ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ : ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ κ. ΦΟΥΝΤΗ ΜΑΡΙΑ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΩΝ ΣΕ ΚΤΙΡΙΟ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥΣ ΣΕ ΠΙΛΟΤΙΚΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

ΜΗΤΣΟΠΟΥΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ 2012

Περιεχόμενα

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

*ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....**Σφάλμα! Δεν έχε***

*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ-ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*1.1 Βασικές έννοιες..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*1.2 Τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα και ο ρόλος των κτιριακών υποδομών..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*1.3 Οι κατευθύνσεις σχεδιασμού στον Ευρωπαϊκό χώρο: Πρόσφατες νομοθετικές ρυθμίσεις και η φιλοσοφία τους . **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*1.4 Νόμοι και ρυθμίσεις στον ελληνικό χώρο . **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ-ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελ***

*2.1. Η χρηστική αξία των κτιρίων ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.2. Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σ***

*2.3. Προτεραιότητες στον τομέα των κτιρίων **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.4. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.5. Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.6. Βιοκλιματικός σχεδιασμός..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.7. Χρήσεις ενέργειας στα κτίρια ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.7.1.Μορφές των ΑΠΕ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*2.8 Χαρακτηριστικά της Πάγιας Υποδομής του Κτιρίου**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτ***

*2.9 Χαρακτηριστικά του Συστήματος Ελέγχου του Κτιρίου**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδ***

*2.10 Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων – ΚΕΝΑΚ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ.....**Σφάλμα! Δεν έχε***

*3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*3.2 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδ***

*3.2.1 Φυσικές ιδιότητες..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

3.2.2 Περιβαλλοντικές ιδιότητες ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.3 Θερμομονωτικά υλικά που μπορεί κανείς να βρει στην ελληνική αγορά****Σφάλμα! Δεν έχει ορ***
3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.2 Εξηλασμένη πολυστερίνη ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.3 Πολυουρεθάνη..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.4 Υαλοβάμβακας..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.5 Πετροβάμβακας ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.6 Περλίτης ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.3.7 Ξυλόμαλλο Ερακλίτ (Heraklith) ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4 Εναλλακτικά μονωτικά υλικά..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.1 Αφρώδες γυαλί ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.2 Φελλός..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.3 Μαλλί προβάτου ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.4 Βαμβάκι..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.5 Διαφανή θερμομονωτικά υλικά..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.6 Καλαμπόκι ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.7 Κάνναβη..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.8 Λινάρι ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.4.9 Κυτταρίνη ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.5 ΕΤΟΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥΣ****Σφάλμα! Δεν έχει ο***
*3.5.1 Η ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΛΥΣΗ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκ***
*3.5.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτη***
*3.5.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ (XPS)****Σφάλμα! Δεν έχει ορ***
*3.5.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ (EPS)****Σφάλμα! Δεν έχει ορ***
*3.5.5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΚΑΙ ΡΟΛΛΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελ***
*3.6. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί ο***
3.6.1 ΟΡΙΣΜΟΙ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.6.1.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ , λ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτ***
3.6.1.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , Λ ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
3.6.1.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , 1/Λ . ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.6.1.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ, α****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης***
*3.6.1.5 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ , 1/α****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης***
*3.6.1.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , K (U)****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτη***

*3.6.1.8 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , 1/Κ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.6.2 Η λειτουργία της θερμομόνωσης..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.6.3 Ο ρόλος των θερμομονωτικών υλικών.. **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.6.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.7 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελ***
*3.7.1 ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΟ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*3.7.2 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σ***
*3.7.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΗΜΕΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ.....**Σφάλμα! Δεν έχει ορ***
*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΑΘΥΡΑ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.1 ΓΕΝΙΚΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.1.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2 ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.1 ΚΟΙΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.2 ΚΟΙΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΙΝΑΚΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.3 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.4 ΚΟΙΝΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.5 ΑΥΛΑΚΩΤΟΙ – ΣΦΥΡΗΛΑΤΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδεί***
*4.2.6 ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.7 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.8 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ Ή ΜΑΤ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ .... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.9 ΑΝΑΓΛΥΦΟΙ Ή ΔΙΑΜΑΝΤΕ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.10 ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.11 ΘΕΡΜΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.12 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.2.13 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ – ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδ***
*4.3 ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.3.1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ .. **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.3.1.2 ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.3.1.3 ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.3.1.4 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.4 ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*4.5 ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕ ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΜΕΝΙΟ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ**Σφάλμα! Δεν έχει ορισ*
*4.6 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.6.1 ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΥΑΛΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.. **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.6.2 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΦΑΛΕΙΑΣ**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτη***
*4.7 ΠΛΑΙΣΙΑ (ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ) ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.1 ΞΥΛΙΝΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.2 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.2.1 ΓΕΝΙΚΑ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.7.3.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVC)**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.8 Σύγκριση με συνθετικά υλικά και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα αλουμινίου**Σφάλμα! Δεν έχ***
*4.8.1 Μηχανικές ιδιότητες ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.8.3 Εμφάνιση ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.8.4 Δυνατότητα πολλαπλών κατασκευών ... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.8.5 Αντοχή στις καιρικές συνθήκες (Ηλιακή ακτινοβολία)**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδε***
*4.8.6 Ανοχή στη φωτιά ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.8.7 Ανακυκλώσιμο και φιλικό στο περιβάλλον**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.9.1 Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτ***
*4.10 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.1 Οφέλη των κουφωμάτων με θερμοδιακοπτόμενα συστήματα**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί***
*4.10.2 Ενεργειακά Τζάμια στην πράξη..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.3 Θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου**Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.4 Ανοιγόμενα Κουφώματα Αλουμινίου ... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.5 Συρόμενα Κουφώματα Αλουμινίου..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.6 Θερμομονωτικά κουφώματα ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*4.10.7 Θερμομονωτικά κουτιά ρολού ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ. **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
*5.1 ΓΕΝΙΚΑ ..... **Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

5.1.1 ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

5.1.2 ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

5.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*5.2.1 Διαχείριση ενέργειας στα κτίρια με ευφυή συστήματα****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδ***

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΚΤΙΡΙΟ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.1 Ειδικά υπολογιστικά εργαλεία ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.2 Τα γενικά υπολογιστικά εργαλεία ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*6.3 Τα πιο απλοποιημένα υπολογιστικά εργαλεία****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*6.4 Υπολογιστικά εργαλεία στην ελληνική αγορά****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*6.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΚΤΙΡΙΟ****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.6.1 Αδιαφανείς επιφάνειες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.6.2 Διαφανείς επιφάνειες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.6.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7 Συστήματα Θέρμανσης / Ψύξης / Κλιματισμού / Ύγρανσης / ΖΝΧ / Φωτισμού /ΑΠΕ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.1 Σύστημα θέρμανσης..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.1.1 Δίκτυο διανομής..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.1.2 Τερματικές μονάδες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.1.3 Βοηθητικές Μονάδες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.2 Σύστημα ψύξης..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.2.1 Δίκτυο διανομής..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.2.2 Τερματικές μονάδες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.2.3 Βοηθητικές Μονάδες..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.3 Σύστημα ΖΝΧ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.3.1 Παραγωγή ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.3.2 Δίκτυο διανομής..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.7.3.3 Σύστημα αποθήκευσης ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.8.1 Ενεργειακή Κατάταξη ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.8.2 Απαιτήσεις, Κατανάλωση ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.9 Παραμετρική μεταβολή ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

6.9.1 Προσθήκη ηλιακού συλλέκτη ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***

*6.9.2 Αποτελέσματα παραμετρικής μεταβολής****Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.***
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ..... ***Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.****8*

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την κ. Φούντη Μαρία επιβλέπουσα Καθηγήτρια, Διευθ. του Εργ. Ετερογενών Μειγμάτων και Συστημάτων Καύσης της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Ε.Μ.Π. και τον Υποψ. Διδάκτορα κ. Μαλλιωτάκη Μανώλη που με βοήθησαν στα πλαίσια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η θερμική προστασία του κτιριακού κελύφους αποτελεί πρωταρχικό παράγοντα, στην επίτευξη μίας ορθολογικής ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου. Αυτό ισχύει τόσο για τα νεόδμητα όσο και για τα υφιστάμενα κτίρια και η εφαρμογή του ΚΕΝΑΚ αναδεικνύει ακόμη περισσότερη αυτήν την αναγκαιότητα. Ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία στην προσπάθεια ενίσχυσης της θερμικής προστασίας του κτιριακού κελύφους είναι η χρήση θερμομονωτικών υλικών (διογκωμένη πολυστερίνη, εξηλασμένη πολυστερίνη, πετροβάμβακα κλπ) αλλά και των σύνθετων συστημάτων, όπως είναι τα ολοκληρωμένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης. Επίσης αναπόσπαστο μέλος του κελύφους αποτελούν τα κουφώματα και οι υαλοπίνακες, η ποιότητα των οποίων συμβάλει στη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων. Τέλος, η απόδοση των συστημάτων και των αυτοματισμών του κτιρίου συμβάλλει στην τελική ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων.

Στην εργασία αυτή θα παρουσιαστούν τα θερμομονωτικά υλικά και τα κουφώματα και υαλοπίνακες που υπάρχουν στην αγορά και οι αυτοματισμοί που πρέπει να έχει ένα κτήριο και πραγματοποιείται μια μελέτη ενεργειακής απόδοσης σε ένα μικρής κλίμακας κτίριο, με τη χρησιμοποίηση του λογισμικού ΤΕΕ_ΚΕΝΑΚ. Τέλος, θα παρουσιαστούν τα συμπεράσματα.

ABSTRACT

The thermal protection of the building cell is a key factor in achieving a rational energy behavior of the building. This applies to both newly constructed and existing buildings and the application of even more KENAK highlights this need. One of the most important tools in increasing the thermal protection of the building cell is the use of insulating material (expanded polystyrene, extruded polystyrene, mineral wool, etc.) and of complex systems such as integrated systems for external insulation. Also an integral part of the shell are the frames and glass, the quality of which help reduce energy consumption in buildings. Finally, the performance of systems and automation of the building contributes to the final energy performance of buildings.

In this paper we present the thermal insulating materials and window frames and glass on the market and automation to be a building and have made a study of energy efficiency in a small building, using the software TEE_KENAK. Finally, we present the conclusions.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΣΤΟΧΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σχεδιασμός των κτιρίων στοχεύει στη διασφάλιση συνθηκών θερμικής άνεσης και ποιότητας αέρα, ανεξάρτητα από τις επικρατούσες εξωτερικές συνθήκες και συνεκτιμώντας τα εσωτερικά φορτία. Η εξισορρόπηση των κλιματικών συνθηκών πρέπει να επιτυγχάνεται καταρχήν εφαρμόζοντας τις αρχές του ενεργειακού σχεδιασμού και εν συνεχεία με τη βέλτιστη επιλογή συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού.

Ο όρος θερμομόνωση περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα, τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης συνίσταται στην μείωση του κόστους για την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης, καθώς και τη δαπάνη λειτουργίας της επειδή ελαττώνονται οι απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας.

Η αντιμετώπιση των κτιρίων από ενεργειακής απόψεως αλλάζει ριζικά με σκοπό τη μείωση της κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας, έτσι εκτός από τη θερμομόνωση των κτιρίων προβλέπεται και η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και η χρήση τεχνικών συστημάτων στο κέλυφος και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται μια μελέτη ενεργειακής απόδοσης σε ένα μικρής κλίμακας κτίριο, με τη χρησιμοποίηση του λογισμικού TEE_KENAK. Στη συνέχεια γίνονται παρεμβάσεις στο κτίριο ώστε να ελαττωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να βελτιωθεί η κατηγορία στην οποία αυτό κατατάσσεται.

Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά, στην ευρωπαϊκή φιλοσοφία, την τεχνογνωσία και την νομοθεσία σχετικά με την περιβαλλοντική διαχείριση κτιριακών υποδομών, και στην Ελληνική πραγματικότητα.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στη θερμική συμπεριφορά των κτιρίων και στους παράγοντες από τους οποίους αυτή επηρεάζεται.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται τα συστήματα θερμικής μόνωσης, οι παράμετροι χαρακτηρισμού των υλικών και παρουσιάζονται κάποια παραδείγματα εφαρμογών θερμικής μόνωσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους υαλοπίνακες, τις ιδιότητες, τα χαρακτηριστικά και τις νέες τεχνολογίες, στα πλαίσια των υαλοπινάκων και τα χαρακτηριστικά τους, και στις θερμογέφυρες οι οποίες δημιουργούνται στα σημεία ένωσης των διαφορετικών δομικών στοιχείων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα συστήματα αυτοματισμού του κτιρίου και των ενεργειακών συστημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ-ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΤΕΧΝΟΓΝΩΣΙΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΥΠΟΔΟΜΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Οι κτιριακές υποδομές έχουν άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση πρωτογενών υλικών , την κατανάλωση φυσικών πόρων καθώς και την παραγωγή ρύπων και αποβλήτων. Στο παρόν κεφάλαιο επιχειρείται μια ως επί τω πλείστον θεωρητική προσέγγιση του ζητήματος της περιβαλλοντικής διαχείρισης των κτιριακών υποδομών και των βασικών κατευθύνσεων σχεδιασμού αυτών. Αναφέρονται διεθνείς αποφάσεις για την προστασία του περιβάλλοντος, νομοθετικές ρυθμίσεις και κανονισμοί σε ευρωπαϊκό και ελληνικό επίπεδο. Επιπλέον στο πλαίσιο της φιλοσοφίας και της τεχνογνωσίας για θέματα περιβαλλοντικής διαχείρισης κτιρίων , αναλύεται η έννοια και η μεθοδολογία της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.[1.1]6

1.1 Βασικές έννοιες

Κάθε φυσικό σύστημα περιέχει (ή εναλλακτικά αποθηκεύει) μία ποσότητα που ονομάζεται ενέργεια. Πρόκειται περισσότερο για μια λογιστική έννοια, που μας δίνει τη δυνατότητα να προβλέψουμε την εξέλιξη ή την κίνηση ενός συστήματος. Γενικά ως ενέργεια θεωρείται η ικανότητα να παραχθεί έργο και μπορεί να ορισθεί σαν το ποσό του έργου που απαιτείται προκειμένου το σύστημα να πάει από μια αρχική κατάσταση σε μια τελική. Ακριβώς πόση ενέργεια περιέχεται σε ένα σύστημα μπορεί να υπολογιστεί παίρνοντας το άθροισμα ή το ολοκλήρωμα ενός αριθμού ειδικών εξισώσεων, καθεμιά από τις οποίες δίνει την ενέργεια που έχει αποθηκευτεί κατά έναν ιδιαίτερο τρόπο (Wright 2005).

Ανάλογα με τον τρόπο που έχει αποκτηθεί, ανταλλαχθεί ή αποθηκευτεί, μπορούμε να μιλήσουμε για πολλές μορφές ενέργειας: την κινητική ενέργεια, τη δυναμική ενέργεια, τη χημική ενέργεια, την πυρηνική ενέργεια, την θερμική ενέργεια και την ηλεκτρική ενέργεια (Βλάχου 2001).

Η ενέργεια θεωρείται ως ένας πρωταρχικός παράγοντας για τη δημιουργία ευημερίας και ως μια πολύ σημαντική συνιστώσα στην οικονομική και τεχνολογική ανάπτυξη των λαών. Η σπουδαιότητα της ενέργειας στην ανάπτυξη αναγνωρίζεται παγκοσμίως και τα ιστορικά δεδομένα επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι υπάρχει πολύ ισχυρή σχέση ανάμεσα στη διαθεσιμότητα της ενέργειας και σε μια πλειάδα δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται στις ανθρώπινες κοινωνίες (Kalogirou 2004, σελ. 235). Μιλάμε επομένως για μια διπλή φύση της ενέργειας: ως υπηρεσία αλλά και ως οικονομικό αγαθό, αποκτά έτσι ένα ρόλο ζωτικής σημασίας τόσο για τη διαβίωση, την τροφή, την παραγωγή, τη μεταφορά των ανθρώπων αλλά και για την γενικότερη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη των λαών (Κάπρος 2006).

Όπως διαπιστώνεται από την μελέτη τόσο παλαιότερων ερευνητικών εργασιών (Ball 1981, Cramer et al 1984, Stafford 1985) όσο και της πιο πρόσφατης βιβλιογραφίας (Cockroft και Kelly 2006, Kalogirou και Tripanagnostopoulos 2006, De Nooij et al 2003, Clinch και Healy 2001, Ramachandra et al 2000) αλλά και από τις καθημερινής φύσεως δραστηριότητες, ένας από τους τομείς

όπου η ενέργεια διαδραματίζει ρόλο ζωτικής σημασίας είναι αυτός του οικιακού τομέα. Ενδεικτικό της αξίας της ενέργειας σε αυτόν τον τομέα, είναι το γεγονός ότι όλες οι ανθρώπινες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα νοικοκυριό είναι άμεσα εξαρτημένες από την διαθεσιμότητα ενέργειας, και η δυσκολία πρόσβασης σε αυτήν μπορεί πολλές φορές να καθορίσει σε σημαντικό βαθμό τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου αλλά και να διατελέσει στην αναστολή βασικών λειτουργιών του. Ο βαθμός εξάρτησης των νοικοκυριών από το ενεργειακό σύστημα αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι σήμερα ο οικιακός τομέας απορροφά – περίπου - το 1/4 της συνολικά καταναλισκομένης ενέργειας, ενώ παρουσιάζει ανησυχητικά αυξητικές τάσεις που την τελευταία δωδεκαετία κυμάνθηκε στο 54% και ειδικά στους δείκτες θέρμανσης, ηλεκτρικών συσκευών και φωτισμού στο 65%, όταν η μέση κατανάλωση έχει ανεβεί κατά 35% (Ίδρυμα Οικονομικών και Βιομηχανικών Ερευνών (ΙΟΒΕ), 2005).

Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η σημασία του οικιακού τομέα, θεωρείται ιδιαίτερα χρήσιμο σε αυτό το σημείο να γίνει μια αποσαφήνιση της έννοιας του. Η έννοια αυτή - όπως χρησιμοποιείται στα πλαίσια αυτής της εργασίας - περιλαμβάνει όλες τις ενεργειακές καταναλώσεις που πραγματοποιούνται από τις διάφορες λειτουργίες των ατόμων που κατοικούν σε ένα συγκεκριμένο οίκημα. Αυτές οι λειτουργίες περιλαμβάνουν κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό, θέρμανση και ψύξη χώρων, θέρμανση νερού, μαγείρεμα, χρήση διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών αλλά και οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα που μπορεί να αναπτυχθεί και απαιτεί κατανάλωση ενέργειας με σκοπό την εξυπηρέτηση των αναγκών και των απαιτήσεων των ατόμων που διαμένουν μέσα σε αυτή την οικία.

Συμβολικό της σημαντικότητας της ενέργειας για τον οικιακό τομέα είναι ο συνυπολογισμός της, στην ταξινόμηση της συνολικής κατανάλωσης μαζί με τους τομείς της βιομηχανίας και των μεταφορών. Η ακριβής ποσοτικοποίηση είναι δύσκολη εξαιτίας του γεγονότος ότι είναι ένας τομέας του οποίου ο αριθμός των καταναλωτών είναι πολύ μεγάλος. Επιπροσθέτως σε αυτό επιδρούν μια ποικιλία καταστάσεων που σχετίζονται με το τρόπο ζωής των χρηστών όπως ο τρόπος με τον οποίο αυτοί χρησιμοποιούν το σπίτι, το βιοτικό τους επίπεδο, ο αριθμός των μελών της οικογένειας κ.α. (Andrade 2001, σελ. 525).

Στο επίπεδο ανάλυσης του νοικοκυριού ο οικιακός τομέας φανερώνει μεγάλη ποικιλία αλλά και πολύπλοκες μεθόδους ενεργειακής κατανάλωσης. Η πολύπλοκη φύση αυτής της ενεργειακής κατανάλωσης καθορίζεται ταυτόχρονα από τα ανθρώπινα και τα φυσικά χαρακτηριστικά που εμπεριέχονται σε ένα νοικοκυριό (Hitchcock 1993). Χαρακτηριστικό είναι αυτό που αναφέρει ο Stafford (1985): «τα κτίρια αυτά κάθε αυτά δεν καταναλώνουν ενέργεια, αλλά οι άνθρωποι οι οποίοι ζουν μέσα σε αυτά χρησιμοποιούν την ενέργεια» από την άλλη όμως ο Cramer et al (1984) αναγνωρίζοντας το σημαντικό ρόλο που διαδραματίζουν οι κάτοικοι αντιμετωπίζει τη χρήση ως ένα πιο φυσικό φαινόμενο λέγοντας χαρακτηριστικά ότι: «Η ανθρώπινη συμπεριφορά, το εισόδημα και οι προθέσεις ενός ατόμου δεν καταναλώνουν άμεσα ηλεκτρική ενέργεια. Αντιθέτως αυτό που κάνουν είναι να επηρεάζουν το πώς θα λειτουργήσουν οι διάφορες συσκευές».

