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία, ο δείκτης αποδοτικότητας EER θα λαμβάνεται:

- 1,5 για συστήματα 20-ετίας και
- **2,0 για συστήματα 10-ετίας**

Προτείνεται η αντικατάσταση των παλιών κλιματιστικών συσκευών των δύο δωματίων με νέες βαθμού απόδοσης **EER = 3,0** δηλαδή όσο και του κτιρίου αναφοράς, Πίν. 5.24.

**Πίνακας 5.24:** Κατηγορία ενεργειακής απόδοσης κλιματιστικών μονάδων

Ενεργειακή κλάση	A	B	C	D	E	F	G
Απόδοση EER	>3.2	3.0-3.2	2.8-3.0	2.6-2.8	2.4-2.6	2.2-2.4	<2.2

Από την επένδυση αυτή θα έχουμε εξοικονόμηση:  $100 - [(2/3) \times 100] = \mathbf{33,3\%}$

Κόστος επένδυσης  $400 \text{ €} \times 2 = 800 \text{ €}$ . Όπως υπολογιστικέ παραπάνω (τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης) η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ηλεκτρισμό είναι  $883 \text{ €}$ . Άρα, με εξοικονόμηση 33% θα έχουμε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας  $275 \text{ €}$ .

Οπότε θα έχουμε απόσβεση σε  $(800\text{€} / 275\text{€}) = \mathbf{2,9 \text{ \acute{e}t\eta}}$ .



## 5.3 ΕΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

### 5.3.1 Γενικά

Ο καθορισμός της κατηγορίας της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και της έκδοσης «Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης κτιρίου – Π.Ε.Α.» σύμφωνα με το **άρθρο 13 του Κ.Εν.Α.Κ.** γίνεται, μετατρέποντας την συνολική κατανάλωση του εξεταζόμενου κτιρίου ( $KWh/m^2 \cdot \text{έτος}$ ) σε πρωτογενή ενέργεια προς τη συνολική κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς ( $KWh/m^2 \cdot \text{έτος}$ ) σε πρωτογενή ενέργεια.

Συγκεκριμένα, ο δείκτης  $R_R$  είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς. Ο λόγος  $T$  είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου ( $EP$ ) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ( $R_R$ ) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Οι κατηγορίες για την ενεργειακή ταξινόμηση των κτιρίων δίνονται στον Πίν. 4.35. Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αέριων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.ΕΝ.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) παρουσιάζονται στον Πίν. 4.36.

Πίνακας 4.35: Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτιρίων

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
<b>B</b>	<b><math>0,75R_R &lt; EP \leq 1,00R_R</math></b>	<b><math>0,75 &lt; T \leq 1,00</math></b>
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
Ε	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Ζ	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
Η	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

**Πίνακας 4.36:** Συντελεστής μετατροπής τελικής κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αέριων ρύπων.

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλυόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (KgCO <sub>2</sub> /KWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	-
Τηλεθέρμανση	0,70	0,347

### 5.3.2 Κατανάλωση ενέργειας χρήσης κατοικιών

Παρακάτω θα απεικονίσουμε την κατανάλωση ενέργειας, την έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο για το εξεταζόμενο κτίριο καθώς και την σύγκριση κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου με το κτίριο αναφοράς.

**Πίνακας 4.37:** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	21,73	0,00	3,02
ΦΕΒ	18,54	0,00	2,73
ΜΑΡ	18,36	0,00	3,02
ΑΠΡ	8,03	0,00	2,93
ΜΑΪ	0,00	1,32	2,42
ΙΟΥΝ	0,00	4,03	2,34
ΙΟΥΛ	0,00	4,88	2,42
ΑΥΓ	0,00	5,03	2,42
ΣΕΠ	0,00	1,79	2,34
ΟΚΤ	0,00	0,00	3,02
ΝΟΕ	9,57	0,00	2,93
ΔΕΚ	18,18	0,00	3,02
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>94,41</b>	<b>17,04</b>	<b>32,61</b>

**Πίνακας 4.38:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση εξεταζόμενου κτιρίου (KWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	Θέρμανση (KWh/m <sup>2</sup> )	Ψύξη (KWh/m <sup>2</sup> )	Z.N.X. (KWh/m <sup>2</sup> )
ΙΑΝ	23,9	0,0	3,3
ΦΕΒ	20,4	0,0	3,0
ΜΑΡ	20,2	0,0	3,3
ΑΠΡ	8,8	0,0	3,2
ΜΑΪ	0,0	3,8	2,7
ΙΟΥΝ	0,0	11,7	2,6
ΙΟΥΛ	0,0	14,1	2,7
ΑΥΓ	0,0	14,6	2,7
ΣΕΠ	0,0	5,2	2,6
ΟΚΤ	0,0	0,0	3,3
ΝΟΕ	10,5	0,0	3,2
ΔΕΚ	20,0	0,0	3,3
<b>Σύνολο έτους</b>	<b>103,9</b>	<b>49,4</b>	<b>35,9</b>