Διαπιστώνεται, επομένως, ότι το νοικοκυριό μπορούμε να το χωρίσουμε σε δυο υποσυστήματα: στο ανθρώπινο - το οποίο συνιστάται από τους ενοίκους της κάθε οικίας – και στο φυσικό (ή υλικό) - το οποίο αποτελείται από τα υλικά και τις συσκευές που υπάρχουν σε μια κατοικία - και είναι η σχέση και η

αλληλεπίδραση μεταξύ αυτών των δύο η οποία καθορίζει την τελική κατανάλωση ενός νοικοκυριού (Hitchcock 1993).
Προκειμένου να εκτιμηθούν οι ενεργειακές ανάγκες ενός νοικοκυριού αλλά και μιας οικονομίας γενικότερα, απαιτείται λεπτομερής γνώση των διαφόρων κατηγοριών διανομής (Andrade 2001, σελ. 528). Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιείται το ενεργειακό ισοζύγιο.
Το γενικό ενεργειακό ισοζύγιο ουσιαστικά είναι ένας πίνακας με δυο συντεταγμένες. Οι στήλες απεικονίζουν τις διαφορετικές μορφές ενέργειας, ενώ οι γραμμές παρουσιάζουν, για την κάθε μορφή, τη ροή της ενέργειας από την παραγωγή στην τελική κατανάλωση. Η μονάδα που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των καταναλώσεων είναι οι Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου (ΤΙΠ). Για την μετατροπή σε ΤΙΠ χρησιμοποιείται η θερμογόνος αξία κάθε ενεργειακού προϊόντος (ICAP / Δήλος 2000).
Το ενεργειακό ισοζύγιο συνιστά ένα στατιστικό εργαλείο καταγραφής των ενεργειακών μεγεθών ενός συστήματος εντός ορισμένης χρονικής περιόδου. Με το εργαλείο αυτό επιτυγχάνεται η καταγραφή των ενεργειακών μεγεθών σε όλα τα στάδια μετατροπής της ενέργειας από την πρωτογενή της μορφή μέχρι την ωφέλιμη χρήση της καθώς επίσης και η καταγραφή του τρόπου ισοσκελισμού των αναγκών με τις προμήθειες ενέργειας, ή της ζήτησης με την προσφορά ενέργειας (Κάπρος 2006).[1.2]

1.2 Τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά προβλήματα και ο ρόλος των κτιριακών υποδομών

Οι αυξανόμενες καταναλωτικές ανάγκες, η υπέρμετρη αύξηση του πληθυσμού αλλά και η βελτίωση του βιοτικού επιπέδου μίας μερίδας ανθρώπων, οδήγησαν στη ραγδαία αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης που παρατηρείται ιδιαίτερα τις δύο τελευταίες δεκαετίες. Παράλληλα η αλόγιστη χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας έχει συμβάλει ενεργά στην αύξηση των εκπομπών ρυπογόνων αερίων που καταστρέφουν το όζον της ατμόσφαιρας και υποβαθμίζουν αισθητά το περιβάλλον, αφανίζοντας σταδιακά τα οικοσυστήματά του. Ιδιαίτερη ευθύνη για την αυξανόμενη περιβαλλοντική κρίση πέραν της βιομηχανίας και των μεταφορών, έχει η αλόγιστη κατανάλωση ενέργειας για ψύξη – θέρμανση στις δομημένες εκτάσεις και στις κτιριακές υποδομές.
Τα κτίρια επιδρούν άμεσα στο περιβάλλον τόσο κατά το στάδιο της κατασκευής τους, της λειτουργίας τους αλλά και της αποδόμησής τους. Απαιτείται η πλήρης και σαφής γνώση των χαρακτηριστικών αυτής της αλληλεπίδρασης, ώστε να οδηγούμαστε στον ορθό ενεργειακό σχεδιασμό κτιρίων.
Τα σημαντικότερα προβλήματα που δημιουργούνται από τις κτιριακές υποδομές καθ'όλη την διάρκεια του κύκλου ζωής τους είναι τα εξής:

- Όξυνση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, του φαινομένου του θερμοκηπίου και δημιουργία όξινης βροχής,
- Αλλοίωση των κυρίων συστατικών της ατμόσφαιρας, των υδάτων, του εδάφους και του υπεδάφους
- Εξάντληση πολύτιμων φυσικών πόρων
- Υποβάθμιση του περιβάλλοντος χώρου τόσο σε τοπικό όσο και σε περιφερειακό επίπεδο με τη συνεχή - άναρχη δόμηση

Με βάση τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι ο σημερινός σχεδιασμός των κτιρίων οδηγείται προς τη βιοκλιματική αρχιτεκτονική, έτσι ώστε να περιορίζονται οι ενεργειακές ανάγκες , οι οποίες θα καλύπτονται επίσης από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Με τον τρόπο αυτό θα συμβάλουν σταδιακά στην άμβλυνση της περιβαλλοντικής κρίσης και την αναβάθμιση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος.[1.1]

1.3 Οι κατευθύνσεις σχεδιασμού στον Ευρωπαϊκό χώρο: Πρόσφατες νομοθετικές ρυθμίσεις και η φιλοσοφία τους

Είναι ευρύτατα πλέον γνωστό ότι υπάρχουν σήμερα αποφάσεις σε παγκόσμιο επίπεδο για την προστασία του περιβάλλοντος, την κλιματική αλλαγή και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η συμβολή της νομοθεσίας για την προώθηση του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτιριακού δυναμικού είναι εξαιρετικά σημαντική καθώς μέσα από τις νομοθετικές ρυθμίσεις κινητοποιείται το επιστημονικό δυναμικό αλλά και οι απαραίτητοι οικονομικοί πόροι για την εφαρμογή των νέων κατευθύνσεων.

Οι βασικές διεθνείς αποφάσεις είναι οι παρακάτω:

- Σύνοδος του ΟΗΕ για το Περιβάλλον στη Στοκχόλμη (1972): Ο πρώτος σημαντικός σταθμός για την εδραίωση της σημασίας του περιβάλλοντος σε παγκόσμια κλίμακα.
- Διάσκεψη του Ρίο (1992): Με θέμα 'Περιβάλλον και Ανάπτυξη' για πρώτη φορά συνδέεται η οικονομική ανάπτυξη με το περιβάλλον. Τα αποτελέσματα της διάσκεψης παρουσιάζονται στην Ατζέντα 21.
- Πρωτόκολλο του Κιότο (1997): η πρώτη διεθνής διάσκεψη για την κλιματική αλλαγή.
- Διάσκεψη Κορυφής του Γιοχάνεσμπουργκ (2002): Με θέμα την Βιώσιμη Ανάπτυξη αποτελεί συνέχεια της Διάσκεψης του Ρίο.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, δέκα χρόνια περίπου μετά τις αποφάσεις του Ρίο για την Αειφόρο Ανάπτυξη, υιοθέτησε μια σαφή Στρατηγική για την Αειφόρο Ανάπτυξη κατά το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμπργκ (Ιούνιος 2001). Εκεί προστέθηκε η τρίτη διάσταση - η περιβαλλοντική - στη διαδικασία της Λισσαβόνας, η οποία συμπληρώνει τις ανειλημμένες πολιτικές δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης για οικονομική σύγκλιση και κοινωνική συνοχή και έδωσε σημαντική ώθηση στην ολοκλήρωση της διαδικασίας Κάρντιφ, για την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών απαιτήσεων στις τομεακές πολιτικές. Συγκεκριμένοι κρίσιμοι σταθμοί σε αυτή τη διαδικασία είναι οι παρακάτω:

- Συμβούλιο του Γκέτεμπργκ (2001)
- Ευρωπαϊκό Συμβούλιο της Βαρκελώνης
- Πράσινη Βίβλος (για την εμπορία εκπομπών αερίων φαινομένου θερμοκηπίου εντός Ε.Ε.)
- Απόφαση 1411/2001/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης 2001 σχετικά με το κοινοτικό πλαίσιο συνεργασίας για την προαγωγή της βιώσιμης ανάπτυξης σε αστικό περιβάλλον

Στην Ευρώπη με την εφαρμογή της νομοθεσίας αλλά και την σημαντική στροφή των
μηχανικών σε βιοκλιματικές αρχές σχεδιασμού και αξιοποίηση περισσότερο φιλικών
προς το περιβάλλον συστημάτων έχει δημιουργηθεί πλέον μία πληθώρα καλών

παραδειγμάτων τα οποία θα παρουσιαστούν στην επόμενη ενότητα.[1.1]

1.4 Νόμοι και ρυθμίσεις στον ελληνικό χώρο

Όσον αφορά στην Ελλάδα, το κράτος άργησε πολύ να ενσωματώσει τις κατευθύνσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης με αποτέλεσμα ακόμη και σήμερα να εκκρεμούν οι σχετικοί νόμοι, η θέσπιση κινήτρων κλπ. Συγκεκριμένα μπορούμε να αναφερθούμε στα παρακάτω:

- Από το 1979 ισχύει η υποχρεωτική εφαρμογή της θερμομόνωσης στα νέα κτίρια , αλλά μόνο τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται σε κάποιο βαθμό. Αν και η θέσπιση του κανονισμού της θερμομόνωσης επέβαλε μία νέα αντίληψη στην κατασκευή των κτιρίων, εν τούτοις δεν εφαρμόζεται επαρκώς. Παράλληλα δεν εμπεριέχει έννοιες για ορθολογική χρήση ενέργειας ούτε προδιαγράφει το αναγκαίο σύστημα πιστοποίησης
- **Το Ελληνικό Πρόγραμμα για την "Κλιματική Μεταβολή** (ΥΠΕΧΩΔΕ 1995) που αφορά στη λήψη μέτρων για τη σταθεροποίηση των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Παράλληλα εξειδικεύτηκαν τα μέτρα που αφορούν στον κτιριακό τομέα, ο οποίος κατέχει μερίδιο 30% περίπου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο και ως εκ τούτου είναι υπεύθυνος για την παραγωγή του 40 % του διοξειδίου του άνθρακα, ώστε να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- **Το Εθνικό Σχέδιο Δράσης** για τις Πόλεις και τη Στέγαση (1996-2000), έχει δύο κύριους στόχους: τη δημιουργία πόλεων που θα παρέχουν ασφαλείς, υγιεινές ισότιμες και βιώσιμες συνθήκες διαβίωσης, και την εξασφάλιση επαρκούς στέγασης για όλους τους πολίτες.
- **Το Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001**», που εκπονήθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ στις αρχές του 1996 σε συνεργασία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και εκπροσώπους Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της χώρας, ερευνητικών κέντρων, Κλαδικών Συλλόγων αρμόδιων Οργανισμών, κ.ά. και από ομάδες εξειδικευμένων επιστημόνων. Το Σχέδιο αυτό είναι ένα συνολικό σχέδιο στρατηγικής, μέτρων και μέσων με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εφαρμογής των κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη χρήση ΑΠΕ σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια και πολεοδομικά σύνολα της χώρας.

Παράλληλα κατά καιρούς θεσπίστηκαν οικονομικά κίνητρα και διευκολύνσεις, όπως:

- Ο Νόμος 814/78 όπου ορίζεται ότι εκπίπτει από το φορολογητέο εισόδημα ποσό μέχρι 30.000 για εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα. Η 259/10-1-80 απόφαση που διευκολύνει την παροχή δανείων, από εμπορικές τράπεζες σε ιδιώτες και ξενοδοχεία για εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών καθώς και σε αγρότες για εγκατάσταση ενεργειακών τζακιών.
- Οι Νόμος 1262/82 και Ν 1892/90, στα πλαίσια των αναπτυξιακών νόμων, που δίνουν την δυνατότητα επιχορήγησης μέχρι 65%, κατά περίπτωση, σε επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας και ανανεώσιμων μορφών για τη βιομηχανία και τον τριτογενή τομέα.

- Πρόσφατα ψηφίστηκε από τη Βουλή νόμος του Υ.Β.Ε.Τ. που ανάμεσα στα άλλα προωθεί τη χρήση Α.Π.Ε. Πρόκειται για τον Ν. 2244/94 που επιτρέπει την αυτοπαραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από αυτόνομους σταθμούς με την εκμετάλλευση αιολικής και ηλιακής ενέργειας ή βιομάζας, την εκμετάλλευση γεωθερμικής ενέργειας, την εκμετάλλευση ενέργειας από τη θάλασσα, το υδάτινο δυναμικό και τέλος με συμπαραγωγή ηλεκτρισμού θερμότητας.
- Με το ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ (Ε.Π.) "ΕΝΕΡΓΕΙΑ", που είναι ενταγμένο στο Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης για το 1994-1999, έχει εγκριθεί για την Ελλάδα συνολικό ύψος κοινοτικής χρηματοδότησης 100 δις. και έχουν ενταχθεί δράσεις που προωθούν εφαρμογές επενδύσεων εξοικονόμησης ενέργειας και χρήσης ΑΠΕ και σε κτίρια του εμπορικού και τριτογενή τομέα, χρηματοδοτικούς μηχανισμούς υποστήριξης των Α.Π.Ε. και Ε.Ε.
- Με νόμο του Υπουργείου Οικονομικών, τον Ν. 2364/95 άρθρο 7 παράγραφος 17, δίνεται η δυνατότητα σημαντικών φοροαπαλλαγών, κατά 75% του εισοδήματος, για τις δαπάνες αγοράς και εγκατάστασης οικιακών συσκευών, συστημάτων χρήσης φυσικού αερίου ή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στους έχοντας την κυριότητα ή νομή ακινήτων.[1.1]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[1.1] ΓΙΑΝΝΟΥΛΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ MBA EXECUTIVE, «Συνολική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτηριακών υποδομών. Τα πλεονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού»σελ. 6-10, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010

[1.2] Μαμακής Ε. Ιωάννης, «Τεχνικό-οικονομική και Περιβαλλοντική Αποτίμηση Επένδυσης για μια
100% Ηλεκτρικά Αυτόνομη Οικία στη Νήσο Λέσβο», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος Μυτιλήνη, σελ. 4-6, Φεβρουάριος 2007

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΑΣΚΟΠΙΣΗ-ΘΕΡΜΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

2.1. Η χρηστική αξία των κτιρίων

Είναι γεγονός ότι τα κτίρια προσφέρουν στέγη και ιδιωτικότητα στους ανθρώπους και ρυθμίζουν σε μεγάλο βαθμό την ποιότητα ζωής τους. Όπως είπε χαρακτηριστικά ο Winston Churchill «Ο άνθρωπος σχεδιάζει και ρυθμίζει τα κτίρια, και αυτά στη συνέχεια ρυθμίζουν τη ζωή του». Το ίδιο ακριβώς ισχύει για τους κοινόχρηστους χώρους, τους πάσης φύσεως οικισμούς και τις πόλεις που ζούμε. Συμπληρωματικά με την κοινωνική σημασία των κτιρίων, οι οικονομικές προεκτάσεις του κτιριακού χώρου είναι κεφαλαιώδεις. Η βιομηχανία του κτιρίου είναι ιδιαίτερα σημαντική και αντιπροσωπεύει ένα από τους πλέον δυναμικούς οικονομικούς τομείς. Μόνο στην Ευρώπη, οι εργασίες που σχετίζονται με τα κτίρια παρουσιάζουν ένα κύκλο εργασιών περί τα 460 εκατομμύρια δολάρια (Σανταμούρης 2005).

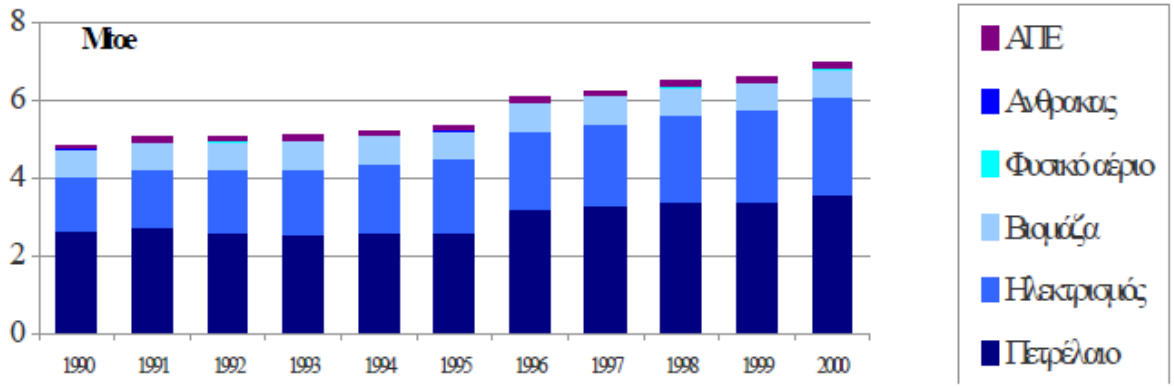
Το δομημένο περιβάλλον δεν είναι μια απλή συλλογή κτιρίων. Στην πραγματικότητα είναι το φυσικό αποτέλεσμα διάφορων οικονομικών, κοινωνικών και περιβαλλοντικών διεργασιών οι οποίες συσχετίζονται ισχυρά με τις υπάρχουσες κοινωνικές ανάγκες και τα υπάρχοντα πρότυπα. Οικονομικές πιέσεις που σχετίζονται με το καθεστώς της ιδιοκτησίας, την αγορά εργασίας, τις επενδύσεις και τα προσδοκώμενα κέρδη, την αξία χρήσης των κτιρίων καθώς και την παραγωγή και διακίνηση των αγαθών, σε συνδυασμό με κοινωνικές καταστάσεις όπως ο πολιτισμός, η ασφάλεια, και η ευκολία εξεύρεσης των αγαθών καθώς και με περιβαλλοντικές επιδράσεις όπως η χρήση της γης, η ενέργεια και τα υλικά, ορίζουν, ρυθμίζουν και διαμορφώνουν το δομημένο περιβάλλον μέσα στο οποίο ζει το ανθρώπινο είδος (Σανταμούρης 2005).

Παράλληλα, τα κτίρια επιδρούν σημαντικά πάνω στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον το οποίο με τη σειρά του καθορίζει την ποιότητα των κτιρίων. Η ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων αποτελεί ένα συμβιβασμό ανάμεσα στις σχεδιαστικές προτεραιότητες, την ενεργειακή κατανάλωση και την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος. Καθώς τα κτίρια έχουν χρόνο ζωής που ξεπερνάει τις μερικές δεκάδες χρόνια, οι οποιεσδήποτε αποφάσεις λαμβάνονται κατά τον σχεδιασμό τους έχει μακροχρόνιες συνέπειες τόσο στο συνολικό ενεργειακό ισοζύγιο όσο και στο ατμοσφαιρικό περιβάλλον (Σανταμούρης 2005).[2.2]

2.2. Κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα

Το 2000, η κατανάλωση ενέργειας στον τομέα αυτό έφτασε τους 7 Mtoe [Mtoe = εκατομμύρια τόνων ισοδύναμου πετρελαίου (ΤΙΠ)] ή το 37% της συνολικής ενεργειακής ζήτησης της Ελλάδας, σε σύγκριση με τους 4,8 Mtoe το 1990. Η ενέργεια αυτή χρησιμοποιήθηκε κυρίως για την ψύξη και θέρμανση χώρων και για την παραγωγή ζεστού νερού σε ιδιωτικά εμπορικά και δημόσια κτίρια. Ενέργεια υπό τη μορφή ηλεκτρισμού χρησιμοποιήθηκε για τη λειτουργία συσκευών/εξοπλισμού και των ηλεκτρικών συστημάτων σε ιδιωτικά, δημόσια και εμπορικά κτίρια. Στην ενεργειακή χρήση του τομέα συμπεριλαμβάνεται η

χρήση από τον αγροτικό τομέα (Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημόσιων Έργων (ΥΠΕΧΩΔΕ) 2002).
Οι αλλαγές της ενεργειακής κατανάλωσης του τομέα αντανακλούν τόσο τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στην Ελλάδα, όσο και την αύξηση του αριθμού των κατοικιών. Αυτοί οι δυο παράγοντες έχουν ως αποτέλεσμα τη βελτίωση των επιπέδων θέρμανσης όπως και της ψύξης τελευταία καθώς και την αύξηση του αριθμού των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών. Η επιφάνεια των εμπορικών χώρων έχει επίσης αυξηθεί σημαντικά, με αποτέλεσμα να αυξάνει τη ζήτηση ηλεκτρισμού για εξαερισμό, φωτισμό και εξοπλισμό γραφείου (ΥΠΕΧΩΔΕ 2002).
Οι παράγοντες που συντείνουν στη μείωση του ρυθμού αύξησης της χρήσης ενέργειας του τομέα είναι η εγκατάσταση θερμομόνωσης σε ιδιωτικές κατοικίες και διαμερίσματα, η εγκατάσταση μονάδων ηλιακής θέρμανσης σε ιδιωτικές κατοικίες και κάποια μεγάλα ξενοδοχεία, η εγκατάσταση διπλών υαλοπινάκων σε νέα και, σε μερικές περιπτώσεις, σε παλαιότερα κτίρια, καθώς και η αντικατάσταση ή ο εκσυγχρονισμός των παλιών ηλεκτρικών συσκευών και των συσκευών θέρμανσης (ΥΠΕΧΩΔΕ 2002).



(Πηγή: ΥΠΕΧΩΔΕ 2002)

Σχήμα 2.1: Τελική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα

Η γενικότερη τάση αύξησης της ενεργειακής ζήτησης, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.1, είναι κυρίως αποτέλεσμα της αυξημένης ζήτησης ηλεκτρισμού και σε μικρότερο βαθμό των προϊόντων πετρελαίου. Το 2000, η συνεισφορά των τελευταίων ήταν στο 51% σε σύγκριση με 52% το 1990, ενώ η χρήση ηλεκτρισμού αυξήθηκε σε 36% συγκριτικά με 29% το 1990. Ωστόσο, αν και σε απόλυτες τιμές, η χρήση στερεών καυσίμων και βιομάζας έχει μείνει σχεδόν σταθερή τα τελευταία χρόνια, η σχετική τους συνεισφορά έχει πέσει στο 10% το 1999, σε σύγκριση με 16% το 1990. Μέχρι το 1985, η κύρια χρήση της βιομάζας ήταν για θέρμανση σε αγροικίες και εξοχικά κτίσματα. Έκτοτε, εκδηλώνεται μια σταδιακή μετατόπιση της χρήσης της από την ύπαιθρο στις μεγάλες αστικές περιοχές. Η αλλαγή αυτή είναι αποτέλεσμα τόσο της αύξησης του πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις στην Ελλάδα, όσο και της ανανεωμένης ζήτησης για εγκατάσταση τζακιών σε ιδιωτικές κατοικίες και σε διαμερίσματα (ΥΠΕΧΩΔΕ 2002).[2.2]

2.3. Προτεραιότητες στον τομέα των κτιρίων

Η αύξηση του ενδιαφέροντος για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος που παρατηρείται κατά τα τελευταία χρόνια σε συνδυασμό με τα τεχνολογικά επιτεύγματα στον τομέα της χρήσης της ηλιακής ενέργειας και της εξοικονόμησης ενέργειας, καθώς και η συνεχής αυξανόμενη αστικοποίηση, ορίζουν τις κύριες προτεραιότητες για την μελλοντική έρευνα στον τομέα των κτιρίων. Έτσι, αυτές θα μπορούσαν να είναι οι παρακάτω :

- Η βελτίωση του εσωτερικού περιβάλλοντος των κτιρίων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί σαν συνδυασμός συνθηκών ικανοποιητικής ποιότητας του εσωτερικού αέρα με ανεκτά επίπεδα θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης στα κτίρια.
- Η μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων με χρήση σύγχρονων εναλλακτικών παθητικών ηλιακών τεχνολογιών που βασίζονται στην βέλτιστη χρήση της ηλιακής ενέργειας και συνδυάζονται με τεχνικές παθητικού δροσισμού που στηρίζονται στη θερμική και ηλιακή προστασία του κτιρίου, καθώς και στην απόρριψη της πλεονάζουσας θερμότητας του κτιρίου σε θερμικές ατμοσφαιρικές καταβόθρες.
- Η προσαρμογή των αστικών κτιρίων στις ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος των πόλεων ώστε να είναι δυνατή η ενσωμάτωση ηλιακών συστημάτων και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας καθώς και η αντιμετώπιση των αλλαγών και μετασχηματισμών που συντελούνται στα θερμικά χαρακτηριστικά του αστικού περιβάλλοντος (Σανταμούρης 2005).

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 παραγωγικότητά του. Η κατά τα τελευταία χρόνια δραματική υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού περιβάλλοντος καθώς και η χρήση υλικών και συσκευών μη φιλικών προς αυτό έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια. Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο (Σανταμούρης 2005).

Παράλληλα η αύξηση των επιπέδων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και οι υψηλές εκπομπές μέρους των συγχρόνων δομικών υλικών συντελούν στην αύξηση της συγκέντρωσης ρυπαντών στο εσωτερικό των κτιρίων με ιδιαίτερα σημαντικές συνέπειες τόσο στην υγεία όσο και την παραγωγικότητα των ενοίκων (Σανταμούρης 2005).

Τα παραπάνω καθορίζουν το πλαίσιο εξέτασης και ανάλυσης του όλου ενεργειακού και περιβαλλοντικού προβλήματος των κτιρίων. Η ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων δεν θα πρέπει να αποσυνδέεται από τα προβλήματα περιβάλλοντος και θα πρέπει να μελετάται σαν μια ενότητα μαζί με το συγκεκριμένο εξωτερικό μικροκλίμα στον χώρο του κτιρίου καθώς και το διαμορφούμενο εσωτερικό περιβάλλον. Η αλληλοσχετιζόμενη φύση των παραμέτρων που ορίζουν την απόδοση των κτιρίων απαιτεί την ανάπτυξη πρωτοβουλιών, τόσο σε θεωρητικό όσο και σε πειραματικό - πρακτικό επίπεδο, ενταγμένων σε μια συντονισμένη και ολοκληρωμένη δράση (Σανταμούρης 2005).[2.2]

2.4. Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα

Πέρα όμως από τις παραπάνω αξιώσεις διαπιστώνεται από διάφορες μελέτες που έχουν γίνει γύρω από αυτό το θέμα ότι μέτρα εξοικονόμησης σε παλιά κτίρια μπορούν να μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας μέχρι και 60%, ενώ σε νεόδμητα η κατανάλωση μπορεί να μειωθεί ακόμα και σε ποσοστό 90% με σωστό σχεδιασμό (ΕΚΠΑΑ 2003).

Έτσι σύμφωνα με το ΕΚΠΑΑ (2003), γενικότερα η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να επιτευχθεί με:

• τον περιορισμό των θερμικών-ψυκτικών φορτίων του κτιρίου,

• την εκμετάλλευση παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και τεχνικών ή και συστημάτων φυσικού-υβριδικού δροσισμού και κλιματισμού-ψύξης

• την εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, και

• τη σωστή επιλογή, εγκατάσταση, λειτουργία και συντήρηση των συμβατικών συστημάτων.

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας προκύπτει από το σωστό και ορθολογικό σχεδιασμό σε ότι αφορά τη χωροθέτηση και τον προσανατολισμό του κτιρίου, το μέγεθος, τον προσανατολισμό και τη θέση των ανοιγμάτων, καθώς και την προστασία του κελύφους (θερμομόνωση, ανεμοπροστασία και ηλιοπροστασία). Όταν το άμεσο κέρδος (νότια ανοίγματα) είναι μεγάλης επιφάνειας και δεν συνοδεύεται από επαρκή νυχτερινή μόνωση, μπορεί να έχουμε αρνητικά αποτελέσματα κατά τη διάρκεια του χειμώνα λόγω μεγάλων θερμικών απωλειών τη νύχτα.

Ο φυσικός δροσισμός με διαμπερή αερισμό και άλλες τεχνικές ενδείκνυται για όλες τις κλιματικές περιοχές της χώρας, συμβάλλοντας σε σημαντικό βαθμό στην εξοικονόμηση ενέργειας για ψύξη (έως και 100% για κτίρια στις βόρειες κλιματικές περιοχές). Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή τεχνικών φυσικού δροσισμού αποτελεί η ηλιοπροστασία του κτιρίου, ενώ ο νυχτερινός αερισμός προτείνεται τόσο σε κτίρια κατοικίας όσο και για χρήσεις κτιρίων του τριτογενή τομέα.

Πέραν των παθητικών συστημάτων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, πολλά μπορούν να γίνουν και στον εξοπλισμό του κτιρίου (παλαιού ή νέου) προκειμένου να μειωθούν οι ανάγκες του σε ενέργεια και να βελτιωθεί η περιβαλλοντική συμπεριφορά του. Αναφέρουμε επιγραμματικά:

- Τακτική συντήρηση του λέβητα.
- Αντικατάσταση λέβητα πετρελαίου με λέβητα φυσικού αερίου ή βιομάζας.
- Σωστή μόνωση.
- Διπλά υαλοστάσια (κυρίως στις βόρειες περιοχές της χώρας) ή υαλοστάσια χαμηλού συντελεστή εκπομπής (low-e).
- Εξωτερική σκίαση.
- Αξιοποίηση του φυσικού δροσισμού και του νυχτερινού αερισμού του κτιρίου.
- Τοποθέτηση συστήματος ενεργειακού ελέγχου των κτιρίων – BMS (Building Management Systems). Το σύστημα BMS είναι ένα σύστημα αυτομάτου ελέγχου που ρυθμίζει τη θέρμανση, τον δροσισμό, τον αερισμό καθώς και τον φωτισμό ενός κτιρίου, ώστε να επιτυγχάνεται πάντοτε η ελάχιστη ενεργειακή κατανάλωση και ταυτόχρονα τα βέλτιστα επίπεδα θερμικής και οπτικής άνεσης.
- Τοποθέτηση θερμοστατικών διακοπτών για ρύθμιση της θερμοκρασίας κάθε δωματίου ανάλογα με τις ανάγκες.

- Χρήση φωτιστικών μέσων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Επιλογή ηλεκτρικών-ηλεκτρονικών συσκευών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Χρήση ηλιακών συστημάτων για ζεστό νερό χρήσης (ηλιακοί θερμοσίφωνες), θέρμανση και κλιματισμό ή και ηλεκτροπαραγωγή (με φωτοβολταϊκά συστήματα)[2.2]

2.5. Ο ενεργειακός σχεδιασμός των κτιρίων

Η φάση του σχεδιασμού ενός κτιρίου είναι κρίσιμη γιατί καθορίζει την ενεργειακή συμπεριφορά του. Ο ενεργειακός σχεδιασμός έχει σαν στόχο την ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας, με ταυτόχρονη διατήρηση των συνθηκών άνεσης ή ακόμη και με βελτίωση τους.
Ο ενεργειακός σχεδιασμός στηρίζεται σε τέσσερις αρχές:
1. Εφαρμογή βιοκλιματικού σχεδιασμού κτιρίων και περιβάλλοντος χώρου.
2. Χρήση κατάλληλων συστημάτων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας.
3. Ενεργειακή διαχείριση με κατάλληλο σύστημα BMS, που εξασφαλίζει τη διαρκή επιτήρηση και τον έλεγχο των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου. Το σύστημα αυτό αποτελεί μία μοναδική λύση για τη συντονισμένη και ορθολογική λειτουργία των σύγχρονων εγκαταστάσεων σε μεσαία και μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα.
4. Αξιοποίηση των διαθέσιμων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για τη μερική ή ολική κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτιρίου.
Από τον ενεργειακό σχεδιασμό προκύπτουν τα παρακάτω οφέλη:
• Εξοικονόμηση ενέργειας με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους λειτουργίας (λιγότερα καύσιμα).
• Μείωση των ρύπων, που προκαλούνται από την καύση των συμβατικών καυσίμων.
• Εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης.
Επεξηγηματικά αναφέρουμε ότι η οπτική άνεση σε ένα χώρο απαιτεί α) την επίτευξη των απαραίτητων φωτιστικών επιπέδων για το είδος των εργασιών που επιτελούνται στο χώρο, β) την εξασφάλιση οπτικής επαφής με το εξωτερικό περιβάλλον και γ) την αποφυγή της οπτικής θάμβωσης. Τέλος, η έννοια της θερμικής άνεσης σε ένα χώρο σχετίζεται με το ενεργειακό ισοζύγιο των ενοίκων. Κάθε οργανισμός παράγει, δέχεται και αποβάλλει θερμότητα με διαδικασίες αγωγιμότητας, μεταφοράς, εκπομπής και εξάτμισης. Θετικό θερμικό ισοζύγιο σημαίνει αίσθημα θερμικής δυσφορίας, ενώ το αρνητικό θερμικό ισοζύγιο προκαλεί αίσθημα κρύου. Αν το φυσικό περιβάλλον του κτιρίου δεν εξασφαλίζει τη θερμική ουδετερότητα του ατόμου, απαιτείται η αλλαγή των κλιματικών παραμέτρων στο κτίριο και ειδικότερα της εσωτερικής θερμοκρασίας. Είναι προφανές ότι στην περίπτωση αυτή επεμβαίνουμε στο ενεργειακό ισοζύγιο του ίδιου του κτιρίου (Περδίος 2006).[2.2]

2.6. Βιοκλιματικός σχεδιασμός

Ως βιοκλιματικός σχεδιασμός θεωρείται ο αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων που επιδιώκει την ένταξη του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον

προστατεύοντας ταυτόχρονα ευαίσθητες περιοχές με σπάνια οικοσυστήματα (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη , (1985)).

Στοιχεία όπως ο φωτισμός, ο αερισμός, ο ηλιασμός και γενικότερα η ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου καθορίζονται άμεσα από το κλίμα και ταυτόχρονα το σχεδιασμό του. Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός στοχεύει στην αξιοποίηση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο και να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας (Ανδρεαδάκη- Χρονάκη , (1985)).

Βασικές αρχές θεωρούνται οι παρακάτω:

- Δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος
- Προσανατολισμός του κτιρίου
- Σχεδιασμός του κτιριακού κελύφους
- Σχεδιασμός των όψεων του κτιρίου
- Χρησιμοποίηση παθητικών συστημάτων θέρμανσης και ψύξης

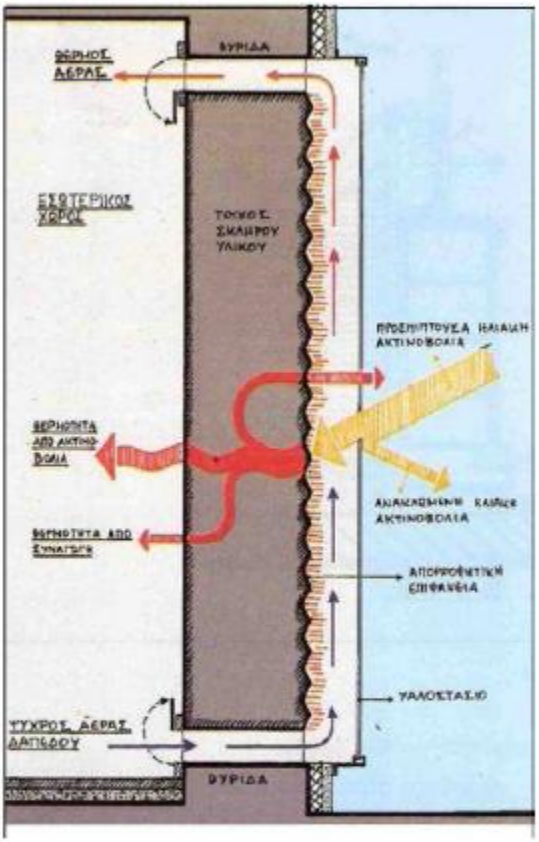
Αναλυτικά μπορεί να αναφερθεί ότι ως προς τη δημιουργία ευνοϊκού μικροκλίματος, φυτεμένες στέγες ή δώματα (ή γενικότερα φυτεύσεις), και το υγρό στοιχείο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του κτιρίου. Οι φυτεμένες στέγες παρουσιάζουν μία σειρά πλεονεκτημάτων όπως η παραγωγή οξυγόνου και η δέσμευση διοξειδίου του άνθρακα, το φιλτράρισμα του αέρα και την αποφυγή της έντονης διακύμανσης της σχετικής υγρασίας του αέρα.

Ως προς τον προσανατολισμό του κτιρίου μπορεί να σημειωθεί ότι ο νότιος προσανατολισμός σε συνδυασμό με το σχεδιασμό των κατάλληλων ανοιγμάτων στη όψη του κτιρίου μπορεί να αποδειχτεί ιδιαίτερα ευνοϊκός για τις εσωτερικές συνθήκες θέρμανσης και ψύξης του κτιρίου. Αντίστοιχα ενεργειακά οφέλη μπορούν να προκύψουν και από τη σωστή αξιοποίηση των υπόλοιπων προσανατολισμών με χαρακτηριστικό παράδειγμα την αξιοποίηση του βορινού προσανατολισμού (με μικτά ανοίγματα) για το φυσικό δροσισμό του κτιρίου κατά τη θερινή περίοδο. Γενικά, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, καθώς, ενώ στη βόρεια Ευρώπη το πρόβλημα της υπερθέρμανσης δεν είναι ιδιαίτερα έντονο, στις νότιες περιοχές η υπερθέρμανση είναι ένα μείζον ζήτημα που θα πρέπει να αντιμετωπίζεται. Για το λόγο αυτό μία νότια όψη με μεγάλα ανοίγματα θα πρέπει να σχεδιάζεται με μηχανισμούς σκίασης (Βουγίουκα ,Γεωργάκης ,Γεωργιάδου , (1996)).

Αντίστοιχες αρχές εφαρμόζονται στο σχεδιασμό των όψεων ενός κτιρίου και του κελύφους όπου με την κατάλληλη μόνωση του κελύφους, με υλικά που θα πρέπει να εξασφαλίζουν ταυτόχρονα τη διαπνοή του κτιρίου και ανοίγματα από διπλούς υαλοπίνακες με διάκενο, ελαττώνονται οι απώλειες θερμότητας.

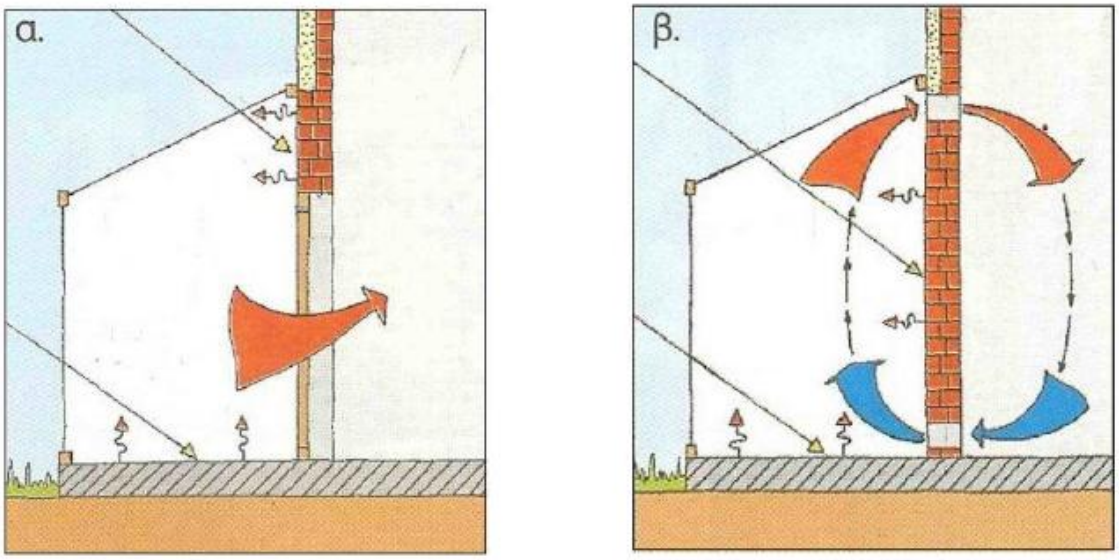
Τέλος, όσον αφορά στα παθητικά ηλιακά συστήματα σημειώνεται ότι εκμεταλλεύονται την ηλιακή ενέργεια χωρίς χρήση υψηλής τεχνολογίας και μηχανικών μέσων. Βασίζονται στη ροή θερμικής ενέργειας, εκμεταλλεύονται τις φυσικές ιδιότητες των υλικών του κτιρίου και χρησιμοποιούν για τη συλλογή και την αποθήκευση της ηλιακής ακτινοβολίας τα δομικά στοιχεία (ανοίγματα, τοίχους, δάπεδα, οροφές, δώμα). Τα παθητικά συστήματα χωρίζονται σε παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και συστήματα φυσικού δροσισμού. Στην πρώτη κατηγορία που είναι και η περισσότερο κρίσιμη εντοπίζουμε στις κατηγορίες άμεσου κέρδους και έμμεσου κέρδους.

Στα συστήματα άμεσου κέρδους η ηλιακή ενέργεια συλλέγεται από τους υαλοπίνακες, τους οποίους και διαπερνά κατά το μεγαλύτερο μέρος της. Μέρος αυτής αποδίδεται με μορφή θερμότητας άμεσα στον αέρα του χώρου ενώ, μέρος αποθηκεύεται στη μάζα του κτιρίου (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, όταν αυτά έχουν επαρκή θερμοχωρητικότητα) και αποδίδεται στο χώρο με χρονική υστέρηση. Πλεονεκτήματά της είναι η απλή δομή και λειτουργία, ο μεγάλος βαθμός ελευθερίας μορφής και υλικών κτιρίου, τα σημαντικά θερμικά κέρδη το χειμώνα.
Τα συστήματα έμμεσου κέρδους είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποδίδουν με έμμεσο τρόπο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, είτε μέσω δομικών στοιχείων είτε μέσω ανοιγμάτων διαφόρων ειδών (θυρίδων, αγωγών, κ.α.). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ηλιακοί τοίχοι (σχήμα 2.2), τοίχοι θερμικής αποθήκευσης , οι οποίοι αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας, όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που περιέχουν νερό με εξωτερική επιφάνεια σκούρου χρώματος για αύξηση της απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.[2.1]



Σχήμα 2.2: Κατακόρυφη τομή ηλιακού τοίχου (τοίχου Trombe) (Πηγή: www.anelixi.org)

Στην κατηγορία αυτή επίσης ανήκουν ηλιακοί χώροι – προσαρτημένα θερμοκήπια, δηλαδή κλειστοί χώροι με ποσοστό γυάλινης επιφάνειας, οι οποίοι προσαρτώνται σε τμήμα του κτιριακού κελύφους.



Σχήμα 2.3: Σχηματική διάταξη λειτουργίας θερμοκηπίου (Πηγή: www.anelixi.org)

Εξαιρετικά επίκαιρο είναι και το ζήτημα της χρησιμοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (τα φωτοβολταϊκά τόξα για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και τις ανεμογεννήτριες για την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας), αλλά και της χρησιμοποίησης ανακυκλώσιμων υλικών.

2.7. Χρήσεις ενέργειας στα κτίρια

Είναι γνωστό ότι προκειμένου να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες ενός κτιρίου/οικίας δυο τρόποι υπάρχουν: με συμβατικές πηγές ενέργειας και με ανανεώσιμες ή ήπιες μορφές ενέργειας. Λέγοντας συμβατικές εννοούμε την ενέργεια που παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων όπως πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο, λιγνίτης κ.α. ενώ χρησιμοποιώντας τον όρο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) εννοούνται: «Οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η ενέργεια κυμάτων, η παλιρροϊκή ενέργεια, η βιομάζα, τα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, τα βιοκαύσιμα, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από μικρούς υδροηλεκτρικούς σταθμούς» (Εφημερίδα της Κυβερνήσεως 2006). Αξίζει εδώ να μνημονευθεί και ένας ορισμός που δίνεται για τις ήπιες μορφές ενέργειας. Έννοια η οποία είναι ταυτόσημη με αυτή των ΑΠΕ, καθώς ήπιες μορφές ενέργειας ονομάζονται εκείνες που αξιοποιούν ενεργειακούς πόρους ανανεώσιμους, με φυσικό τρόπο σε βραχύ σχετικά χρονικό διάστημα, έτσι ώστε να θεωρούνται ανεξάντλητες (Αλάσης 2005). Προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή η έννοια των ανανεώσιμων ή ήπιων μορφών ενέργειας, θα ακολουθήσει μια συνοπτική περιγραφή των πιο διαδεδομένων μορφών που χρησιμοποιούνται σήμερα αλλά και των εφαρμογών και των χρήσεων τους στα διάφορα κτίρια.[2.2]

2.7.1.Μορφές των ΑΠΕ

- Αιολική Ενέργεια: η κινητική ενέργεια που παράγεται από τη δύναμη του ανέμου και μετατρέπεται σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια ή/και σε ηλεκτρική ενέργεια (http://www.hellasres.gr). Τα σύγχρονα συστήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας αφορούν σχεδόν αποκλειστικά μηχανές που μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική και ονομάζονται ανεμογεννήτριες (Α/Γ). Η σημαντικότερη οικονομική εφαρμογή των Α/Γ είναι η σύνδεση τους στο δίκτυο μιας χώρας, για την απόδοση σε αυτό της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή μιλάμε για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου, δηλαδή μια συστοιχία πολλών Α/Γ. Από την άλλη όμως όταν οι ενεργειακές απαιτήσεις είναι μικρότερες όπως σε απομονωμένες αγροτικές ή εξοχικές κατοικίες, σταθμούς τηλεπικοινωνίας σε βουνά, φυλάκια ένοπλων δυνάμεων, ορειβατικά καταφύγια κ.λ.π. χρησιμοποιούνται μικρές Α/Γ σε συνδυασμό συνήθως με συστοιχίες συσσωρευτών για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Στις περισσότερες εφαρμογές η εγκατάσταση συνοδεύεται από ντηζελογεννήτρια, η οποία εξασφαλίζει την αδιάλειπτη παροχή ρεύματος (ΚΑΠΕ 2006α).

- Υδραυλική Ενέργεια: αξιοποιεί τις υδατοπτώσεις, με στόχο την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή και το μετασχηματισμό της σε απολήψιμη μηχανική ενέργεια (http://www.hellasres.gr). Σήμερα η υδροηλεκτρική είναι η σημαντικότερη και η πιο ώριμη εφαρμογή ανανεώσιμης ενέργειας, με περίπου 700.000 MW εγκατεστημένης ισχύος, τα οποία παρήγαγαν το 2004 πάνω από το 16% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως. Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι μιλάμε μόνο για τα Μικρής κλίμακας Υδροηλεκτρικά Συστήματα (ΜΥΗΣ) εφόσον τα μεγάλης κλίμακας εν γένει δεν θεωρούνται ως συστήματα αξιοποίησης των ΑΠΕ καθώς υπάρχει η αντίληψη ότι τα μεγάλα φράγματα δημιουργούν διάφορα περιβαλλοντικά προβλήματα. Σε αντίθεση με κάποιες άλλες από τις τεχνολογίες ΑΠΕ, τα ΜΥΗΣ μπορούν γενικά να παράγουν ένα ποσό ηλεκτρισμού σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή ανάλογα με τη ζήτηση. Βλέπουμε ότι η κύρια χρήση της υδραυλικής ενέργειας είναι για τη παραγωγή ηλεκτρισμού στα διάφορα κτίρια αλλά και σε ποικίλες άλλες δραστηριότητες (ΚΑΠΕ 2006α).

- Βιομάζα: είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας, που μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μία σειρά διεργασιών των φυτικών οργανισμών χερσαίας ή υδρόβιας προέλευσης (http://www.hellasres.gr). Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση.

Σήμερα, η κύρια χρήση της βιομάζας εστιάζεται στη παραγωγή θερμικής ενέργειας (ICAP / Δήλος 2000). Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.α) σε περιορισμένη όμως κλίμακα (ΚΑΠΕ 2006α).

Η βιομάζα μπορεί να αξιοποιηθεί για την κάλυψη ενεργειακών αναγκών (παραγωγή θερμότητας, ψύξης, ηλεκτρισμού κλπ) είτε με απευθείας καύση, είτε με μετατροπή της σε αέρια, υγρά ή/και καύσιμα μέσω θερμοχημικών ή βιομηχανικών διεργασιών. Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η διαδικασία της συμπαραγωγής. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το

μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας που θα χάνονταν στο περιβάλλον, εάν χρησιμοποιούσαμε συμβατικούς τρόπους παραγωγής, ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς (ΚΑΠΕ 2006α).

Επίσης η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τηλεθέρμανση των κατοικιών. Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για την θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, ένα οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη από ένα κεντρικό σταθμό παραγωγή θερμότητας. Ακόμη κάποιες από τις χρήσεις της είναι: η αξιοποίηση της σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για την θέρμανση θερμοκηπίων, παραγωγή υγρών καυσίμων με τη βιοχημική της μετατροπή, παραγωγή καυσίμων με θερμοχημική της μετατροπή, ως βιοαέριο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού (ΚΑΠΕ 2006α).