**Πίνακας 4.39:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αέριων ρύπων ανά καύσιμο εξεταζόμενου κτιρίου

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αέριων ρύπων (Kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Πετρέλαιο	139,7	36,9
Ηλεκτρισμός	49,4	48,9
<b>Σύνολο</b>	<b>189,1</b>	<b>85,8</b>

**Πίνακας 4.40:** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (KWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (KWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτίριο αναφοράς (R <sub>R</sub> )	Εξεταζόμενο κτίριο (E <sub>R</sub> )
Θέρμανση	30,4	103,9
Ψύξη	32,8	49,4
ZNX	30,5	35,9
<b>Σύνολο</b>	<b>93,8</b>	<b>189,1</b>

∅ Σύμφωνα με τον Πίν. 4.40 ο λόγος «T» για την κατάταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης είναι:


$$T = E_R / R_R \Rightarrow T = 189,1 / 93,8 = 2,02$$

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....

ΧΡΗΣΗ: **ΚΑΤΟΙΚΙΑ**  
 Κτίριο  Τμήμα κτιρίου   
 Αριθμός ιδιοκτησίας: .....  
 Κλιματική Ζώνη: **B**  
 Διεύθυνση: **ΡΙΟ** ..... Τ.Κ. ....  
 Πόλη: **ΠΑΤΡΑ**  
 Έτος κατασκευής: **1978**  
 Συνολική επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: **149,08**  
 Θερμαινόμενη επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: **149,08**  
 Ονομα ιδιοκτήτη: .....

(Φωτογραφία κτιρίου)

**ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	
$EP \leq 0,33 \cdot R_n$ <b>A+</b>	
$0,33 \cdot R_n < EP \leq 0,5 \cdot R_n$ <b>A</b>	
$0,5 \cdot R_n < EP \leq 0,75 \cdot R_n$ <b>B+</b>	
$0,75 \cdot R_n < EP \leq 1,0 \cdot R_n$ <b>B</b>	
$1,0 \cdot R_n < EP \leq 1,41 \cdot R_n$ <b>Γ</b>	
$1,41 \cdot R_n < EP \leq 1,82 \cdot R_n$ <b>Δ</b>	
$1,82 \cdot R_n < EP \leq 2,27 \cdot R_n$ <b>E</b>	
$2,27 \cdot R_n < EP \leq 2,73 \cdot R_n$ <b>Z</b>	
$2,73 \cdot R_n < EP$ <b>H</b>	
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>): **93,8**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>): **189,1**

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>): **85,8**

Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO <sub>2</sub>	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m <sup>2</sup> ): ..... Καύσιμα [kWh/m <sup>2</sup> ): .....	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ): .....	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ): .....	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....

**ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Σύνολο				

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

Θέρμανση: ... 103,9 ..... Ψύξη: ..... 49,4 .....

Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : ... 35,9 ..... Φωτισμός : ..... — .....

ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-) ..... — .....

**ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

- ..... Τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης .....
- ..... Αντικατάσταση κουφωμάτων και προσθήκη εσωτερικών σκιάστρων .....
- ..... Αντικατάσταση του μπόιλερ με μπόιλερ τριπλής ενέργειας .....

Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> * [kg/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	[%]	[€/kWh]		
1	8300	150,8	20,3	530	14,4	15,6
2	16000	169,2	11	308	12,8	51,9
3	2000	164	13,3	330	6,7	6

\* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: ..... 30/6/2011 .....

Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....

Α.Μ. Επιθεωρητή: .....

Σφραγίδα:

Υπογραφή:

# Κ Ε Φ Α Λ Α Ι Ο 6°

## 6 ΤΕΛΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

### 6.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με το πέρας της παρούσας πτυχιακής εργασίας έχει επιτευχθεί ο αντικειμενικός σκοπός αυτής όπου ήταν η ενεργειακή μελέτη και απόδοση του κτιρίου, καθώς επίσης και των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Πράγματι αναπτύχθηκε με εποπτικό τρόπο, όπως η εμβαδομέτρηση του κτιρίου σύμφωνα με τα αρχιτεκτονικά σχέδια, ο υπολογισμός των αναγκών για θέρμανση, ψύξη και Ζ.Ν.Χ., επίσης προτάθηκαν μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας.

Η τελειότητα δεν είναι ποτέ εφικτή, αλλά με ομαδικό πνεύμα και συνεργασία υπό την καθοδήγηση του επόπτη καθηγητού πραγματοποιήσαμε τους στόχους μας σε μεγάλο βαθμό.