- Ηλιακή Ενέργεια: αξιοποιείται μέσω τεχνολογιών που εκμεταλλεύονται και τη θερμότητα και τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα του ήλιου (http://www.hellasres.gr). Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, διακρίνονται σε:

- Ενεργειακά Παθητικά Συστήματα
- Παθητικά Ηλιακά και υβριδικά Συστήματα

***- Γεωθερμική ενέργεια*:** η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμπεριέχεται σε φυσικούς ατμούς, σε επιφανειακά ή υπόγεια θερμά νερά και σε θερμά ξηρά πετρώματα (http://www.hellasres.gr). Η πιο διαδεδομένη χρήση των θερμών νερών της γεωθερμίας αυτή για θεραπευτικούς σκοπούς, ήταν γνωστή εδώ και χιλιάδες χρόνια σε όλο το κόσμο (Γεωργόπουλος 2001, σελ. 225). Όμως η γεωθερμία είναι μια ήπια και ανανεώσιμη ενεργειακή πηγή που μπορεί με τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης αλλά και να παράγει ηλεκτρική ενέργεια σε κάποιες περιπτώσεις. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150ο C) η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών αλλά και στην ψύξη των κτιρίων (ΚΑΠΕ 2006β). Τέλος, οι πιο διαδεδομένες εφαρμογές αξιοποίησης της γεωθερμίας είναι για γεωργικές χρήσεις (θερμοκήπια, ξηραντήρια), για κτηνοτροφικές χρήσεις (θέρμανση ορνιθοτροφείων κ.ά), για θέρμανση νερού ιχθυοκαλλιεργειών, στη γεωργική βιομηχανία και για αφαλάτωση νερού (ΚΑΠΕ 2006β).

Συνοψίζοντας, διαπιστώνουμε ότι οι καθαρές αυτές πηγές ενέργειας που προέρχονται από ανανεώσιμους πόρους, μπορεί να έχουν μια ποικιλία εφαρμογών και να καλύψουν ικανοποιητικά το σύνολο των αναγκών των ανθρώπινων κοινωνιών. Εδώ, βέβαια, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στο τρόπο που αυτές θα χρησιμοποιηθούν αλλά και στην επιλογή της κατάλληλης εφαρμογής και τεχνικής η οποία θα εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής εφαρμογής αλλά και τα κλιματολογικά, τεχνικά, οικονομικά κ.ά δεδομένα.

Προκειμένου να έχουμε μια πληρέστερη εικόνα των εφαρμογών των ΑΠΕ, παρατίθεντο συνοπτικά στο **Πίνακα 2.1** οι κυριότερες μορφές των ΑΠΕ καθώς και οι διάφορες υπηρεσίες παροχής ενέργειας που μπορούν να προσφέρουν**.**

Πίνακας 2.1. Τεχνολογίες ΑΠΕ και οι αντίστοιχες εφαρμογές τους

	Τεχνολογία						
Χρήσεις	Φωτοβολταϊκά	Ηλιακοί φανοί	Ηλιακές εστίες	Αιολικές αντλίες νερού	Αιολικά	Μικρά Υδροηλεκτρικά	Βιομάζα Βιοαέριο
Ηλεκτρισμός στην κατοικία (εκτός δικτύου)	•	•			•	•	
Κέντρα υγείας και σχολεία	•				•	•	
Παραγωγή ηλεκτρισμού για πώληση στο δίκτυο	•				•	•	•
Άντληση νερού	•			•			
Μαγείρεμα και θέρμανση			•				•
Αγροτικές και εμπορικές χρήσεις	•		•		•	•	

(Πηγή: Ε.Κ.Π.Α.Α. 2003)

Παρακάτω συνοψίζονται κάποιες βασικές παράμετροι σχεδιασμού ενός κτιρίου που επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση – ψύξη, φωτισμό και λοιπές λειτουργίες. [2.2]

2.8 Χαρακτηριστικά της Πάγιας Υποδομής του Κτιρίου

Στον Πίνακα 2.2 συνοψίζονται ορισμένα χαρακτηριστικά της πάγιας υποδομής του κτιρίου που επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Τα χαρακτηριστικά αυτά έχουν ομαδοποιηθεί σε τρείς κατηγορίες : (i) Στα γεωμετρικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κελύφους: σκελετού, συμπεριλαμβανομένου και του προσανατολισμού, (ii) στα κύρια χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης – ψύξης – εξαερισμού και (iii) στα κύρια χαρακτηριστικά των φωτιστικών σωμάτων και του κινητού εξοπλισμού του κτιρίου.

Πίνακας 2.2: Χαρακτηριστικά σχεδιασμού της πάγιας υποδομής του κτιρίου που επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση

ΚΕΛΥΦΟΣ – ΘΕΣΗ-ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ / ΨΥΞΗΣ/ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΡΑΦΕΙΟΥ /ΦΩΤΙΣΜΟΣ
• Σχετική θέση του κτιρίου ως προς τον ήλιο. Γειτονικά κτίρια. • Υλικά κατασκευής του κτιρίου: τοιχοποιία, σκελετός, ανοίγματα • Θερμομόνωση κελύφους	• Σχεδιασμός και σύστημα ελέγχου της θέρμανσης, ψύξης, εξαερισμού • Επιμέρους βαθμοί απόδοσης εξοπλισμού- εγκατάστασεων θέρμανσης – ψύξης - εξαερισμού • Ανάκτηση ενέργειας • Αξιοποίηση ηλιακής ενέργειας	• Ενταση φωτισμού ανά θέση εργασίας, εκμετάλ-λευση ηλιακού φωτός • Τεχνολογία φωτιστικών σωμάτων, χαρακτη-ριστικά ενεργειακής απόδοσης • Επιμέρους βαθμοί απόδοσης εξοπλισμού

2.9 Χαρακτηριστικά του Συστήματος Ελέγχου του Κτιρίου

Ιδιαίτερα σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας στα σύγχρονα κτίρια, μπορεί να γίνει με κατάλληλες παρεμβάσεις στα συστήματα και πρακτικές αυτόματου ή χειροκίνητου ελέγχου των διαφόρων λειτουργιών του κτιρίου. Για παράδειγμα, στον Πίνακα 2.3 συνοψίζονται ορισμένες χαρακτηριστικές παράμετροι ελέγχου της λειτουργίας των υποσυστημάτων του κτιρίου που επηρεάζουν σημαντικά την κατανάλωση ενέργειας. Εδώ μπορούμε να διακρίνουμε τρία επίπεδα ελέγχου: Το πρώτο επίπεδο υλοποιείται με κατάλληλο προγραμματισμό των ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου. Το δεύτερο επίπεδο υλοποιείται με κατάλληλη εκπαίδευση του προσωπικού ασφαλείας /καθαρισμού του κτιρίου, και το τρίτο επίπεδο υλοποιείται από τους ίδιους τους εργαζομένους, και πάλι με κατάλληλη εκπαίδευση ώστε να καλλιεργηθεί κουλτούρα εξοικονόμησης ενέργειας μεταξύ τους.

Πίνακας 2.3: Χαρακτηριστικές παράμετροι ελέγχου ορισμένων υποσυστημάτων του κτιρίου που επηρεάζουν σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση στη διάρκεια του έτους.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΤΙΡΟΥ	ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ –ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ	ΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟΙ
• Κατάλληλη ρύθμιση παραμέτρων ελέγχου θέρμανσης -ψύξης -εξαερισμού • Βελτιστοποίηση των τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού -χρονοδιακόπτες.	• Κλείσιμο των φώτων • Κλείσιμο πορτών – παραθύρων • Κλείσιμο κλιματισμού επιμέρους χώρων • Κλείσιμο των μηχανισμών σκίασης	• Κλείσιμο εξοπλισμού και φώτων κατά την αποχώρηση από το γραφείο • Διατήρηση της θερμοκρασίας χώρου στους 20 °C ή χαμηλότερα το χειμώ-να, 26 °C ή υψηλότερα το καλοκαίρι • Χρήση των μέσων σκίασης • Καλός αερισμός των χώρων για μικρά χρονικά διαστήματα, όχι ανοικτά παράθυρα όλη μέρα.

2.10 Σχέδιο Κανονισμού για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα των κτιρίων – ΚΕΝΑΚ.

Ο Νόμος 3661/2008 ενσωματώνει όλες τις διατάξεις της αντίστοιχης Ευρωπαϊκής Οδηγίας, προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες. Αυτές αφορούν στον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης και στη μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 3) νέων και υφιστάμενων κτιρίων (άρθρα 4 και 5), στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (άρθρο 6), στις επιθεωρήσεις των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού (άρθρα 7 και 8) και στην πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών (άρθρο 9).[2.3]

Αναλυτικότερα:

Με τον ΚΕΝΑΚ προβλέπεται η ενσωμάτωση ενός ολοκληρωμένου ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους, την εξοικονόμηση ενέργειας και την προστασία του περιβάλλοντος, με συγκεκριμένες δράσεις που αφορούν κυρίως στα:

1. Εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων
2. Ενεργειακή Κατάταξη Κτιρίων (Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης)
3. Ενεργειακές Επιθεωρήσεις Κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού

1. Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης

Σε κάθε νέο κτίριο, καθώς και σε κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά, όπως αυτά ορίζονται στα άρθρα 4 & 5 αντίστοιχα, του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11), απαιτείται η εκπόνηση Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία αποτελεί διακριτή μελέτη (επιπλέον των μελετών αρχιτεκτονικής, διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, που όμως περιλαμβάνει τμήματα των υπολογισμών θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης και φωτισμού) και η οποία υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αντικαθιστά τη μελέτη θερμομόνωσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται μεθοδολογία υπολογισμού σύμφωνα με τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα με τη μέθοδο ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος και με βάση την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ λαμβάνονται υπόψη τα κλιματικά δεδομένα των τεσσάρων κλιματικών ζωνών, στις οποίες διαιρείται πλέον η ελληνική επικράτεια.

Η μεθοδολογία βασίζεται στην **ταυτόχρονη απαίτηση κάλυψης ελάχιστων προδιαγραφών και ποσοτικής σύγκρισης του κτιρίου με κτίριο αναφοράς.** Δηλαδή, κάθε κτίριο πρέπει:

(Α) να τηρεί ελάχιστες προδιαγραφές που περιλαμβάνουν:

1. Το σχεδιασμό του κτιρίου: (λαμβάνονται υπόψη παράμετροι όπως κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός, διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου, χωροθέτηση των ανοιγμάτων και λειτουργιών και ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος, ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού και φωτισμού).

2. Το κτιριακό κέλυφος: (θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων κτιριακού κελύφους).

3. Τις ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις.

Επισημαίνεται ότι αδυναμία εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

(Β) Να συγκριθεί με Κτίριο Αναφοράς, το οποίο νοείται ως κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο, το οποίο όμως έχει **συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά** που περιλαμβάνουν επίσης**:**

1. Το σχεδιασμό του κτιρίου (αν το υπό μελέτη κτίριο διαθέτει πέραν του ενός Παθητικού Ηλιακού Συστήματος, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους

υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης για το κτίριο αναφοράς και αντικαθίστανται με αντίστοιχες συμβατικές διαφανείς και μη επιφάνειες).

2. Το κτιριακό κέλυφος

3. Τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Άρα,

Κάθε κτίριο πρέπει:

(Α) να πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές και

(Β) είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του να είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς

είτε να πληροί τις προδιαγραφές του κτιρίου αναφοράς στο σύνολό τους

Η κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς αντιστοιχεί στην προαπαιτούμενη από το νόμο μέγιστη δυνατή κατανάλωση (ενεργειακή κατηγορία Β).

Δικαίωμα υπογραφής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έχουν οι νομιμοποιούμενοι, μέχρι την έναρξη ισχύος της παρούσας, να υπογράφουν τις αντίστοιχες μελέτες, ενώ ενδεικτικά η αμοιβή για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτιρίου είναι:

Επιφάνεια δαπέδου κτιρίου (Α)	Ποσοστό επί συνολικής αμοιβής αρχιτεκτονικής και Η/Μ μελέτης
Α ≤ 5000 τ.μ	20%
Α > 5000 τ.μ.	18%

2. Ενεργειακή Κατάταξη - Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς (RR) αποτελεί επίσης τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης (αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης Β), όπως φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα. Κτίρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη ενεργειακή απαίτηση κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
Α+	EP ≤ 0,33RR	T ≤ 0,33
Α	0,33RR < EP ≤ 0,5RR	0,33 <T ≤ 0,50
Β+	0,5RR < EP ≤ 0,75RR	0,50 <T ≤ 0,75
Β	**0,75RR < EP ≤1,0RR**	**0,75 < T ≤ 1,00**
Γ	1,0RR < EP ≤ 1,41RR	1,00 < T ≤ 1,41
Δ	1,41RR < EP ≤ 1,82RR	1,41 <T ≤ 1,82
Ε	1,82RR < EP ≤ 2,27RR	1,82 <T ≤ 2,27

Z 2,27RR < EP ≤ 2,73RR 2,27 <T ≤ 2,73

Ο λόγος Τ είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου (ΕΡ) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και αποτελεί τη βάση για τον καθορισμό των κατηγοριών ενεργειακής απόδοσης.

3. Ενεργειακές επιθεωρήσεις κτιρίων

Η ενεργειακή επιθεώρηση για την πιστοποίηση των κτιρίων και η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) εφαρμόζεται, μετά την έναρξη ισχύος του ΚΕΝΑΚ και του Π. Δ/γματος για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 6 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11) και με ευθύνη του ιδιοκτήτη ή διαχειριστή. Πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο διάγνωσης της εφαρμογής της νομοθεσίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

Πότε γίνονται και σε ποιους αφορούν

(α) μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου υφισταμένου κτιρίου άνω των 1.000 τ.μ., εφόσον έχει προβεί σε ριζική ανακαίνιση,

(β) κατά την πώληση και μίσθωση κτιρίων ή τμημάτων αυτών προκειμένου να ολοκληρωθεί η πώληση και η διαδικασία ενοικίασης.

Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης

Κατά την περίπτωση (α) ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιθεωρεί το κτίριο σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στην Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης και κατατάσσει το κτίριο στην ανάλογη νεργειακή κατηγορία, που δεν μπορεί να είναι μικρότερη της ενεργειακής κατηγορίας Β.

Εφόσον το επιθεωρούμενο κτίριο δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις που δίνει ο ΚΕΝΑΚ και δεν ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά της ελάχιστης ενεργειακής κατηγορίας Β', ο Επιθεωρητής δεν εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, αλλά δίνει χρόνο συμμόρφωσης – που δεν μπορεί να υπερβαίνει τον έναν (1) χρόνο προκειμένου να προβεί ο υπεύθυνος στην υλοποίηση των αναγκαίων επεμβάσεων ενεργειακής απόδοσης. Ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επανέρχεται για να επιθεωρήσει εκ νέου το κτίριο, μετά το πέρας της προθεσμίας συμμόρφωσης, επιθεωρεί το κτίριο και εκδίδει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης.

Στην περίπτωση κατά την οποία το κτίριο εξακολουθεί να μην πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του ΚΕΝΑΚ, προβλέπονται κυρώσεις, που βαρύνουν τον υπεύθυνο.

Κατά την περίπτωση (β) ο Ενεργειακός Επιθεωρητής επιθεωρεί το κτίριο ή τμήμα αυτού προκειμένου να διαγνώσει το βαθμό ενεργειακής του απόδοσης και να εκδώσει Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, κατατάσσοντας το κτίριο στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία και να υποδείξει αναγκαίες επεμβάσεις κατά προτεραιότητα, οι οποίες θα αναβαθμίσουν ενεργειακά το κτίριο.

Σε κάθε περίπτωση ο Ενεργειακός Επιθεωρητής υπογράφει και σφραγίζει το Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης και αναγράφει τον αριθμό Μητρώου του.

Παραδίδει ένα αντίγραφο του Πιστοποιητικού στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και ένα αντίγραφο – ηλεκτρονικά – στην αρμόδια υπηρεσία του ΥΠΕΚΑ, η οποία συγκροτείται προς τούτο (Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας), προκειμένου να ενημερώσει το Αρχείο των Ενεργειακών Επιθεωρήσεων (Βάση Δεδομένων).

Έλεγχος της αξιοπιστίας της διαδικασίας ενεργειακής επιθεώρησης και πιστοποίησης

Ο έλεγχος θα γίνεται από ένα νέο σώμα Επιθεωρητών Ενέργειας, που δημιουργείται με τη συγκρότηση στο ΥΠΕΚΑ της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας, στη βάση της επεξεργασίας της Βάσης Δεδομένων (Αρχείο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων) ή/και μετά από καταγγελίες ή/και αυτεπάγγελτα.

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

4. Ενεργειακή Επιθεώρηση λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού

Η ενεργειακή επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 7 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11). Επισημαίνεται ότι:

(α) Από την έναρξη ισχύος της παρούσης και εντός διαστήματος τεσσάρων (4) ετών επιβάλλεται η αρχική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.

(β) Η αρχική επιθεώρηση λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού προηγείται της αρχικής ενεργειακής επιθεώρησης κτιρίου.

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.

Η ενεργειακή επιθεώρηση εγκαταστάσεων κλιματισμού εφαρμόζεται στις περιπτώσεις που ορίζονται στο άρθρο 8 του ν. 3661/08 (με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11).

Οι αμοιβές για τη διενέργεια των ενεργειακών επιθεωρήσεων εγκαταστάσεων κλιματισμού θα καθορισθούν με Κοινή Υπουργική Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και ΠΕΚΑ, μετά από τη διαδικασία της δημόσια διαβούλευσης με όλα τα ενδιαφερόμενα μέρη.[2.3]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[2.1] ΓΙΑΝΝΟΥΛΑ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ MBA EXECUTIVE, «Συνολική αποτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των κτηριακών υποδομών. Τα πλεονεκτήματα του βιοκλιματικού σχεδιασμού», σελ. 21-24ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2010

[2.2] Μαμακής Ε. Ιωάννης, «Τεχνικο-οικονομική και Περιβαλλοντική Αποτίμηση Επένδυσης για μια

100% Ηλεκτρικά Αυτόνομη Οικία στη Νήσο Λέσβο», Πανεπιστήμιο Αιγαίου Τμήμα Περιβάλλοντος Μυτιλήνη, σελ. 14,15,17-25, Φεβρουάριος 2007

[2.3]ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ Ν. 3661/08

Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιριακού Τομέα (ΚΕΝΑΚ) (ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ), σελ. 1-6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3:ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα θερμομονωτικά υλικά αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των κτιριακών εφαρμογών, γεγονός που επιβάλλεται και από τη νομοθεσία θερμομόνωσης. Η γενικότερη ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας και ο περιορισμός της εξάρτησης από το πετρέλαιο έχει οδηγήσει στη χρήση θερμομονωτικών υλικών και σε βιομηχανικές εφαρμογές αλλά και σε εφαρμογές με ιδιαίτερες απαιτήσεις, όπως δεξαμενές υγρού οξυγόνου, διαστημικές εφαρμογές κ.ά.
Σήμερα, ο μηχανικός έχει στη διάθεσή του πληθώρα υλικών γεγονός που του δίνει τη δυνατότητα να επιλέξει το καταλληλότερο για την υπό μελέτη εφαρμογή – είτε κτιριακή, είτε βιομηχανική – λαμβάνοντας υπ' όψη του μια σειρά παραμέτρων όπως: θερμομονωτικές απαιτήσεις, θερμοκρασίες λειτουργίας, επίπεδα υγρασίας, κόστος και αισθητική. Επομένως, για να χαρακτηριστεί κάποιο υλικό κρίνεται απαραίτητη η πολύπλευρη εξέταση του και όχι η επικέντρωση του ενδιαφέροντος σε ένα μόνο χαρακτηριστικό του.
Η εκτόξευση της τιμής του πετρελαίου οδήγησε τη σύγχρονη αγορά στην εκμετάλλευση κάθε δυνατού τρόπου εξοικονόμησης ενέργειας με αποτέλεσμα να προωθηθεί η έρευνα των θερμομονωτικών υλικών σε μεγάλο βάθος. Πλέον, δεν λαμβάνεται υπ' όψη μόνο η ενέργεια που εξοικονομείται με τη χρήση του υλικού, αλλά και η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή, τη μεταφορά και την τοποθέτηση του, γνωστή και ως περιεχόμενη ενέργεια. Σε μερικές περιπτώσεις, όπου η διάρκεια ζωής είναι περιορισμένη (όπως στις βιομηχανικές εφαρμογές), εκτιμάται και η ενέργεια για τη διαχείριση του ως απόβλητο ή οι δυνατότητες ανάκτησης ενέργειας από αυτό.[3.1]

3.2 ΥΛΙΚΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥΣ

Ένας τρόπος ταξινόμησης των μονωτικών υλικών είναι με βάση τη χημική σύνθεση των συστατικών τους. Επομένως, μπορούν να ταξινομηθούν σε οργανικά, ανόργανα ή σύνθετα, που περιέχουν τόσο οργανικές όσο και ανόργανες ενώσεις.
Με βάση την πρώτη ύλη των χρησιμοποιούμενων υλικών για την παραγωγή μονωτικών υλικών τα θερμομονωτικά υλικά μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, και βέβαια και συνδυασμούς αυτών:
1. Ορυκτά υλικά, όπως η άμμος, ο βασάλτης, ο βωξίτης, ο δολομίτης και το γυαλί (καινούριο ή ανακυκλωμένο).
2. Πετροχημικές πρώτες ύλες για αφρώδες πλαστικό, όπως το στυρόλιο, η ουρεθάνη και η φορμαλδεϋδη.
3. Οργανικά φυσικά υλικά, όπως ο φελλός, το ξύλο, οι φυτικές ίνες, η κυτταρίνη, το μαλλί.
Άλλος τρόπος ταξινόμησης μπορεί να γίνει με βάση τη δομή τους.
Δυο κατηγορίες υπάρχουν:
• τα αφρώδη, στα οποία ο αέρας υπάρχει μέσα τους με μορφή φυσαλίδων και
• τα ινώδη, στα οποία ο αέρας περιέχεται ανάμεσα στις ίνες τους, όπως ακριβώς συμβαίνει σε ένα μάλλινο ύφασμα.

Για την παραγωγή των θερμομονωτικών υλικών, πέραν των πρώτων υλών, χρησιμοποιείται και μία σειρά από βοηθητικές ύλες, ως συνδετικά και ενισχυτικά μέσα για τη δημιουργία των κυψελωτών δομών, αλλά και την επίτευξη των υπόλοιπων, πέραν της θερμομόνωσης, επιθυμητών ιδιοτήτων.
Οι ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες:
• τις φυσικές ιδιότητες, που περιγράφουν τη συμπεριφορά του υλικού υπό ορισμένες συνθήκες και
• τις περιβαλλοντικές ιδιότητες, που περιγράφουν τον οικολογικό χαρακτήρα του υλικού. [3.2]

3.2.1 Φυσικές ιδιότητες

Οι φυσικές ιδιότητες των θερμομονωτικών υλικών παρουσιάζονται παρακάτω.

• Πυκνότητα: Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής και την απαίτηση της τελικής χρήσης, κάθε υλικό παράγεται για ένα εύρος πυκνοτήτων. Η πυκνότητα του υλικού επηρεάζει την τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ.
• Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ: Είναι ο συντελεστής που περιγράφει το ποσό της θερμότητας που περνά ανά μονάδα επιφάνειας του υλικού και για διαφορά θερμοκρασίας μιας μονάδας μεταξύ των δύο όψεών του. Όσο χαμηλότερος ο συντελεστής λ, τόσο μικρότερη η θερμοροή και, επομένως, τόσο καλύτερη η θερμομονωτική του ικανότητα.
• Εύρος χρήσης: Όπως όλα τα υλικά, έτσι και τα θερμομονωτικά έχουν ένα όριο θερμικής αντοχής. Ως εύρος χρήσης ορίζεται το θερμοκρασιακό διάστημα, μέσα στο οποίο η χημική σύσταση, η θερμομονωτική ικανότητα και η μηχανική αντοχή του υλικού είναι σε επιθυμητά επίπεδα, τέτοια ώστε να είναι ομαλή η απόδοση του υλικού.
• Αντοχή στην επίδραση της υγρασίας: Η αντοχή στην επίδραση της υγρασίας εκφράζεται με δύο μεγέθη, τον συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών και την ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης.
- Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών: Ο συντελεστής αυτός δηλώνει πόσο μεγαλύτερη αντίσταση στη διάχυση υδρατμών παρουσιάζει το υλικό από ένα στρώμα αέρα ίδιου πάχους και στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος. Η φυσική σημασία του συντελεστή, ο οποίος πρακτικά θεωρείται ανεξάρτητος από τη θερμοκρασία και την πίεση, είναι ευκολία με την οποία διαπερνούν οι διαχεόμενοι υδρατμοί το θερμομονωτικό υλικό. Όσο μεγαλύτερη η τιμή του, τόσο δυσκολότερα οι υδρατμοί διέρχονται μέσω της μάζας του.
- Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης: Τα θερμομονωτικά υλικά απορροφούν νερό σε υγρή κατάσταση ή σε μορφή υδρατμών. Η ποσότητα της απορροφούμενης υγρασίας, που εξαρτάται από το πορώδες του υλικού, την υδρατμοστεγανότητα και την κατανομή των τριχοειδών αγγείων στη μάζα του, προκαλεί αισθητή αλλαγή στις ιδιότητες του υλικού και κυρίως του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Για την περιγραφή των παραπάνω ορίζεται η τιμή της ποσότητας υγρασίας εξομοίωσης, η οποία εκφράζει το ποσό της υγρασίας που απορροφήθηκε στο υλικό υπό ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος και σχετικής υγρασίας.
• Αντίσταση στη φωτιά - πυραντοχή: Η συμπεριφορά των υλικών σε περίπτωση πυρκαγιάς, προσδιορίζεται κατά το DIN 4102, σύμφωνα με το οποίο τα υλικά

κατατάσσονται σε κλάσεις πυραντοχής, ανάλογα με το χρονικό διάστημα, μέσα στο οποίο το υλικό διατηρεί τις βασικές του ιδιότητες κατά τη διάρκεια μιας πυρκαγιάς. Οι κλάσεις της πυραντοχής από την καλύτερη (μεγάλη διάρκεια αντοχής κατά την πυρκαγιά) είναι: A1/A2/A3/B1/B2/B3/C1/C2/C3. Πιο αναλυτικά:

• τα μη εύφλεκτα δομικά υλικά τυποποιούνται ως A1 ή A2,
• τα υλικά που αντιστέκονται στη φωτιά ως B1,
• κανονικά υλικά ως B2 και
• εύφλεκτα υλικά ως B3.

Τα υλικά της κατηγορίας A1 δεν επιτρέπεται να παρουσιάσουν καμιά ανάφλεξη, ενώ τα υλικά της κατηγορίας A2 μπορούν να αναφλεγούν για χρόνο μέχρι 20s. Τα μη αναφλέξιμα υλικά της κατηγορίας A, καθώς και τα υλικά της κατηγορίας B1 που αντιστέκονται στη φωτιά, χρειάζονται ένα πιστοποιητικό αποτελεσματικότητας σύμφωνα με το νέο γερμανικό νόμο. Για τα μη αναφλέξιμα υλικά και τους επιβραδυντές της φωτιάς της κλάσης A, απαιτείται τα αέρια της καύσης να μην είναι τοξικά. Η συμπεριφορά των δομικών υλικών σε περίπτωση πυρκαγιάς προσδιορίζεται με βαθμούς «ανάφλεξης» από F30 έως F90, όπου ο αριθμός δείχνει τον ελάχιστο χρόνο σε λεπτά, που το δομικό υλικό αντέχει στη φωτιά ή αποτρέπει την εξάπλωση της φωτιάς. Η μη αναφλεξιμότητα χαρακτηρίζεται από το γράμμα A ή B π.χ F30-B. Σε περίπτωση που σημαντικά συστατικά του δομικού υλικού δεν καίγονται, το δομικό υλικό χαρακτηρίζεται με τα γράμματα AB.

• Αντοχή σε εφελκυσμό και όριο θραύσης: Πρόκειται για τα όρια αντοχής του υλικού σε τάσεις και εκφράζεται με τα μεγέθη αντοχής σε εφελκυσμό, του ορίου θραύσης και της θλιπτικής τάσης σε βράχυνση. Η αντοχή σε εφελκυσμό είναι η τάση, μετά την οποία το υλικό παραμορφώνεται πλαστικά. Το όριο θραύσης είναι η τιμή της τάσης, μετά την οποία το υλικό χάνει τη συνοχή του, δηλαδή κόβεται. Όπως είναι αναμενόμενο, τα οργανικά αφρώδη υλικά, έχουν πολύ μεγαλύτερη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις από τα ανόργανα ινώδη.

• Βαθμός απορρόφησης ήχου: Οι ηχομονωτικές ιδιότητες, που ενώ αποτελούν διαφορετική παράμετρο της δομικής φυσικής, σε ότι αφορά τα υλικά οφείλουν να συνεξετάζονται με τις θερμομονωτικές ιδιότητες. Με την έννοια ηχομόνωση εννοούμε την προσπάθεια προστασίας των χρηστών ενός χώρου από τους θορύβους, δηλαδή από την επίδραση κάθε ενοχλητικού ή δυσάρεστου ήχου. Οι θόρυβοι μπορεί να προέρχονται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον π.χ.
κυκλοφορία οχημάτων, λειτουργία μηχανημάτων, είτε από το εσωτερικό περιβάλλον των κτιρίων. Οι απαιτήσεις για ηχοπροστασία βασίζονται σε προδιαγραμμένες τιμές ανεκτής στάθμης θορύβων, οι οποίες υπολογίζονται σε μονάδες Decibel. Κάθε μια μονάδα Decibel αντιστοιχεί σε αύξηση της έντασης του θορύβου κατά 26%. Ο βαθμός απορρόφησης ήχου περιγράφει την ηχοαπορροφητικότητα του υλικού για διάφορες συχνότητες ήχου. Όσο μεγαλύτερος ο συντελεστής, τόσο καλύτερη η ηχοαπορροφητικότητα του υλικού.

• Ευκολία κατεργασίας και τοποθέτησης: Πρόκειται για μία πολύ σημαντική ιδιότητα, αφού αφορά άμεσα στους πραγματικούς χρήστες των υλικών, στους τεχνίτες στο εργοτάξιο. Είναι εύλογο, ότι ένα υλικό που είναι ελαφρύ, μεταφέρεται εύκολα στο εργοτάξιο ενός κτιριακού έργου. Ένα υλικό που είναι μαλακό και όχι εύθρυπτο κόβεται εύκολα και προσαρμόζεται στις

κατασκευαστικές διαμορφώσεις ενός ξυλότυπου ή μίας τοιχοποιίας. Ένα υλικό που ψεκάζεται με μορφή αφρού, μπορεί να καλύψει μία γεωμετρικά περίπλοκη επιφάνεια, όπως έναν θόλο, μεταλλικές κατασκευές, κ.ό.κ. Η αξιολόγηση και ταξινόμηση των υλικών γίνεται ως προς την κατεργασία και τοποθέτηση ποιοτικά, με βάση τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τους, και ανάλογα με τις ικανότητες του συγκεκριμένου εργατικού δυναμικού.

• Η διάρκεια ζωής σε σχέση με τη φθορά στο χρόνο: Η αντοχή στο χρόνο αποτελεί ακόμη μια παράμετρο των θερμομονωτικών υλικών, παράμετρο που εκφράζεται σε έτη διάρκειας ζωής, όπως προκύπτει από εργαστηριακές δοκιμές γήρανσης των υλικών και από πολυετείς παρατηρήσεις σε πραγματικές συνθήκες. [3.2]

3.2.2 Περιβαλλοντικές ιδιότητες

Τα θερμομονωτικά υλικά πέρα από τη σημαντική συνεισφορά τους στην προστασία του περιβάλλοντος που επιτυγχάνεται από τη μείωση των απωλειών θερμότητας με συνέπεια τη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση, η οποία και οδηγεί στην ελάττωση της ποσότητας των εκπεμπόμενων αέριων ρύπων, δεν παύουν να επιβαρύνουν το περιβάλλον από την παραγωγή έως την τελική απόθεσή τους, όπως άλλωστε και κάθε υλικό γενικότερα. Η περιβαλλοντική επιβάρυνση είναι είτε άμεση είτε έμμεση. Η έμμεση περιβαλλοντική επιβάρυνση οφείλεται στην ενσωματωμένη ενέργεια στα θερμομονωτικά υλικά που αποτελείται από το άθροισμα της «εσωτερικής» ενέργειας των υλικών και της ενέργειας που καταναλώθηκε για την παραγωγή τους. Η ενσωματωμένη ενέργεια των θερμομονωτικών υλικών συνδέεται και εντέλει μετατρέπεται σε ισοδύναμη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου και της όξινης βροχής (διοξειδίου του άνθρακα και διοξειδίου του θείου αντίστοιχα).

• Περιεχόμενη πρωτογενής ενέργεια: Η περιεχόμενη πρωτογενής ενέργεια εκφράζει το ποσό ενέργειας που απαιτείται για την παραγωγή μιας μονάδας όγκου θερμομονωτικού υλικού, συνήθως σε μονάδες kWh/m3 ή kWh/kg. Τα τελευταία χρόνια διαπιστώνεται μία τάση για χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, τάση που δεν περιορίζεται ασφαλώς μόνο στα θερμομονωτικά υλικά, αλλά γενικότερα στο σύνολο του πεδίου των κατασκευών. Επομένως, προτιμώνται υλικά με χαμηλή περιεχόμενη ενέργεια.

• Η αντοχή σε προσβολές από μικροοργανισμούς και έντομα: Τα θερμομονωτικά υλικά κινδυνεύουν από έντομα, σκώρο, τρωκτικά και μύκητες. Για το λόγο αυτό, προστίθενται σ' αυτά διάφορες πρόσθετες χημικές ουσίες, που στόχο έχουν την προστασία των θερμομονωτικών υλικών από βιολογικούς παράγοντες. Επειδή οι ουσίες αυτές επιβαρύνουν το περιβάλλον συνιστάται να αποφεύγεται η χρήση τους και να αναζητούνται άλλοι τρόποι αντιμετώπισης επιθέσεων από μικροοργανισμούς. Η αντοχή σε προσβολές από μικροοργανισμούς και έντομα εκφράζεται ποιοτικά, με το αν ένα υλικά είναι ευπρόσβλητο ή όχι, μετά από εργαστηριακές δοκιμές γήρανσης των υλικών και από πολυετείς παρατηρήσεις σε
πραγματικές συνθήκες. [3.2]

Στον Πίνακα 3.1 δίνονται συγκεντρωτικά οι σημαντικότερες ιδιότητες των περισσότερο συνηθισμένων θερμομονωτικών υλικών.

Πίνακας 3.1: Βασικές φυσικές και περιβαλλοντικές ιδιότητες των κυριότερων θερμομονωτικών υλικών. [3.2]

ΥΛΙΚΟ			ΥΑΛΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑΣ	ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗ	ΑΦΡΟΣ ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗΣ
Φυσικές ιδιότητες	Πυκνότητα [kg/m^3]	min	13	30	20	8	30
		max	100	180	80	50	80
	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ [W/mK]	min	0,030	0,033	0,025	0,029	0,020
		max	0,045	0,045	0,035	0,041	0,027
	Εύρος χρήσης (^{o}C)	min	-100	-100	-60	-80	-50
		max	500	750	75	80	120
	Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	min	<1	<1	80	25	50
		max	1	1	200	200	>100
	Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ^{o}C/80%RH	min	<0,1	<0,1	<1*	5*	5*
		max	1	1,5			
	Κατηγορία πυραντοχής		A1 A2 B1	A1 A2 B2	B1 B2	B1 B2	B1 B2
	Αντοχή στον εφελκυσμό [N/mm^2]	min	0,005*		0,30	0,15	
		max			0,35	0,52	
	Όριο θραύσης [N/mm^2]	min	0,00500	0,00012		0,09000	
		max	0,01500	0,00750		0,22000	
	Βαθμός απορρόφησης στα 125 Hz	min	0,10	0,05			
		max	0,79	0,19			
	Βαθμός απορρόφησης στα 1000 Hz	min	0,71	0,92			
		max	0,97	0,99			
Περιβαλλοντικές ιδιότητες	Πρόσθετα για προστασία από βιολογικούς παράγοντες		ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΟΧΙ	ΝΑΙ
	Περιεχόμενη πρωτογενής ενέργεια [kWh/m3]	min	90	110	85	151	15,8
		max	430	660	114	269	36,1

**Μέση τιμή*

3.3 Θερμομονωτικά υλικά που μπορεί κανείς να βρει στην ελληνική αγορά

3.3.1 Διογκωμένη πολυστερίνη

Ο αφρός πολυστερίνης παράγεται από διόγκωση πολυμερισμένου στυρολίου και αποτελείται σύμφωνα με το DIN 18164 από 1,5 έως 2% πολυστερίνη και 98 με 98,5% αέρα, ανάλογα με την πυκνότητα. Ο αέρας βρίσκεται εγκλωβισμένος μέσα σε μεγάλο αριθμό κυψελίδων.
Στο εμπόριο συναντάται σε πλάκες για εφαρμογές σε τοίχους, τοιχία, πλάκες σκυροδέματος και υπόγεια. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής διογκωμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται σε εφαρμογές στα κτίρια ως θερμομόνωση δωμάτων, τοίχων και πατωμάτων. Η διογκωμένη πολυστερίνη διαθέτει ικανοποιητική θερμομονωτική ικανότητα (0,029-0,041 W/mK). Ωστόσο απαιτείται προσοχή κατά την παραγωγή της, διότι αν σχηματιστούν κενά που δε διαμορφώνουν κλειστούς πόρους, είναι δυνατόν να εισχωρήσει νερό και να αυξηθεί σημαντικά ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ. Γενικότερα πάντως η διογκωμένη πολυστερίνη παρουσιάζει καλή αντοχή στη διάχυση υδρατμών και στην απορρόφηση υγρασίας. Επιπρόσθετα, διαθέτει καλές ιδιότητες όσον αφορά στην αντοχή στον εφελκυσμό και στη συμπίεση. Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης είναι μικρότερο από αυτό του υαλοβάμβακα και του πετροβάμβακα, υλικά στα οποία θα αναφερθούμε στη συνέχεια, καθώς κυμαίνεται από -700C ως 900C. Η διογκωμένη πολυστερίνη ανήκει στα εύφλεκτα υλικά και παρά το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται βρωμιούχοι αλειφατικοί κυκλικοί υδρογονάνθρακες (κυρίως Hexanbromcyclododecan), σε ποσοστό 5 ως 7%, ως μέσο αύξησης της πυραντοχής κατατάσσεται στις κατηγορίες πυραντοχής B1 και B2. Η διογκωμένη πολυστερίνη προσβάλλεται από έντομα, τρωκτικά και ποικιλία χημικών διαλυτών (κετόνες, βενζόλιο, βενζίνη κ.ά.) και δεν προτείνεται η χρήση ασφαλτόπανων. Είναι ευαίσθητη στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς σε εκτεταμένης διάρκειας έκθεση στον ήλιο, μετά την αλλαγή του χρώματός της σε ελαφρώς κιτρινωπό, σκληραίνεται και θρυμματίζεται. Ιδιαίτερο πλεονέκτημα της διογκωμένης πολυστερίνης αποτελεί η ευκολία τοποθέτησής της. Σχετικά με τις ηχομονωτικές ιδιότητες της διογκωμένης πολυστερίνης δεν έχουν καταχωρηθεί στοιχεία στο συγκεντρωτικό πίνακα των ιδιοτήτων της, καθώς δεν παρουσιάζει ηχοαπορροφητικές ιδιότητες και επομένως δεν χρησιμοποιείται για ηχομόνωση. [3.2]
Ο Πίνακας 3.2 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) της διογκωμένης πολυστερίνης.

Πίνακας 3.2: Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένης πολυστερίνης. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	1,4	1,6/2/2,5/3/3,5	4,0
Πυκνότητα [1]	kg/m^3	8	13/15/20/30	50
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2	0,15		0,52
Όριο θραύσης	N/mm^2	0,09		0,22
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2	0,07		0,26
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C [2]	W/(mK)	0,029		0,041
Εύρος χρήσεως min/max	^0C	-70		90
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	25	30/40/50/60/70	200
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			5	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3	60		100
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	50		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	151	190	269

[1] Ο κανονισμός θερμομόνωσης επιβάλλει τη χρήση του υλικού με πυκνότητα ίση ή μεγαλύτερη των 20 kg/m^3.

[2] Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ=0,041 W/(mK) στους 10 ^0C

3.3.2 Εξηλασμένη πολυστερίνη

Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη, συγγενές θερμομονωτικό υλικό της διογκωμένης πολυστερίνης, έχει όμοια σύσταση με αυτήν, αλλά διαφορετική μέθοδο επεξεργασίας. Για την παραγωγή αφρώδους εξηλασμένης πολυστερίνης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη η πολυστερίνη, το CO2 ως προωθητικό αέριο σε ποσοστό από 3 ως 7%, στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 ως 6% και ως βοηθητικές ύλες το ταλκ και χρωστικές ουσίες, που δίνουν το χαρακτηριστικό για κάθε εταιρία χρώμα στο τελικό προϊόν. Παράγεται σε μορφή

πλακών, διαφορετικής πυκνότητας ανάλογα με την εφαρμογή, με επίπεδη ή ανάγλυφη επιφάνεια, για την επίτευξη καλύτερης πρόσφυσης του κονιάματος του επιχρίσματος. Ακόμη παράγονται πλάκες με επικάλυψη τσιμεντοκονίας ή ψηφίδας, στη μία τους πλευρά, για χρήση στο αντεστραμμένο δώμα. Η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη διαθέτει καλές θερμομονωτικές ιδιότητες με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,025 έως 0,035 W/(mK). Η τιμή του συντελεστή αυτού οφείλεται κατά κύριο λόγο στην θερμική αγωγιμότητα του μίγματος αέρα και αερίων που κατέχουν περίπου το 95% του όγκου του υλικού. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι οι παραπάνω τιμές του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας αποτελούν τις τιμές κατά τη χρήση της εξηλασμένης πολυστερίνης. Στην πραγματικότητα κατά την παραγωγή της ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι μικρότερος αλλά σταδιακά αυξάνεται, γεγονός το οποίο οφείλεται στη διαδικασία εξισορρόπησης του R12 του αέριου μίγματος με τον εξωτερικό αέρα. Έχει υπολογιστεί μάλιστα πως το αέριο σε R12 υποδιπλασιάζεται κάθε 50 έτη, περίπου δηλαδή όσο και η διάρκεια ζωής ενός κτιρίου. Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης της είναι σχετικά περιορισμένο, καθώς το κατώτερο σε -600C και το ανώτερο όριο ανέρχεται σε 750C. Ο τρόπος παραγωγής της εξηλασμένης πολυστερίνης, δηλαδή η κατεργασία της εξέλασης, αποτελεί τον κύριο υπεύθυνο για τη μεγάλη αντοχή που παρουσιάζει στον εφελκυσμό (0,30 ως 0,35 N/mm2) και στη συμπίεση, στην αυξημένη αντίσταση στη διάχυση υδρατμών (80 ως 200) και στην απορρόφηση νερού. Η μέγιστη απορροφητικότητα φθάνει το 0,1 με 0,2% του όγκου του υλικού. Η εξηλασμένη πολυστερίνη έχει όμοια συμπεριφορά με την διογκωμένη πολυστερίνη σε ότι αφορά την προσβολή της από έντομα και τρωκτικά και την ευαισθησία της σε διαλύτες και στην ηλιακή ακτινοβολία, η οποία αποχρωματίζει την επιφάνειά της και καθιστά τις κυψέλες της εύθραυστες. Η τεχνική λύση για την αποφυγή της προσβολής από έντομα και τρωκτικά συστήνει τον εγκλωβισμό της εξηλασμένης πολυστερίνης στο δομικό στοιχείο ή την επικάλυψη με επίχρισμα. Η προστασία της από την ηλιακή ακτινοβολία επιτυγχάνεται επίσης με επικάλυψη με τσιμεντοσανίδες, πλάκες ορυκτών ινών και ψευδομωσαϊκού, γυψοσανίδες ή ξηρή χαλικόστρωση. Παρά τη χρήση επιβραδυντών καύσης με τον εμπλουτισμό της εξηλασμένης πολυστερίνης με στοιχεία αύξησης της πυραντοχής σε ποσοστό από 1 έως 6% κατά τη διαδικασία παραγωγής της, παραμένει εύφλεκτο υλικό και κατατάσσεται στις Β1 και Β2 κατηγορίες πυραντοχής. Τέλος, δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό, καθώς δεν διαθέτει ικανοποιητικές ιδιότητες ηχοαπορρόφησης. [3.2]

Ο Πίνακας 3.3 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) της εξηλασμένης πολυστερίνης.