Θα είναι μεγάλη η ικανοποίηση αν η εργασία αυτή αποτελέσει χρήσιμο βοήθημα στο μέλλον.

#### 6.1.1 Προσωπικό όφελος από την εργασία

Η διαδικασία εύρεσης – επεξεργασίας των πληροφοριών των θεμάτων που παρουσιάστηκαν στην εργασία, ήταν μία χρονοβόρος και επίπονη διαδικασία. Οι αλλαγές ήταν πολλές από την αρχική μορφή μέχρι την τελική μορφή που έλαβε η εργασία με σκοπό την καλύτερη προσέγγιση των αποτελεσμάτων.

Αυτό που απεκομίσθει από την όλη προσπάθεια είναι :

- μία αρκετά σοβαρή γνώση, στο κομμάτι του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
- η συνεχής ενασχόληση με τις τεχνικές λεπτομέρειες υπολογισμού θέρμανσης και ψύξης αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα που δίνει προοπτικές ενασχόλησης στο μέλλον
- η μεγάλη ευχαρίστηση της ολοκλήρωσης της εργασίας .

### 6.2 ΕΙΔΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ø Ένας από τους κυρίαρχους στόχους της ενεργειακής επιθεώρησης όπως ορίζεται από το νόμο του Κ.ΕΝ.Α.Κ. είναι ο υπολογισμός της κατανάλωσης ενέργειας τόσο πριν όσο και μετά τη λήψη μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.

Ø Εύκολα θα μπορούσε ο καθένας να καταλάβει ότι η Ελλάδα έχει υψηλή κατανάλωση ενέργειας μόνο εάν σκεφτεί κανείς ότι το 70 % του κτιριακού και τριτογενή τομέα σύμφωνα με το υπουργείο ανάπτυξης δεν διαθέτει θερμομόνωση.

Ø Η καταναλωτής θα πρέπει να αποκτήσουν ενεργειακή συνείδηση και να κάνουν ορθή χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας. Επιπλέον θεωρείται αυτονόητη η αντικατάσταση παλαιότερων συσκευών με ενεργειακά αποδοτικότερες.

Ø Όπως έχει αναφερθεί πιο πάνω το κτιριακό κέλυφος έχει διάρκεια ζωής 60 χρόνια ενώ οι Η/Μ εγκαταστάσεις 25 χρόνια. Έτσι η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης είναι μια αρκετά σημαντική επέμβαση με 20% εξοικονόμηση ενέργειας, όπως υπολογίστηκε παραπάνω.

Ø Άλλη μια σημαντική επέμβαση εξοικονόμησης ενέργειας είναι η τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, εφόσον το κόστος δεν είναι πολύ υψηλό με 13,3% εξοικονόμηση ενέργειας, όπως υπολογίστηκε παραπάνω.

Ø Ωστόσο, για να έχει τη δυνατότητα ο καταναλωτής να δραστηριοποιηθεί ενεργειακά και να ενσωματώσει μεθόδους και τεχνολογίες εξοικονόμησης ενέργειας, θα πρέπει να δοθούν σημαντικά κίνητρα, μέσω κρατικών επιδοτήσεων και φοροαπαλλαγών.

Ø Όσον αφορά το κτίριο που μελετήθηκε, αναμφίβολα το περιθώριο δράσεων για την ενεργειακή βελτιστοποίησή του είναι πολύ μεγάλο, ωστόσο θα πρέπει να συνεκτιμηθούν όλες οι παράμετροι. Οι παράμετροι αυτοί εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το κόστος της επένδυσης και από το ποσό που εξοικονομείται από συγκεκριμένη επένδυση.

Ø Η αναγκαιότητα της ενεργειακής επιθεώρησης των κτιρίων στη σημερινή εποχή είναι αδιαμφισβήτητη. Τα πρώτα βήματα για την καθιέρωση της έχουν ήδη γίνει.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Περδίδος Σ., Ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίων και βιομηχανιών, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ, Αθήνα, 2006.
2. Περδίδος Σ., Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, Τόμος Α, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ, Αθήνα 2007
3. Περδίδος Σ., Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, Τόμος Β, Εκδόσεις ΣΕΛΚΑ – 4Μ, Αθήνα 2007
4. Ασημακόπουλος Α., Κλιματισμός, Καθηγητού των πρότυπων σχολών της ΣΕΛΕΤΕ
5. Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Οδηγία 93/76/ΕΟΚ, Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, 13/9/1993
6. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2003/54/ΕΚ, Κανόνες για την εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας, 26/6/2003
7. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2003/55/ΕΚ, Κανόνες για την εσωτερική αγορά φυσικού αερίου, 26/6/2003
8. Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2004/8/ΕΚ, Προώθηση της συμπαραγωγής ενέργειας βάση της ζήτησης για χρησιμη θερμότητα στην εσωτερική αγορά ενέργειας, 11/2/2004
9. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), Ενεργειακή Επιθεώρηση, Νομικό Πλαίσιο
10. Θ., Γκούσου Ζ., Κεσίδου Σ., Αρβανίτου Δ., Περφίτση Φ., Μπίκας Δ., Περιοδικό Κτίριο Αρχιτεκτονική και Ενέργεια, Ειδικό τεύχος, Αύγουστος 2009
11. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Ενεργειακή Διαχείριση κτιρίων, Αθήνα, Δεκέμβριος 1999
12. Τσίππρας Κ., Άμεσα να εφαρμοστεί η οδηγία για την ενεργειακή πιστοποίηση κτιρίων, Building Green, σελ. 18 – 21, 13/12/2007
13. Χαράλαμπίδης Ν., Κίνητρα για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης στα κτίρια, Building Green, τεύχος 9 Οκτώβριος – Νοέμβριος – Δεκέμβριος, σελ. 76 - 81, 2008