Πίνακας 3.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά εξηλασμένης πολυστερίνης [Ceuterick, 1993],
Heraklith F, 1994], [BASF F, 1994] και [G+H, 1994]. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	2,5/3/4/5	12
Πυκνότητα	kg/m^3	20	30/35/40/60	80
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2	0,30	0,33/0,34	0,35
Όριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2	0,15	0,20/0,25/0,30/0,5	0,70
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,025	0,032/0,33	0,035
Εύρος χρήσεως min/max	°C	-60		75
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	80	100/160/200	200
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			<1	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	23	28	32

3.3.3 Πολυουρεθάνη

Ο αφρός πολυουρεθάνης είναι σκληροποιημένος αφρός, του οποίου οι πόροι σε ποσοστό τουλάχιστον 90% είναι κλειστοί και παρασκευάζεται με την βοήθεια καταλυτών και προωθητικών μέσων, μέσω της χημικής αντίδρασης των πολυϊσοκυανικών ενώσεων με συνδετικό μέσο πολυολένιο ή με διάσπαση των

πολυϊσοκυανικών ενώσεων. Παλιότερα, ως προωθητικό μέσο, χρησιμοποιούταν το FCKW (R11), αλλά τώρα έχει αντικατασταθεί με υδρογονάνθρακες όπως το πεντάνιο, CO2 ή HFCKW. Διατίθεται στο εμπόριο είτε σε μορφή αφρού, που χρησιμοποιείται για την επικάλυψη των καθαρών από ξένες ουσίες επιφανειών στο εργοτάξιο με επί τόπου ψεκασμό και ιδιαίτερα κυλινδρικών, σφαιρικών και καμπύλων επιφανειών είτε σε μορφή σκληρών πλακών και μορφοποιημένων κομματιών από αφρό, πλακών με επιφανειακή επίστρωση αδιαβροχοποιημένου χαρτιού, πολλαπλών στρωμάτων ή φύλλων αλουμινίου. Οι τελευταίες παράγονται και σχηματοποιούνται από τον αφρό πολυουρεθάνης στο εργοστάσιο και οι πλάκες έρχονται έτοιμες για τοποθέτηση στο εργοτάξιο. Μία τρίτη μορφή χρήσης του αφρού πολυουρεθάνης είναι και τα ειδικά μορφοποιημένα «κοχύλια» που βρίσκουν εφαρμογή στη μόνωση σωληνώσεων. Ο αφρός πολυουρεθάνης αποτελεί το θερμομονωτικό υλικό με τον μικρότερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ=0,02 W/(mK). Ωστόσο, με την από το 1995 απαγόρευση της χρήσης FCKW ως προωθητικού μέσου και με την αντικατάστασή του από το πεντάνιο αυξήθηκε η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας και ως σήμερα ο αφρός πολυουρεθάνης δεν κατάφερε ακόμη να φτάσει στην κατηγορία θερμικής αγωγιμότητας λ = 0,02 W/(mK).
Όσον αφορά στην αντοχή σε εφελκυσμό ο αφρός πολυουρεθάνης αντέχει σε αναπτυσσόμενες τάσεις που κυμαίνονται από 20 έως 30 N/cm2 και συντελεστή αντίστασης στη διάχυση υδρατμών από 50 έως και πάνω από 100 και παρουσιάζει εξαιρετικά μικρή απορρόφηση υγρασίας. Ουσιαστικά δηλαδή πρόκειται για ένα αδιάβροχο υλικό, λόγω της κλειστής δομής των κυψελίδων του. Το θερμοκρασιακό εύρος χρήσης είναι σχετικά περιορισμένο, αν συγκριθεί με αυτό του υαλοβάμβακα και του πετροβάμβακα με κατώτερο όριο τους -50 0C και ανώτερο 120 0C. Ο αφρός πολυουρεθάνης δεν παρέχει ικανοποιητική προστασία αν και κατά την παραγωγή του προστίθενται μέσα αύξησης της πυραντοχής και κατατάσσεται στις Β1 και Β2 κατηγορίες πυραντοχής. Για την εκπλήρωση των όρων πυρασφαλείας στις εφαρμογές στα κτίρια, ο αφρός μπορεί να περιέχει και άλλα μέσα αύξησης της πυραντοχής. Σημειώνεται ότι κατά την καύση του παράγει σε μικρές ποσότητες τοξικά αέρια.
Ο αφρός πολυουρεθάνης επηρεάζεται αν μείνει εκτεθειμένος στην ηλιακή ακτινοβολία, καθώς οι επιφανειακές κυψέλες αδυνατίζουν και το υλικό θρυμματίζεται. Διαθέτει ιδιαίτερα καλές συγκολλητικές ιδιότητες, αφού προσκολλάται στα περισσότερα οικοδομικά υλικά για αυτό και συχνά παρασκευάζεται επί τόπου στα έργα με εκτόξευση με ψεκασμό. Τέλος, το υλικό δεν παρέχει προστασία ηχομόνωσης και ως εκ τούτου δεν χρησιμοποιείται ως ηχομονωτικό υλικό.
Ο Πίνακας 3.4 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του αφρού πολυουρεθάνης. [3.2]

Πίνακας 3.4: Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρού πολυουρεθάνης [IVPU F, 1994]. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm		2-20	
Πυκνότητα	kg/m^3	30	31-35	80
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2			
Όριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2	10		>15
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,02		0,027
Εύρος χρήσεως min/max	°C	-50	-50/-40/100	120
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	50	65	>100
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			5	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2		B1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	30	50	50
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		ναι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	16	28/33	36

3.3.4 Υαλοβάμβακας

Ο υαλομβάβακας προέρχεται από ορυκτές πρώτες ύλες, ανήκει στα ανόργανα ινώδη υλικά και τα βασικά συστατικά του είναι το διοξείδιο του πυριτίου, ο δολομίτης, ο ασβεστόλιθος, η ανθρακική σόδα και αλουμίνα. Ο υαλοβάμβακας παρασκευάζεται σε κλίβανο μέσω μιας διαδικασίας φυγοκέντρισης, κατά την οποία τα υλικά εξαιτίας της φυγόκεντρης δύναμης υπό τη μορφή ινών παγιδεύουν τον αέρα.
Ο υαλοβάμβακας συναντάται στις εξής εμπορικές μορφές:
• σε μορφή παπλώματος είτε σε ρολά χωρίς επένδυση είτε με επένδυση αλουμινίου (επικάλυψη φύλλου αλουμινίου, υαλοϋφάσματος ή χαρτιού Kraff από τη μία τους πλευρά) είτε με ενισχυμένο μεταλλικό πλέγμα,
• σε μορφή πλακών και
• σε μορφή ειδικά μορφοποιημένα κογχυλιών για χρήση ως μόνωση σωληνώσεων.
Ο υαλοβάμβακας αποτελεί μία καλή θερμομονωτική λύση υπό την προϋπόθεση ότι προστατεύεται από τη διείσδυση της υγρασίας. Όσο μικρότερο είναι το πάχος των ινών και όσο μεγαλύτερο το μήκος τους τόσο υψηλότερη θερμική προστασία προσφέρει αλλά και μεγαλύτερο κόστος αποκτά. Η προσβολή από την υγρασία έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Για αυτό το λόγο, όταν χρησιμοποιείται ως μονωτικό υλικό στα κτίρια, κρίνεται απαραίτητη η προστασία του με φράγμα υδρατμών στη θερμή όψη. Αξίζει να σημειωθεί πως λόγω της ινώδους μορφής του, ο υαλοβάμβακας σε ελεύθερη κατάσταση δεν απορροφά υγρασία. Επειδή όμως συχνά βρίσκεται κλεισμένος στα άλλα δομικά υλικά, η υγρασία που εγκλωβίζεται στα τελευταία τον προσβάλλει και εξαπλώνεται σε όλη την έκτασή του.
Όσον αφορά στις ιδιότητες πυραντοχής του υαλοβάμβακα, προσοχή απαιτείται στα υλικά που προστίθενται για την βελτίωση της συνοχής (υδρίδιο του πυριτίου), στα συνδετικά υλικά (ρητίνες φαινοφορμαλδεϋδης), καθώς και στα υδατοαπωθητικά έλαια (σιλικονόνες ή ορυκτέλαια), διότι αυτά τα υλικά δύναται να υποβαθμίσουν την αντοχή του υαλοβάμβακα σε περίπτωση πυρκαγιάς. Γενικότερα, πάντως, ο υαλοβάμβακας παρουσιάζει καλή συμπεριφορά στην πυρκαγιά καθώς ανήκει στις A1, A2 και B1 κατηγορίες πυραντοχής. Ο υαλοβάμβακας διαθέτει επίσης ανθεκτικότητα στη θερμοκρασία για ένα μεγάλο εύρος θερμοκρασιών από –100 0C έως 500 0C. Η αντοχή στον εφελκυσμό (0,005 N/mm2) και το όριο θραύσης (0,005-0,015 N/mm2) κρίνονται ικανοποιητικές. Ωστόσο, εμφανίζει μικρή αντοχή σε συμπίεση και ως εκ τούτου δεν προσφέρεται η χρήση του για δάπεδα και δώματα με ισχυρές φορτίσεις. Η απόδοσή του ως ηχομονωτικό υλικό θεωρείται ιδιαίτερα καλή σε σύγκριση με άλλα ως προς αυτήν την ιδιότητα υλικά. Ο υαλοβάμβακας δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά ούτε από χημικές ενώσεις με εξαίρεση το υδροχλωρικό οξύ.
Ο Πίνακας 3.5 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του υαλοβάμβακα με τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές να οφείλονται σε διαφοροποιήσεις που παρουσιάζονται από τεχνολογικής πλευράς κατά την διαδικασία παραγωγής. [3.2]

Πίνακας 3.5: Τεχνικά χαρακτηριστικά υαλοβάμβακα [FMI F, 1994]. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	1	3/4/5/8/10/12/14/15	18
Πυκνότητα	kg/m^3	13	18/23/60/65/80	100
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2		0,005	
Όριο θραύσης	N/mm^2	0,005		0,015
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2		0,1	
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10^oC [1]	W/(mK)	0,030	0,0338	0,045
Εύρος χρήσεως min/max	^0C	-100	-	500
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	<1		1
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία		<0,1	0,2/0,5...1	1
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B1	A2	A1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0,1		0,79
στα 250Hz	-	0,26		0,79
στα 1000Hz	-	0,71		0,97
στα 4000Hz	-	0,96		0,95
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$	5	8/12/18	>35
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3	>25	17/13/10	<5
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	30		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	90	110	430

[1] Σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας στους 10^0C ορίζεται 0,041 W/(mK).

3.3.5 Πετροβάμβακας

Ο πετροβάμβακας είναι ινώδους μορφής, καθώς αποτελείται από μια μάζα εξαιρετικά λεπτών ινών (διάμετρος < 4 ή 5 μm) και παρασκευάζεται από μίγμα ορυκτογενών πετρωμάτων, που αφθονούν στη φύση, όπως βασάλτη, μεταβασάλτη, διαβάση, αμφιβολίτη, ασβεστόλιθο, δολομίτη και βωξίτη.
Για την παραγωγή του πετροβάμβακα, το μίγμα των ορυκτογενών πετρωμάτων θερμαίνεται και λιώνει είτε μέσα σε υψικάμινο είτε σε ηλεκτρικό φούρνο (πιο σύγχρονη μέθοδος, καθώς επιτυγχάνει διαστασιακή ομοιομορφία στις παραγόμενες ίνες μέσω της σταθερά ελεγχόμενης θερμοκρασίας του τήγματος, καθώς και μηδαμινή μόλυνση του περιβάλλοντος). Στη συνέχεια και με τη βοήθεια της φυγοκέντρισης διαμορφώνεται στην τελική ινώδη μορφή. Η συγκόλληση των ινών μεταξύ τους επιτυγχάνεται με την προσθήκη συνθετικής φαινολικής ρητίνης και σιλικονέλαιου.
Στο εμπόριο συναντάται σε πάπλωμα χωρίς επένδυση ή με επένδυση μεταλλικού πλέγματος ή σκληρών πλακών, καθώς και σε μορφή κοχυλιών.
Ο πετροβάμβακας έχει υψηλή πυκνότητα (30 kg/m3) και ιδιαίτερα καλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 0,033 ως 0,045 W/(mK). Η υψηλή θερμομονωτική ικανότητά του όμως επηρεάζεται σημαντικά στην περίπτωση προσβολής του από την υγρασία, έτσι ώστε να κρίνεται αναγκαία η λήψη μέτρων προστασίας από την υγρασία είτε με την προσθήκη οργανικών ενώσεων του πυριτίου (σιλάνια) είτε με την τοποθέτηση επικάλυψης φύλλων αλουμινίου ή γύψου. Η θερμομονωτική ικανότητα του πετροβάμβακα επηρεάζεται αρνητικά επίσης και από την αυξημένη παρουσία συμπαγών σφαιριδίων τήξης, χρώματος καφέ ή μαύρου, που δημιουργούνται παράλληλα με τις επιθυμητές ίνες στη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Ο πετροβάμβακας διαθέτει ιδιαίτερα υψηλή αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, κάτι που οφείλεται στο γεγονός ότι οι πρώτες ύλες και τα πρόσθετα στον πετροβάμβακα κατά την παραγωγή λιώνουν σε μεγάλες θερμοκρασίες. Η ανώτερη θερμοκρασία εφαρμογής (750 ºC) καθορίζει μέχρι ποια θερμοκρασία διατηρεί το μονωτικό υλικό τις ιδιότητές του. Για αυτό και ο πετροβάμβακας βρίσκει εφαρμογή σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, στη μόνωση λεβήτων, σε πόρτες πυρασφαλείας, σε κατασκευές που αφορούν στην πυρασφάλεια σε πλοία, καθώς και στην περιοχή της τεχνολογίας του εξαερισμού (αγωγοί εξαερισμού). Ο πετροβάμβακας διαθέτει πολύ καλή συμπεριφορά στην πυρκαγιά, καθώς ανήκει
στις Α1, Α2 και Β1 κατηγορίες πυραντοχής. Αντίθετα, εμφανίζει μικρή αντοχή στον εφελκυσμό (0,005 N/mm2) και χαμηλό όριο θραύσης από 0,00012 έως 0,0075 N/mm3. Όσον αφορά στις ακουστικές ιδιότητές του παρουσιάζει χαμηλό βαθμό απορρόφησης του ήχου σε σχέση με τον υαλοβάμβακα στις χαμηλές συχνότητες, αλλά στις υψηλές συχνότητες εμφανίζει πολύ καλές. Δεν προσβάλλεται από έντομα και τρωκτικά ούτε και από χημικές ενώσεις.
Ο Πίνακας 3.6 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας , υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του πετροβάμβακα. [3.2]

Πίνακας 3.6: Τεχνικά χαρακτηριστικά πετροβάμβακα [FMI F, 1994] και [Rockwool F,1994]. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	3-6/8/10/11/16	18
Πυκνότητα	kg/m^3	30	30-40/55/90/100/130	180
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2	0,00012	0,0003/0,002	0,0075
Όριο θραύσης	N/mm^2	0,005	0,02	0,05
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση				
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,033	0,0375	0,045
Εύρος χρήσεως min/max	^0C	-100		750
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	<1		1
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία		<0,1	0,2	1,5
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-	B2	A2	A1
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0,05	0,14	0,19
στα 250Hz	-	0,34	0,37/0,55	0,88
στα 1000Hz	-	0,92	0,93/0,96	0,99
στα 4000Hz	-	0,92	0,93	1,06
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$	5	11/12/15/30	70
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	30		
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες	-		όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	110	250/450/540/600	660

3.3.6 Περλίτης

Πρόκειται στην πραγματικότητα για μία ευρύτερη οικογένεια διογκωμένων ανόργανων πορωδών υλικών, γνωστότερο των οποίων είναι ο περλίτης. Τα διογκωμένα πορώδη υλικά αποτελούνται από τον περλίτη, το οξείδιο του πυριτίου και το διογκωμένο φυσικό γυαλί (ηφαιστειακής προέλευσης) ή από διογκωμένο γυαλί, το οποίο προέρχεται από καθαρό, χωρίς άλλες προσθήκες, γυαλί. Τα διογκωμένα πορώδη υλικά χρησιμοποιούνται κυρίως στη θερμομόνωση κτιρίων, στη θερμομόνωση δωμάτων και στην εξασφάλιση των κλίσεών τους, στην ηχοπροστασία από κτυπογενείς ήχους δαπέδων και σε περιπτώσεις θερμομόνωσης και εξοικονόμησης βάρους στα επιχρίσματα των οικοδομών.
Ο Πίνακας 3.7 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του περλίτη. Για το πάχος δεν μπορεί να δοθεί μια τυπική τιμή, αφού πρόκειται για χύδην υλικό και αντίστοιχα, η πυκνότητα παρουσιάζει μια διακύμανση από 80 kg/m3 έως 800 kg/m3, η οποία οφείλεται στην διαφορετική σύνθεση του βασικού υλικού γυαλί ή ηφαιστειακό πέτρωμα. Από τον σχετικό πίνακα απουσιάζουν οι ακουστικές ιδιότητες, διότι δεν υπάρχουν σχετικά διαθέσιμα στοιχεία αν και υπάρχουν εφαρμογές στην ηχομόνωση. [3.2]

Πίνακας 3.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά περλίτη[3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά στοιχεία		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm			
Πυκνότητα	kg/m^3	50	80/90/100/170	800
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2		-	
Όριο θραύσης	N/mm^2		-	
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C [1]	W/(mK)	0,040	0,042	0,065
Εύρος χρήσεως Min/Max	^0C	-273		750
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	3		4
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία				
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		A1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0		0,2
στα 250Hz	-	0,1		0,25
στα 1000Hz	-	0,25		0,6
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$	1,5		110
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος			
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			Όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3	90		140

[1] Σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης ο συντελεστής αγωγιμότητας πρέπει να είναι λ=0,064 W/(mK) στους 10 ^0C.

3.3.7 Ξυλόμαλλο Ερακλίτ (Heraklith)

Το ξυλόμαλλο ανήκει στην κατηγορία των σύνθετων θερμομονωτικών υλικών και αποτελείται από ξυλώδεις ίνες ή ακόμη και καλάμια, φύκια και άλλα λεπτά οργανικά υλικά και συγκολλητική ύλη τσιμέντο ή καυστική μαγνησία. Τρεις ομάδες προϊόντων κυκλοφορούν στο εμπόριο:

• ελαφρές πλάκες από ξυλόμαλλο (HWL): Ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούνται μεγάλες ίνες ξυλόμαλλου από μη επεξεργασμένο ξύλο και τσιμέντο, σύμφωνα με το DIN 1164, μέρος 1, ή αντί του τσιμέντου καυστικό οξείδιο του μαγνησίου. Όταν χρησιμοποιείται το τσιμέντο ως συνδετικό υλικό, μπορεί να προστεθεί χλώριο μέχρι 0,35%.

• σύνθετες πλάκες από ξυλόμαλλο και διογκωμένη πολυστερίνη (HS–ML): Οι ελαφρές προκατασκευασμένες πολυστρωματικές πλάκες από πολυστερίνη σύμφωνα με το DIN 1101 αποτελούνται από ένα μονωτικό στρώμα πολυστερίνης. Σύμφωνα με το DIN 18164 με επένδυση από τη μια ή και από τις δύο πλευρές με λεπτές πλάκες ξυλόμαλλου.

• σύνθετες πλάκες από ξυλόμαλλο και πετροβάμβακα (Min-ML): Οι ελαφριές προκατασκευασμένες πολυστρωματικές πλάκες από ορυκτές ίνες, σύμφωνα με το DIN 1101 αποτελούνται από ένα στρώμα μονωτικού ορυκτοβάμβακα, σύμφωνα με το DIN 18165 και δύο επιφάνειες από ορυκτό συνδετικό ξυλλόμαλο, που περιβάλλουν τον ορυκτοβάμβακα. [3.2]

Ο Πίνακας 3.8 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) και των 3 κατηγοριών ξυλόμαλλου.

Πίνακας 3.8: Τεχνικά χαρακτηριστικά* πλακών από ξυλόμαλλο. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά στοιχεία		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	1,5	3/3,5/4/4,5/5	10
Πυκνότητα	kg/m^3	360		570
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2			
Όριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2	0,15		0,2
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10^oC [1]	W/(mK)	0,055		0,065
Εύρος χρήσεως Min/Max	^0C			250
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών		5		10
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			6	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής			B1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz			0,17	
στα 250Hz			0,22	
στα 1000Hz			0,78	
στα 4000Hz			0,65	
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		>75	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			ναι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/kg		65	

[1] Σύμφωνα με τον κανονισμό θερμομόνωσης έχει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας στους 10 ^0C λ=0,093 W/(mK) για πλάκες πάχους από 25 έως 35 mm και λ=0,081 W/(mK) για πλάκες πάχους μεγαλύτερου των 50 mm

3.4 Εναλλακτικά μονωτικά υλικά

Ο υαλοβάμβακας, ο πετροβάμβακας, η διογκωμένη και εξηλασμένη πολυστερίνη και ο αφρός πολυουρεθάνης είναι τα περισσότερο διαδεδομένα θερμομονωτικά υλικά και κυριαρχούν τόσο στην ευρωπαϊκή όσο και στην ελληνική αγορά. Εκτός από τα παραπάνω υλικά διατίθενται και άλλα θερμομονωτικά υλικά των οποίων όμως η χρήση είναι περιορισμένη στην αγορά θερμομονωτικών υλικών. Για το λόγο αυτό στη συνέχεια θα δοθούν συνοπτικά υπό μορφή πινάκων οι κυριότερες ιδιότητες για τα σημαντικότερα από αυτά τα θερμομονωτικά υλικά.

3.4.1 Αφρώδες γυαλί

Πρόκειται για ένα υλικό ορυκτής προέλευσης με κυψελωτή δομή και υψηλών προδιαγραφών για εξειδικευμένες εφαρμογές. Τα βασικά συστατικά του αφρώδους γυαλιού είναι φυσικά, όπως άμμος, δολομίτης και ανθρακικό νάτριο. Με θερμική επεξεργασία και με προσθήκη μικρών ποσοτήτων άνθρακα το αφρώδες γυαλί τελικά στερεοποιείται σε μπλοκ. Επίσης συνυπάρχουν μικρές ποσότητες H2S. Κατά τη διαδικασία δημιουργίας αφρού το μονωτικό υλικό αποκτάει κλειστή κυψελοειδή μορφή με την σύνθεση των εγκλωβισμένων αερίων (με πίεση 0,25 bar) στις κυψελίδες να είναι 99% CO2 και 0,5% H2S. Η βασική εφαρμογή του αφρώδους γυαλιού είναι η θερμομόνωση, αλλά χρησιμοποιείται και σε βιομηχανικές και τεχνικές εφαρμογές, όπως υψηλής θερμοκρασίας μόνωση και μόνωση σωλήνων.
Ο Πίνακας 3.9 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του αφρώδους γυαλιού. Από τον σχετικό πίνακα απουσιάζουν οι ακουστικές ιδιότητες, διότι δεν υπάρχουν σχετικά διαθέσιμα στοιχεία. [3.2]

Πίνακας 3.9: Τεχνικά χαρακτηριστικά αφρώδους γυαλιού. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2,5	3/7/14/15	18
Πυκνότητα	Kg/m^3	100	106/120/165	180
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2	0,24		0,28
Όριο θραύσης	N/mm^2	0,3		0,5
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10^oC	W/(mK)	0,038		0,063
Εύρος χρήσεως min/max	^0C	-260		430
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-		∞	
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 ^oC και 80% σχ. υγρασία			0	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		A1	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	MJ/kg	25		50

3.4.2 Φελλός

Ο διογκωμένος φελλός ανήκει στα οργανικά αφρώδη θερμομονωτικά υλικά. Η παραγωγή του γίνεται με τη βοήθεια της θερμότητας και του εγκλωβισμένου νερού και ρητίνης, χωρίς την προσθήκη προωθητικού μέσου. Για την κατασκευή των πλακών φελλού από κυψελίδες φελλού χρειάζονται ασφαλτικά πρόσθετα. Συναντάται στο εμπόριο με τη μορφή πλακών και κογχυλιών. Παρουσιάζει συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας μεταξύ 0,040 και 0,065 W/(mK),
ενώ ενδείκνυται για ηχομόνωση καθώς διαθέτει καλές ηχομονωτικές ιδιότητες. Ο Πίνακας 3.10 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του διογκωμένου φελλού. [3.2]

Πίνακας 3.10: Τεχνικά χαρακτηριστικά διογκωμένου φελλού. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	2,5/3/4/5/6/7	10
Πυκνότητα	kg/m^3	100	110/120	130
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2		>0,03	
Όριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2		>0,1	
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10^oC	W/(mK)	0,040	0,05	0,065
Εύρος χρήσεως min/max	^0C	-100		120
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	10		30
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			10	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		B2	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-			
στα 250Hz	-			
στα 1000Hz	-			
στα 4000Hz	-			
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος			
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			όχι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3		16	

3.4.3 Μαλλί προβάτου

Το προβατόμαλλο ανήκει στα οργανικά ινώδη θερμομονωτικά υλικά. Παράγεται με χρήση μαλλιού προβάτου και διατίθεται σε μορφή πλακών για την μόνωση σωλήνων και ως ηχοαπορροφητικά πετάσματα για λόγους ηχομόνωσης.