14. Κολοκοτσά Δ., Μαριά Ε., Η εφαρμογή στην Ελλάδα της οδηγίας 2002/91/ΕΚ για τα κτίρια, Building Green, τεύχος 9 Οκτώβριος – Νοέμβριος – Δεκέμβριος, σελ. 82 - 86, 2008
15. Μπαλαράς Κ., Οδηγός για την εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών – Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, σελ. 1- 9, 2001
16. Σανταμούρης Μ., Ενεργειακή και κτίριο (ενεργειακή κατανάλωση και οι νέες τεχνικές για την μείωση της), <http://www.buildings.gr>
17. Γρηγορίου Τ., Εξοικονόμηση Ενέργειας σε συνθήκες κλιματικής αλλαγής – ο ρόλος του ΟΤΑ, Ημερίδα ΤΕΕ, Θεσσαλονίκη, σελ. 1 – 18, 27 Νοεμβρίου 2009
18. Κλειώ Α., Γενικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού – Ενεργειακός σχεδιασμός νέων και υφιστάμενων κτιρίων, Σεμινάριο ΤΕΕ , Θεσσαλονίκη, σελ. 1 – 33, Μάρτιος 2009
19. Μαυρουλέας Γ., Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης, [www.buildings.gr](http://www.buildings.gr)
20. Πρεφίτση Φ., Αντικατάσταση κουφωμάτων για μέγιστη ενεργειακή απόδοση, Κτίριο Αρχιτεκτονική και Τεχνολογία, τεύχος 9, σελ. 80 – 84, 2008
21. Καρτέρης Μ., Θεοδωρίδου Ι., Ηλιάκης Μ., Φυτεμένο δώμα σε κτίριο γραφείων και σε διπλοκατοικίες, Building Green, 15 Σεπτεμβρίου, σελ. 62 – 67. 2009
22. Συννέφα Α. Ορόλος των υλικών και του πράσινου για εξοικονόμηση ενέργειας στο περιβάλλον, Σεμινάριο ΚΠΕ Μουζακίου, Αθήνα, σελ. 1 – 36, 2009
23. Συννέφα Α. Βελτίωση θερμικής άνεσης σε κτίρια και περιβάλλον με χρήση ψυχρών υλικών, Building Green, τεύχος 9 Οκτώβριος – Νοέμβριος - Δεκέμβριος, σελ. 61 – 64, 2008
24. Πρεφίτση Φ., Ανακλαστικά υλικά δωματίων και στεγών, Κτίριο Αρχιτεκτονική και Τεχνολογία, τεύχος 9, σελ. 122 – 126, 2009
25. Σταμούλης Δ., Ο ρόλος της σκίασης στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο των κτιρίων, Building Green, σελ. 34 – 38, 2007
26. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), Εξοικονόμηση ενέργειας, Θερμική Προστασία Κελύφους, Ηλιοπροστασία, Αθήνα 1/2/2006
27. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) Εξοικονόμηση ενέργειας, Φυσικός αερισμός – φυσικός δροσισμός, Αθήνα
28. Stack A, Goulding J and J. Lewis O. Shading Systems Solar, Shading for the European climates, Energy Research Group, University College Dublin, School of Architecture, pp. 1- 21
29. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2071-1/2010 – 2071-4/2010, Αθήνα Ιούλιος 2010

30. Γαγλία Α., Λάσκος Κ., Μελέτη ενεργειακής απόδοσης, Τ.Ε.Ε.
31. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ), Τ.Ε.Ε., Σεμινάριο εκπαίδευσης ενεργειακών επιθεωρητών, Αθήνα, Νοέμβριος 2010
32. Υπηρεσία Ενέργειας, Υπουργείο Εμπορίου, Βιομηχανίας και Τουρισμού, Οδηγός Θερμομόνωσης Κτιρίων, Δεκέμβριος 2007