Ο Πίνακας 3.11 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του προβατόμαλλου. [3.2]

Πίνακας 3.11: Τεχνικά στοιχεία προβατόμαλλου. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	2	3/4/56/8/9/10/11/12	20
Πυκνότητα	kg/m^3	20		80
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2		0,005	0,02
Οριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)	0,0337		0,037
Εύρος χρήσεως min/max	°C	100		160
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	1		2
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία		14,5	18,6	20
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		B2	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-	0,4		0,56
στα 250Hz	-	0,75		0,81
στα 1000Hz	-	0,5	0,9	1,05
στα 4000Hz	-	0,72	1	1,07
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$	4829		5810
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος	50		100
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες		όχι		ναι
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3		38 για $25kg/m^3$	

3.4.4 Βαμβάκι

Το βαμβακόμαλλο είναι ένα ινώδες μονωτικό υλικό από φυτικές ίνες, οι οποίες είναι βιοδιασπόμενες και χρειάζεται προσθήκη ουσιών για να αυξηθεί η πυραντοχή τους. Έτσι, η σύσταση του μονωτικού υλικού είναι 97% ακατέργαστο βαμβακόμαλλο και 3% βορικό άλας ως μέσο αύξησης της πυραντοχής. Οι μορφές, με τις οποίες διατίθεται, είναι πλάκες διάφορων παχών και «μαλλί» για την μόνωση σωλήνων. Το βαμβακόμαλλο είναι κατάλληλο για

θερμομόνωση και ηχομόνωση σε οικιακές συσκευές και στην αυτοκινητοβιομηχανία.

Ο Πίνακας 3.12 παρουσιάζει συγκεντρωτικά τις ιδιότητες (μηχανικές, θερμικής προστασίας, υγροπροστασίας, πυρασφάλειας, ακουστικές και αντοχής στη χρήση) του βαμβακόμαλλου. [3.2]

Πίνακας 3.12: Τεχνικά χαρακτηριστικά βαμβακόμαλλου. [3.2]

Ιδιότητες	Μονάδες	Τεχνικά χαρακτηριστικά		
		Ελάχιστη τιμή	Μέση τιμή	Μέγιστη τιμή
Μηχανικές ιδιότητες				
Πάχος υλικού	cm	0,4-1	6/810/12/12,5/14/16	18
Πυκνότητα	kg/m^3	20		60
Αντοχή στον εφελκυσμό	N/mm^2		0,031	
Όριο θραύσης	N/mm^2			
Θλιπτική τάση σε 10% βράχυνση	N/mm^2			
Ιδιότητες θερμικής προστασίας				
Θερμική αγωγιμότητα λ_R στους 10°C	W/(mK)		0,0355	
Εύρος χρήσεως min/max	°C	-80		100
Ιδιότητες υγροπροστασίας				
Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών	-	1		2
Ποσότητα υγρασίας εξομοίωσης στους 23 °C και 80% σχ. υγρασία			11,6	
Ιδιότητες πυρασφάλειας				
Κατηγορία πυραντοχής	-		B2	
Ακουστικές ιδιότητες				
Βαθμός απορρόφησης στα 125Hz	-		0,56	
στα 250Hz	-		0,70	
στα 1000Hz	-		0,75	
στα 4000Hz	-		0,84	
Αντίσταση ροής κατά μήκος	$kPa\ s/m^2$			8,8
Δυναμική ακαμψία	MN/m^3			
Αντοχή στη χρήση				
Αναμενόμενη διάρκεια χρήσης	έτος		>50	
Υλικά προστασίας από βιολογικούς παράγοντες			ναι	
Οικονομικά στοιχεία				
Ποσό πρωτογενούς ενέργειας	kWh/m^3		10	

3.4.5 Διαφανή θερμομονωτικά υλικά

Η διαφανής μόνωση μπορεί να περιγραφεί ως ένας «μηχανισμός» που μας επιτρέπει την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας με ελεγχόμενη χρήση του φαινομένου του θερμοκηπίου, αλλά ταυτόχρονα ελαχιστοποιεί τις θερμικές απώλειες, όπως τα συμβατικά αδιαφανή μονωτικά υλικά. Ο διττός αυτός μηχανισμός επιτυγχάνεται με τη χρήση στα διαφανή μονωτικά υλικά επικαλυπτικών στρωμάτων χαμηλής ακτινοβολίας, που μειώνουν την διαπερατότητα του γυαλιού στην θερμική ακτινοβολία, ενώ δεν επηρεάζεται η διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας. Έτσι το μεν φως μπορεί να περάσει, η δε θερμότητα εμποδίζεται. Η συνεχής εξέλιξη των διαφανών μονωτικών υλικών

οδήγησε στην εξέλιξη δύο γεωμετρικών κατηγοριών τα απορροφητικά κάθετα στρώματα και τις ημιομογενείς δομές. Ο συνδυασμός των χαρακτηριστικών των διαφανών θερμομονωτικών υλικών έχει ως αποτέλεσμα την επίτευξη ενός συντελεστή θερμικής διαπερατότητας χαμηλότερο από 1 W/(m2K), ενώ διατηρείται η ηλιακή διαπερατότητα σε ποσοστό υψηλότερο του 70%.[3.2]

3.4.6 Καλαμπόκι

Ένα άλλο παράδειγμα θερμομονωτικού υλικού που παράγεται αποκλειστικά από οργανικές πρώτες ύλες είναι και το βιοπολυμερές από ίνες κόκκων καλαμποκιού. Το υλικό είναι 100% βιοδιασπώμενο και διατίθεται σε πλάκες διαφόρων παχών. Παράγεται μέσα από τη διαδικασία ελεγχόμενης ζύμωσης κόκκων καλαμποκιού και δεν είναι εύφλεκτο, και βρίσκει εφαρμογή σε τοίχους, δάπεδα, οροφές και στέγες. [3.3]

3.4.7 Κάνναβη

Η κάνναβη θεωρείται ένα υλικό με πολλές προοπτικές στην αγορά. Προσφέρεται στην αγορά σε μορφή ρολών αλλά και στρωμάτων, τα οποία μπορούν να κοπούν στο επιθυμητό μέγεθος και είναι κατάλληλο για τη θερμομόνωση οροφών, τοίχων και πατωμάτων. Χάρη στη χαμηλή θερμική αγωγιμότητα του. Στην περίπτωση των φυσικών μονωτικών υλικών, η ανακύκλωση είναι εφικτή αφού γενικά ισχύει ο κανόνας ότι τα υλικά που έχουν απλές διαδικασίες βιομηχανικής παραγωγής ανακυκλώνονται εύκολα. [3.3]

3.4.8 Λινάρι

Η κύρια χρήση του λιναριού είναι για τη παραγωγή λαδιού λιναρόσπορου, αλλά ορισμένες εταιρίες που ειδικεύονται στον κλάδο χρησιμοποιούν τις κοντές ίνες του φυτού ως μονωτικό υλικό. Η μόνωση από λινάρι παρέχεται σε μορφή ρολών και πετασμάτων σε ποικιλία μεγεθών. Το προϊόν έχει θερμική αγωγιμότητα λ = 0,038 W/(mK) (λ = 0,040 W/(mK)) και στην ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα, το υλικό θεωρείται κατάλληλο για πολλές εφαρμογές. [3.3]

3.4.9 Κυτταρίνη

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες οι ίνες κυτταρίνης είναι διαδεδομένο ανανεώσιμο μονωτικό υλικό. Το υλικό παρασκευάζεται από απορρίμματα χαρτιού και είναι διαθέσιμο σε πλάκες διαφορετικών παχών αλλά και σε μορφή χαλαρά συνδεδεμένου υλικού, σε σάκους για εφαρμογές γεμίσματος σε σοφίτες. Μπορεί ακόμη και να ψεκαστεί σε κατασκευές από ξύλο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιου υλικού είναι η μόνωση που παράγεται από ανακυκλωμένες εφημερίδες η οποία έχει θερμική αγωγιμότητα λ = 0,040W/(mK). [3.3]

3.5 ΕΤΟΙΜΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΤΟΥΣ

Ο όρος θερμομόνωση περιλαμβάνει όλα τα κατασκευαστικά μέτρα που λαμβάνονται ώστε να μειωθεί η ταχύτητα μετάδοσης της θερμότητας μέσα από διαχωριστικά πετάσματα, τα οποία χωρίζουν χώρους με διαφορετικές θερμοκρασίες. Η χρησιμότητα της θερμομόνωσης συνίσταται στην αντιμετώπιση θεμάτων υγιεινής και ποιότητας των κατασκευών. Η ικανοποιητική θερμομόνωση εξασφαλίζει άνετη, ευχάριστη και υγιεινή διαβίωση στους ενοίκους. Μειώνει το κόστος για την κατασκευή της εγκατάστασης θέρμανσης, καθώς και τη δαπάνη λειτουργίας της επειδή ελαττώνονται οι απαιτήσεις για κατανάλωση ενέργειας. Με τη σωστή θερμομόνωση αποφεύγονται διάφορες βλάβες π.χ. στους σωλήνες νερού από τον παγετό, όπως και οι δυσάρεστες συνέπειες από τη συμπύκνωση υδρατμών. Επίσης, επιτυγχάνεται μείωση των παραγόμενων καυσαερίων και περιορίζεται η μόλυνση του περιβάλλοντος.[3.4]

Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις κυρίως τεχνικές:

Α) Από το εσωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα.

Ο τρόπος αυτός θερμομόνωσης έχει τα εξής αποτελέσματα:

1. Έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής
2. Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση
3. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.
4. Έχει απλή κατασκευή
5. Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος

Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.[3.5]

Η θερμομόνωση των τοίχων από την εσωτερική πλευρά έχει τα ακόλουθα μειονεκτήματα:

I. Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος
II. Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.
III. Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών.
IV. Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.

Υπάρχει μικρό πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. [3.5]

Β) Από το εξωτερικό μέρος τους.

Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Με την κατασκευή αυτή εμφανίζονται τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
2. Στους νότιους ειδικά χώρους των κτηρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.
3. Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.
4. Δε μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμος χώρος.
5. Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
6. Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες[3.5]

Τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής είναι:

I. Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.
II. Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
III. Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτήρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
IV. Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτήρια.
V. Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις. [3.5]

Γ) Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων.

Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος κτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας K(U) 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.[3.5]

Δ) Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων.

Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δρομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ. [3.5]

Παρακάτω θα παρουσιαστούν διάφορες λύσεις για τη θερμομόνωση και τα προϊόντα κάποιων εταιριών.

3.5.1 Η ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ ΩΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΛΥΣΗ

Ως θερμοπρόσοψη ορίζεται ένα σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης στο οποίο η μόνωση δεν διακόπτεται στα σημεία ένωσης των διαφορετικών δομικών στοιχείων. Η θερμοπρόσοψη εφαρμόζεται από τη δεκαετία του 1960 στην Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, προσφέροντας ιδιαίτερη ευελιξία στην κατασκευή καθώς το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, μετά την αποπεράτωση των εργασιών κατασκευής της τοιχοποιίας και αποτελώντας την πλέον αποτελεσματική λύση για την αναδρομική θερμομόνωση υφιστάμενων κτιρίων. Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει να εφαρμόζεται, σε μικρή σχετικά κλίμακα, και στην Ελλάδα. Υπάρχουν, ωστόσο, ήδη αρκετά παραδείγματα εφαρμογής της, κυρίως στην Αττική, με πολύ ενθαρρυντικά αποτελέσματα.
Η επιτυχία και η αξιοπιστία ενός συστήματος θερμοπρόσοψης είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη συνολική αντιμετώπιση της συνοχής και συμβατότητας των υλικών, των κατασκευαστικών
λεπτομερειών και των ειδικών τεμαχίων που μπορεί να απαιτηθούν για την κάθε κατασκευή. Ο τρόπος κατασκευής διέπεται από κανόνες και προδιαγραφές που αφορούν την ποιότητα των υλικών, τους τρόπους εφαρμογής, τις ειδικές λεπτομέρειες και τις ανοχές της κάθε κατασκευαστικής μεθόδου. Οι κατασκευαστές που διαθέτουν πιστοποιημένα συστήματα θερμομόνωσης παρέχουν αναλυτικές σχετικές τεχνικές οδηγίες (Polykem, 2007) (Fibran, 2007).
Στην εφαρμογή της θερμοπρόσοψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο πετροβάμβακας. Στη Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, οι κανονισμοί επιβάλουν μεγάλα εφαρμοζόμενα πάχη, που συχνά υπερβαίνουν τα 20 cm (Αυστρία, Δανία, Σουηδία, περιοχές της Γερμανίας). Παράλληλα οι χειμώνες είναι παρατεταμένοι ψυχροί και υγροί, αυξάνοντας την πιθανότητα συμπύκνωσης υδρατμών μέσα στα δομικά στοιχεία. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων οδηγεί σε χρήση κατά κύριο λόγο της διογκωμένης πολυστερίνης, για λόγους μείωσης του κόστους (σε σχέση με την εξηλασμένη πολυστερίνη), του βάρους της κατασκευής (σε σχέση με τον πετροβάμβακα) αλλά και για λόγους βελτίωσης της υδρατμοδιαπνοής του κτιρίου. Πέραν τούτων, η διογκωμένη πολυστερίνη είναι ισότροπο και ελαστικότερο υλικό, ιδιότητες που είναι ευεργετικές κατά την συμπεριφορά της κατασκευής σε συστολοδιαστολές. Για τα ελληνικά κλιματικά δεδομένα, όπου τα απαιτούμενα πάχη είναι μικρότερα και οι απαιτήσεις σε υδρατμοδιαπνοή του κτιρίου μικρότερες, καθώς ο αερισμός του κτιρίου είναι κατά κανόνα επαρκής για την αποφυγή
συμπυκνώσεων στα δομικά στοιχεία, μπορούν να χρησιμοποιηθούν εξίσου καλά και τα τρία υλικά. Σε δομικά στοιχεία ωστόσο που έρχονται σε μόνιμη επαφή με υγρασία (πχ βάση τοίχου επί εδάφους) είναι σκόπιμο να χρησιμοποιούνται υλικά με υδρόφοβα χαρακτηριστικά, αλλά και με αυξημένη μηχανική αντοχή για την αποφυγή τραυματισμών της όψης από κρούσεις. Η απόδοση του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης εξαρτάται άμεσα, εκτός από το θερμομονωτικό υλικό, από τις ιδιότητες της κόλλας, του πλέγματος και των βυσμάτων και των επιχρισμάτων που χρησιμοποιούνται. Καθώς η μόνωση τοποθετείται εξωτερικά

απαιτούνται για την προστασία της επιχρίσματα με διαφορετικές ιδιότητες από τα συνηθισμένα.
Στα συστήματα θερμοπρόσοψης είναι καθοριστικό όλα τα στοιχεία του συστήματος να ταιριάζουν μεταξύ τους αρμονικά, τόσο σε λειτουργικό όσο και σε αισθητικό επίπεδο. Όλα τα υλικά πρέπει όχι μόνο να προέρχονται από την ίδια εταιρεία, αλλά και να είναι πιστοποιημένα ως μία ολοκληρωμένη λύση κατά τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Τεχνικών Εγκρίσεων (ΕΟΤΑ). Στην Ελλάδα, και στα τέλη του 2007, υπήρχαν πιστοποιημένα συστήματα θερμοπρόσοψης τριών εταιρειών στην αγορά, με χρήση διογκωμένης πολυστερίνης, εξηλασμένης πολυστερίνης και πετροβάμβακα. Εκτός από την απαίτηση για συνολικά πιστοποιημένη λύση, ένα άλλο ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των συστημάτων θερμοπρόσοψης είναι οι υψηλές απαιτήσεις κατά την διαδικασία εφαρμογής τους. Οι εργασίες για την τοποθέτηση του συστήματος διαφέρουν αρκετά από τις συνηθισμένες, απαιτώντας γνώση και προσοχή. Πρέπει να ακολουθείται σωστά και με απόλυτη συνέπεια η διαδοχή των εργασιών και απαιτείται το συνεργείο να είναι απολύτως ενημερωμένο και εξοικειωμένο με την εφαρμογή του συγκεκριμένου συστήματος. Αυτό σημαίνει, πως τα πλεονεκτήματα της θερμοπρόσοψης διασφαλίζονται μόνο όταν το συνεργείο είναι εκπαιδευμένο και εξειδικευμένο. Καθώς δε δεν υπάρχει η επαγγελματική πιστοποίηση των συνεργείων, με τον τρόπο που αυτό συμβαίνει σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες, εναπόκειται κυρίως στην εταιρεία που προμηθεύει το σύστημα θερμοπρόσοψης να διασφαλίσει την εκπαίδευση και την ποιότητα εργασίας του συνεργείου. Τα ολοκληρωμένα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης αποτελούν μία ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα λύση για τις ελληνικές κατασκευές. Η χρήση τους ελαχιστοποιεί το πρόβλημα των θερμογεφυρών, μειώνει τις ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση, περιορίζει τα λειτουργικά και αισθητικά προβλήματα του κελύφους, βελτιώνει την ποιότητα του εσωτερικού περιβάλλοντος, ενώ καθιστά εφικτή τη χρήση μεγαλύτερου πάχους θερμομονωτικού υλικού χωρίς να χάνεται πολύτιμος εσωτερικός χώρος. Παρέχει δε και πολύ ικανοποιητική ευελιξία ως προς την τελική διαμόρφωση της όψης. Ταυτόχρονα, αποτελεί την οικονομικά σκοπιμότερη και λειτουργικά πιο ορθολογική λύση για τα μη θερμομονωμένα, ή πλημμελώς μονωμένα, υφιστάμενα κτίρια, που αποτελούν δυστυχώς κληροδότημα της έλλειψης πρόνοιας στις κατασκευές ως και τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Υπό αυτήν την έννοια η εξωτερική θερμομόνωση είναι ένα εξαιρετικά πολύτιμο εργαλείο εξοικονόμησης ενέργειας σύμφωνα με τις επιταγές της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων, αλλά και τις ανάγκες των καιρών συνολικά. Προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή της αποτελούν η επιλογή συνολικά πιστοποιημένων συστημάτων θερμοπρόσοψης, η διαθεσιμότητα εξειδικευμένου και έμπειρου εργατικού δυναμικού και η διάθεση των μελετητών και κατασκευαστών να προχωρήσουν σε μία, για τα ελληνικά δεδομένα, νέα λύση. [3.6]

3.5.2 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ

Πρόκειται για πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης ειδικής όμως κατεργασίας, πάχους 3 και 6 χιλιοστών για εσωτερική κυρίως χρήση, και κατά συνέπεια ιδανικών για ενεργειακή αναβάθμιση κυρίως υφιστάμενων παλαιών, αλλά και νεόδμητων κτιρίων και κατασκευών που δεν έχουν την ευχέρεια δέσμευσης

χώρου για θερμομόνωση με μεγαλύτερου πάχους συμβατικές πλάκες. Τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες του προαναφερόμενου καινοτομικού υλικού συνάδουν με τις απόψεις οι οποίες χαρακτηρίζουν ως αναμφισβήτητο γεγονός το ενεργειακό πρόβλημα, το οποίο μας οδηγεί με μαθηματική βεβαιότητα στο αυταπόδεικτο συμπέρασμα της αναγκαιότητας δημιουργίας νέων σύγχρονων θερμομονωτικών υλικών, που να απαντούν στις απαιτήσεις μιας ραγδαίας εξελισσόμενης αγοράς, η οποία στον συγκεκριμένο τομέα επιζητεί αγωνιωδώς ριζικές λύσεις μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. Παρατίθενται στον Πίνακα 3.12 τα φυσικά χαρακτηριστικά της λεπτής πολυστερίνης, ειδικής κατεργασίας, η οποία εδώ και χρόνια κυκλοφορεί με μεγάλη επιτυχία και χρήση στην Ευρωπαϊκή αγορά, όχι επαρκώς όμως στη Ελληνική, προς σύγκριση με τις πασίγνωστες και ευρύτατα χρησιμοποιούμενες πλέον θερμομονωτικές πλάκες 3,5cm, κλπ. Στις τελευταίες στήλες του πίνακα της επόμενης σελίδας παρατίθενται ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά, για τα πάχη που αναφέρονται, εισαγόμενης θερμομονωτικής πλάκας εξηλασμένης πολυστερίνης πολύ καλής ποιότητας.

Πίνακας 3.12: Φυσικά χαρακτηριστικά εξηλασμένης πολυστερίνης 3mm, 6mm, 30mm, 60mm [3.7]

Φυσικά Χαρακτηριστικά (μέσες τιμές)	Μονωτική Πλάκα		Μονάδα	Μέθοδος	Πλάκες Εξηλασμένης Πολυστερίνης **
Πάχος	3	6	mm	DIN	30mm, 60mm
Πυκνότητα	40	30	Kg/m^3	53420	28 έως 35 kg/m^2
Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας, μέση θερμ. 10 °C, λ	0,030	0,030	W/mK	52612	0,032 έως 0,034 W/mK
Αξία υπολογισμού θερμικής αγωγιμότητας κατηγορίας 035	0,035	0,035	W/mK	4108	0,033 έως 0,035 W/mK
Αντοχή θερμοπερατότητας, 1/Λ	0,086	0,17	m^2K/W		-
Συντελεστής θερμικής διείσδυσης, b	2.7	2.4	$KJ/m^2h^{0,5}K$		-
Συντελεστής αντίστασης στη διαπερατότητα υδρατμών M	650	450	-	52615	80~250 EN 12086 για πάχη ± 70mm
Ισοδύναμο στη διάχυση πάχος στρώματος αέρος sd	1,95	2,7	M		
Συντελεστής γραμμικής θερμικής διαστολής	0,07	0,.07	mm/mK		0,07 έως 0,08 mm/mK
Αντοχή στη θλίψη σε 10% συμπίεση	0,1	0,1	N/mm^2	53421	0,2 έως 15 N/mm^2 EN 826
Αντοχή στον εφελκυσμό κατά μήκος Εγκάρσια	1,3 0,7	0,9 0,7	N/mm^2 N/mm^2	53455	-
Επιμήκυνση σε θραύση κατά μήκος εγκάρσια	9 12	10 12	% %	53455	-
Απορρόφηση νερού, διαβροχή	Καμία	καμία		53434	0,5max, EN 12087 0.2 έως 0,3, EN 12087
Συμπεριφορά σε περίπτωση πυρκαγίας *	B2/B1	B1		4102	E/EN 1350-1
Όρια θερμοκρασιών λειτουργίας	-60 μέχρι +70		°C		-50 έως +75°C
Μέτρο διόρθωσης ηχομόνωσης (σε συνδιασμό με παρκέτο)	+16dB	+16dB	Δ/W	52210	–
Διαστάσεις	1250 x 800		Mm		-

*Κολλημένο σε ορυκτό υπόστρωμα σε συνδυασμό με υδάτινης βάσης βαφή, υαλοϋφασμα, σοβά, κεραμικά πλακίδια.
**Ανάλογα με τον τύπο και το πάχος της πλάκας
Παρατηρήσεις:
Οι πολυστερίνες 3mm και 6mm του πίνακα, έχουν εξηλασθεί χωρίς την χρησιμοποίηση FREON, όπως συμβαίνει βέβαια και με τις πολυστερίνες, καλής ποιότητας, μεγάλου πάχους που κυκλοφορούν στην αγορά. [3.7]

3.5.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ (XPS)

***FIBRAN*xps**

Οι πλάκες εξηλασμένου αφρώδους πολυστυρενίου FIBRAN*xps*, συχνότερα αναφέρεται και ως εξηλασμένη πολυστερίνη, είναι ένα θερμομονωτικό υλικό που παράγεται από πολυστυρένιο και κατάλληλα διογκωτικά αέρια. Με τη διεργασία της συνεχούς εξέλασης, σχηματίζεται μία συνεχή πλάκα στο επιθυμητό πάχος (20-200 mm). Η συνεχής αυτή πλάκα τεμαχίζεται σε μικρότερες πλάκες τυποποιημένων διαστάσεων, διαμορφώνονται ή μη οι τέσσερις περιμετρικές πλευρές τους, επεξεργάζονται ή μη οι δύο όψεις τους και τέλος συσκευάζονται σε δέματα. Οι πλάκες FIBRAN*xps* χαρακτηρίζονται από την υψηλή και διαρκή θερμομονωτική ιδιότητά τους, τη μηδαμινή υδαταπορροφητικότητα, την υψηλή αντοχή σε συμπίεση και τη σταθερότητα των διαστάσεων τους. Παρουσιάζουν δυσκολία στην ανάφλεξη τους αλλά και άψογη συμβατότητα με τα οικοδομικά υλικά (τσιμέντο, γύψο, ασβέστη, ανυδρίτη, άμμο) ενώ οι αποφλοιωμένες και με αυλακώσεις / εγκοπές πλάκες προσφέρουν άριστη πρόσφυση σε σκυρόδεμα και επιχρίσματα.[3.12]

G. TIKTAS XPS

Το G. TIKTAS *XPS* έχει άριστες μηχανικές ιδιότητες ενώ ταυτόχρονα προσφέρει ιδανικές θερμομονωτικές δυνατότητες. Λόγω των κλειστών κυψελών του δεν είναι ευαίσθητο στην υγρασία. Έχει μεγάλη αντοχή στην συμπίεση, ενώ ταυτόχρονα οι διαστάσεις του παραμένουν σταθερές, διότι δεν επηρεάζεται από τις αλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Προσφέρει υψηλή θερμομόνωση, διατηρεί ιδανικές διαστάσεις σε όλες τις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος, αποτρέπει τις θερμογέφυρες, δεν επηρεάζεται από την υγρασία (μηδενικός συντελεστής) και αποτελείται από επιφάνεια που δύναται να συντηρηθεί (καθαρισμός).[3.13]

Πίνακας 3.13: Τεχνικά χαρακτηριστικά G. TIKTAS XPS [3.13]

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ					
ΤΥΠΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	**ΠΡΟΤΥΠΟ (STANDARD)**	**ΤΟΙΧΟΠΟΙΪΑΣ (WALLTYPE) GT-XPS 250**	**ΜΠΕΤΟΥ (BETON TYPE) GT-XPS 280**	**ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΗΣ (GENERAL USE) GT-XPS 350**	**ΥΨΗΛΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ (HIGH RESISTANCE) GT-XPS 450**
Τυπικές Διαστάσεις (mm)	-	2500 X 600 1250 X 600	2500 X 600 1250 X 600	2500 X 600 1250 X 600	2500 X 600 1250 X 600
Τυπικά Πάχη (mm)	-	25 - 200	25 - 200	20 - 200	20 - 200
Επιφάνεια Πλάκας	-	Λεία	Ξυσμένη με αυλάκι	Λεία	Λεία
Συντελεστής Θερμικής Αγωγιμότητας λ_D	EN12667:2008	0,0351 W/ (m.K)	0,0351 W/ (m.K)	0,035 W/ (m.K)	0,034 W/ (m.K)
Αντοχή σε συμπίεση σ_{10} για 10% παραμόρφωση	EN826:1996	-	-	<= 50 mm 509 kPa 51 - 70 mm 574 kPa 71 - 100 mm 585 kPa	<= 50 mm 665 kPa 51 - 70 mm 673 kPa 71 - 100 mm 715 kPa
Αντοχή σε κάμψη	ASTM C203	469 kPa	424 kPa	536 kPa	681 kPa
Μακροχρόνια υδατοαπορρόφηση με ολική εμβάπτιση	EN12087:1997	<= 3%	<= 2%	<= 2%	<= 2%
Κλάση Φωτιάς	EN13501-1:2007	E	E	E	E
Θερμοκρασία Χρήσης ^{o}C	-	-50 εως +75	-50 εως +75	-50 εως +75	-50 εως +75
Συμπεριφορά σε αλλαγή θερμοκρασιών Κρύο - ζέστη: -μείωση σε αντοχή % - αλλαγή της επιφάνειας της μόνωσης %	-	καμία	καμία	καμία	καμία
Διαμόρφωση πλαϊνών					

3.5.4 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΔΙΟΓΚΩΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ (EPS)

G. TIKTAS EPS

Με ειδικές διαδικασίες διόγκωσης σύγχρονων πρώτων υλών, όπως οι πολυμερισμένες στυρόλες, καταλήγουμε στη διογκωμένη πολυστερίνη *EPS*. Εύχρηστο, ελαφρύ, καθαρό υλικό, που δεν είναι υδρόφιλο, αδρανές και ουδέτερο μετά τη διόγκωση, και εντελώς αβλαβές. Με τις πολύ καλές θερμομονωτικές αλλά συγχρόνως και ηχομονωτικές ιδιότητες του, αντικατέστησε πολλά θερμομονωτικά υλικά στον κλάδο της οικοδομής. Η δομή των πλακών μας είναι ένα πολυκυτταρικό σύστημα άπειρων φυσαλίδων που κλείνουν ερμητικά αέρα. Σ' αυτό οφείλονται οι άριστες θερμό-ηχομονωτικές ιδιότητες τους, σε συσχέτιση με ελάχιστο βάρος. Αναφέρουμε ότι, σε ένα κυβικό εκατοστό της ύλης μας αυτής βάρους μόλις 25 χιλιοστών του γραμμαρίου, βρίσκονται περίπου 350.000 κλειστές φυσαλίδες αέρα. Απόδειξη των αυξημένων θερμομονωτικών χαρακτηριστικών του υλικού *EPS* , αποτελεί το γεγονός ότι άλλα θερμομονωτικά υλικά το χρησιμοποιούν στις γνωστές πλάκες σάντουιτς, για να αυξήσουν την δική τους θερμομονωτική ικανότητα.

Πίνακας 3.14: Τιμές αποτελεσμάτων μετρήσεων [3.13]

Τύπος	**Ογκομετρικό Βάρος Kgr/ m³**	**Συντελεστής Θερμοαγωγιμότητας λ (kcal / mh º C)**
T15	**15**	**0,0360**
T18	**18**	**0,0365**
T20	**20**	**0,0350**
T22	**22**	**0,0345**
T25	**25**	**0,0340**
T30	**30**	**0,0330**

Η διογκωμένη πολυστερίνη διατίθεται σε διάφορες πυκνότητες βάρη * ανά m³ που σε συνάρτηση τους κυμαίνεται και η θερμοαγωγιμότητα της λ (kcal/mh ºC). Εκτός των προαναφερθέντων ογκομετρικών βαρών, στην επιχείρηση μας παράγονται και οι τύποι :

ΚΧ (Κοινής Χρήσης) βάρους 9-10 kgr/ m³ περίπου Τ12 βάρους 12 kgr/ m³ περίπου, που προσφέρονται για πολλαπλές χρήσεις.[3.13]

*στα αναφερόμενα βάρη υφίσταται ανοχή -5%

3.5.5 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΚΑΙ ΡΟΛΛΑ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ
Φυσικός ορυκτοβάμβακας με ECOSE Technology

Ο φυσικός ορυκτοβάμβακας προσφέρει εξαίρετη θερμομόνωση, ηχομόνωση και αντίσταση στη φωτιά (κατηγορία A1 - άκαυστα υλικά). Η μόνωση με φυσικό ορυκτοβάμβακα μπορεί να αποσβεστεί σε μικρό χρονικό διάστημα. Η Knauf Insulation παράγει ορυκτοβάμβακες υψηλής ποιότητας για μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Προτείνονται διάφορα προϊόντα για την μόνωση των σοφιτών, στεγών, αεριζόμενων προσόψεων και διαχωριστικών τοίχων. Οι ορυκτοβάμβακες της Knauf Insulation με ECOSE Technology πλεονεκτούν χάρις ένα συνδέτη χωρίς φορμαλδεΰδη, ο οποίος παράγεται από ταχέως ανανεώσιμα οργανικά υλικά, δεν περιλαμβάνει χημικά με βάση το πετρέλαιο και περιέχει 70% λιγότερη ενέργεια. Η τεχνολογία αυτή αναπτύχθηκε για τους ορυκτοβάμβακες της Knauf Insulation, ενισχύοντας τα περιβαλλοντικά τους χαρακτηριστικά χωρίς να επηρεάζονται η θερμική, ακουστική και η απόδοση πυρασφάλειας που διαθέτουν. Τα μονωτικά προϊόντα με ECOSE Technology δεν περιέχουν χρωστικές και τεχνητά χρώματα- το χρώμα τους είναι εντελώς φυσικό.

Η Knauf Insulation παράγει ένα μεγάλο εύρος μονωτικών υλικών από πετροβάμβακα για διάφορες εφαρμογές: για σκεπές και δώματα, εξωτερικούς, εσωτερικούς και διαχωριστικούς τοίχους, ισόγεια πατώματα και ημιορόφους. [3.11]

Ρολλά και Πλάκες φυσικού ορυκτοβάμβακα με ECOSE Technology
Ρολλά Classic 040
Ρολλά TI 312 RA με αλουμίνιο
Πλάκες χωρισμάτων TP 116
Ρολλά χωρισμάτων ULTRACOUSTIC
Πλάκες χωρισμάτων ULTRACOUSTIC P
Πλάκες τοιχοποιίας TP 138

Στην ελληνική αγορά υπάρχουν πολλές εταιρίες οι οποίες παράγουν ή εισάγουν θερμομονωτικά υλικά με παρόμοιες ιδιότητες. Η παρουσίαση των υλικών των συγκεκριμένων εταιριών είναι ενδεικτική, και δεν προτείνονται έναντι κάποιων άλλων από αυτή την εργασία.

3.6. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ

3.6.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

3.6.1.1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑΣ , λ

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1m2 και πάχος 1m, όταν η πτώση της θερμοκρασίας προς την κατεύθυνση της ροής της θερμότητας (διαφορά θερμοκρασίας των δύο επιφανειών) είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση, δηλαδή η θερμοκρασία τοπικά παραμένει σταθερή με το χρόνο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας μετράται σε βατ ανά μέτρο και βαθμό Κέλβιν (W / m*K).

3.6.1.2 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , Λ

Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία ρέει σε 1 ώρα μέσα από στρώμα υλικού που έχει επιφάνεια 1m2 και πάχος d m, όταν μεταξύ των δύο επιφανειών υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοδιαφυγής μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν (W/ m2*K).
Για ομοιογενή υλικά είναι : Λ = d**,** λ σε (W/m2*K)

3.6.1.3 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ , 1/Λ

Ως αντίσταση θερμοδιαφυγής ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοδιαφυγής. Η αντίσταση θερμοδιαφυγής μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ
(m2*K/W).

3.6.1.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ, α

Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία μεταβιβάζεται σε 1 ώρα μεταξύ στοιχείου της κατασκευής, που έχει επιφάνεια 1m2 και του αέρα, ο οποίος βρίσκεται σε επαφή μ'αυτό, όταν μεταξύ τους υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας ενός βαθμού Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμικής μεταβίβασης μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν (W/ m2*K).

3.6.1.5 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΙΒΑΣΗΣ , 1/α

Ως αντίσταση θερμικής μεταβίβασης ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμικής μεταβίβασης. Η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ (m2*K/W).

3.6.1.7 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , K (U)

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας δίνει την ποσότητα της θερμότητας σε βατώρες, η οποία διέρχεται σε 1 ώρα μέσα από επιφάνεια 1m2 της κατασκευής, όταν η διαφορά θερμοκρασίας του αέρα, που βρίσκεται στη μία και στην άλλη πλευρά της κατασκευής, είναι ένας βαθμός Κέλβιν και το σύστημα βρίσκεται σε μόνιμη κατάσταση. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μετράται σε βατ ανά τετραγωνικό μέτρο και βαθμό Κέλβιν (W/ m2*K).

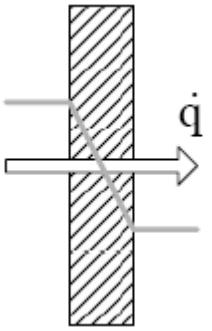
3.6.1.8 ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ , 1/K

Ως αντίσταση θερμοπερατότητας ορίζεται το αντίστροφο του συντελεστή θερμοπερατότητας. Η αντίσταση θερμοπερατότητας μετράται σε τετραγωνικά μέτρα επί βαθμούς Κέλβιν ανά βατ
(m2*K/W). [3.4]

3.6.2 Η λειτουργία της θερμομόνωσης

Είναι γνωστό από το επιστημονικό πεδίο της Μετάδοσης Θερμότητας πως όταν έρθουν σε επαφή δύο αντικείμενα με διαφορετικές θερμοκρασίες, τότε εμφανίζεται ροή θερμικής ενέργειας από το θερμότερο προς το ψυχρότερο σώμα. Η ροή αυτή χαρακτηρίζεται ως θερμοροή. Συμβολίζεται ως *q* και εκφράζεται σε μονάδες W (Watt). Το μέγεθος της θερμοροής υπολογίζεται από το νόμο του Fourier. Για το επίπεδο τοίχωμα πάχους d και εμβαδού S του σχήματος 2, ο νόμος του Fourier εκφράζεται με την εξίσωση:

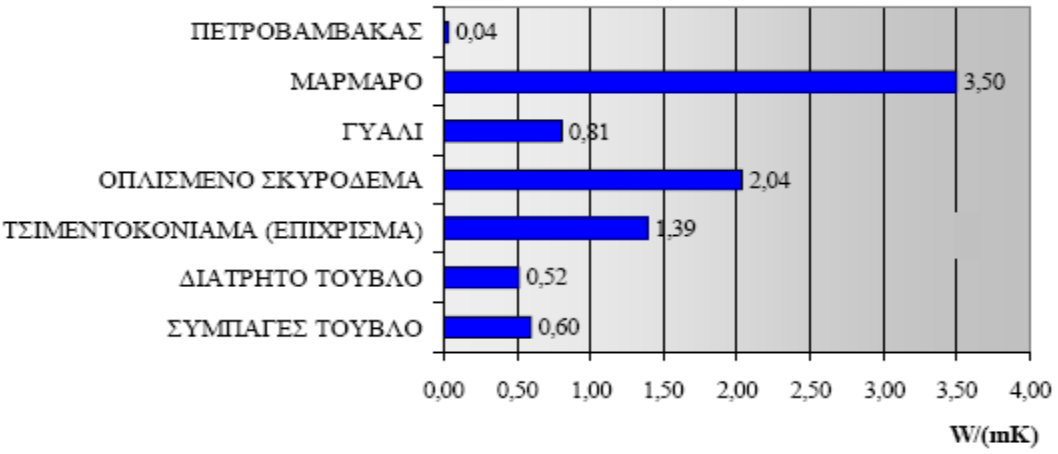
$$q = S\lambda * \Delta\theta / d$$



Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση της ροής θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου όταν στις δύο όψεις του επικρατεί διαφορετική θερμοκρασία. [3.2]

Όπου:
λ, ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, ο οποίος χαρακτηρίζει το υλικό από άποψη θερμικής συμπεριφοράς και εκφράζεται σε W/(mK).

Το παραπάνω φαινόμενο δημιουργεί προβλήματα απωλειών ενέργειας. Στην περίπτωση των κτιρίων η θερμότητα ρέει με φυσικό τρόπο από ένα θερμό χώρο σε έναν ψυχρότερο. Κατά τη χειμερινή περίοδο (ή περίοδο θέρμανσης) αυτή η ροή θερμότητας κινείται είτε άμεσα από όλους τους θερμαινόμενους χώρους του κτιρίου προς τους παρακείμενους μη θερμαινόμενους
χώρους (σοφίτες, αποθήκες, υπόγεια) και προς το εξωτερικό περιβάλλον, είτε έμμεσα διαμέσου των εσωτερικών οροφών, τοίχων και δαπέδων, οπουδήποτε ή οποτεδήποτε παρουσιάζεται θερμοκρασιακή διαφορά. Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο (ή περίοδο δροσισμού) η θερμότητα ρέει από το εξωτερικό περιβάλλον προς το εσωτερικό του κτιρίου. Για να διατηρηθούν ικανοποιητικές συνθήκες θερμικής άνεσης στο κτίριο και να μειωθεί η ενέργεια που προσδίδεται στο κτίριο από τα μηχανικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού είναι απαραίτητη η χρήση θερμομόνωσης, η οποία και έχει ως τελικό σκοπό τη μείωση της θερμοροής παρέχοντας μία αποτελεσματική αντίσταση στη ροή της θερμότητας.
Για παράδειγμα, σε μια κατοικία, η εσωτερική θερμοκρασία κατά τη χειμερινή περίοδο πρέπει να διατηρείται στους 18-22oC, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι συνθήκες θερμικής άνεσης. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος είναι πολύ χαμηλότερη, με αποτέλεσμα να υπάρχει ροή θερμότητας διαμέσου των δομικών στοιχείων, από το εσωτερικό της κατοικίας προς το περιβάλλον. Επομένως, απαιτείται επιπλέον ενέργεια για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Πέρα από την αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση, η
συγκέντρωση επικίνδυνων εκπομπών αυξάνεται, αφού αυξάνεται και η λειτουργία του λέβητα της κατοικίας.
Από το νόμο του Fourier, διαπιστώνεται ότι για να μειωθούν οι απώλειες λόγω θερμοροής, επιβάλλεται η χρήση υλικών με χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Ακριβώς αυτά τα υλικά, χαρακτηρίζονται ως θερμομονωτικά.
Η θερμομόνωση επομένως στα ομοιογενή και ισότοπα υλικά, τουλάχιστον, ταξινομείται με όρους συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ, του οποίου η φυσική σημασία έγκειται στην αντίσταση στη θερμοροή. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη θερμοροή και επομένως η αποτελεσματικότητα θερμομονωτικού υλικού.[3.2]



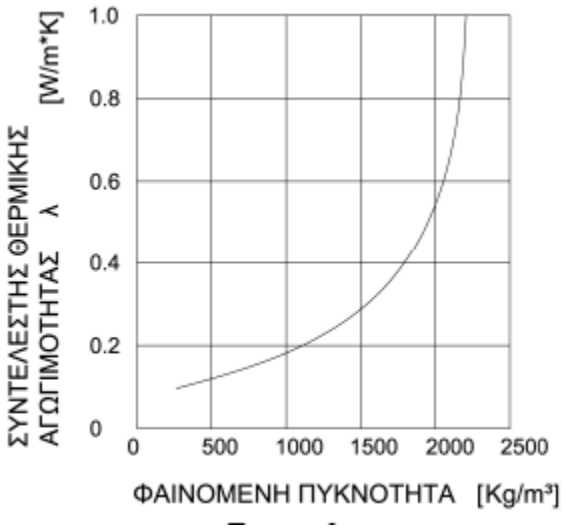
Σχήμα 3.2: Τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας λ, για διάφορα δομικά στοιχεία (σε W/(m*K)) [3.2]

3.6.3 Ο ρόλος των θερμομονωτικών υλικών

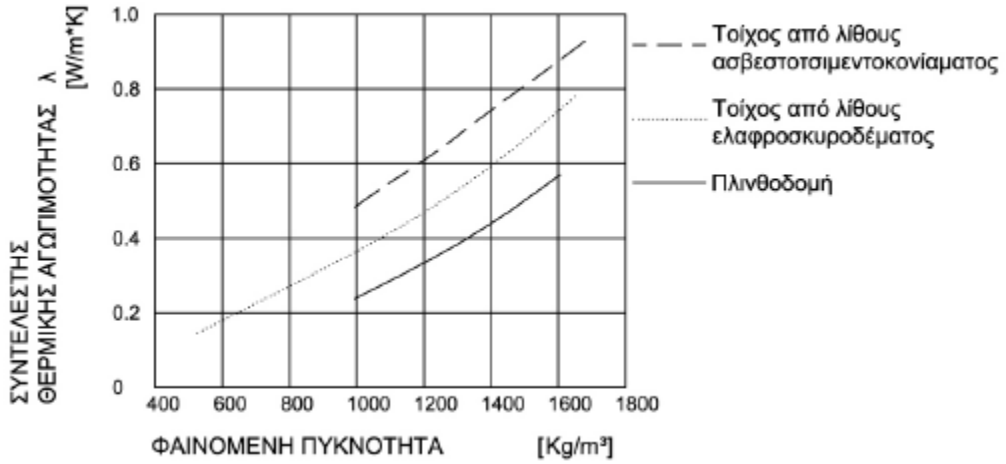
Τα θερμομονωτικά υλικά καθορίζουν τη συμπεριφορά του κτιριακού κελύφους από πλευράς δομικής φυσικής και έχουν ως προορισμό τους να μειώσουν το συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων με στόχο τη μείωση των θερμικών απωλειών κατά τη χειμερινή περίοδο και μείωση της θερμικής προσόδου κατά τη περίοδο δροσισμού.
Η μετάδοση της θερμότητας μέσα από τα αδιαφανή δομικά στοιχεία και υλικά γίνεται στο μεγαλύτερο ποσοστό με αγωγιμότητα, η οποία ποσοτικοποιείται, στα ομοιογενή και ισότροπα υλικά, όπως προαναφέρθηκε, με τη βοήθεια του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Στα σύνθετα δομικά στοιχεία η αγωγιμότητα ποσοτικοποιείται με τη βοήθεια του συντελεστή θερμοπερατότητας k(U value). Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ, είναι χαρακτηριστικό μέγεθος του υλικού, το οποίο καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητά του και αναφέρεται σε ομοιογενή υλικά. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του λ, τόσο περισσότερο αποτελεσματικό είναι το υλικό ως θερμομονωτικό. Γενικά, τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν την ιδιότητα της θερμικής αντίστασης στον αέρα που περιέχεται μέσα τους. Ο αέρας θεωρείται «κακός αγωγός» της θερμότητας, δηλαδή, έχει χαμηλό συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ. Σε θεωρητικό επίπεδο η θερμική αγωγιμότητα ελαχιστοποιείται σε συνθήκες κενού, επειδή η έλλειψη μάζας καθιστά αδύνατη τη μεταφορά της θερμότητας με αγωγιμότητα. Στην πράξη, η μικρότερη δυνατή θερμική αγωγιμότητα επιτυγχάνεται όταν υπάρχει ακίνητος, ξηρός αέρας. Τα θερμομονωτικά υλικά επιτυγχάνουν το σκοπό τους, ακριβώς επειδή διαθέτουν, στην «πορώδη» μάζα τους, πολλούς μικρούς θύλακες ακίνητου αέρα, εγκλωβισμένου σε κυψέλες ή μέσα σε ένα πλέγμα ινών. Για το λόγο αυτό τα θερμομονωτικά υλικά έχουν κατά κανόνα και μικρό φαινόμενο βάρος. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ ενός πορώδους υλικού είναι μικρότερος σε σχέση με το λ του ίδιου υλικού εάν αυτό ήταν πιο συμπαγές. Το φαινόμενο αυτό και η λειτουργία του πορώδους των υλικών οδήγησε στην ανάπτυξη θερμομονωτικών υλικών, κοινό γνώρισμα των οποίων είναι η ύπαρξη σε μεγάλο ποσοστό πόρων που περιέχουν είτε αέρα είτε κάποιο άλλο αέριο που χαρακτηρίζεται ως κακός αγωγός της θερμότητας και

άρα διαθέτει μικρό συντελεστή αγωγιμότητας λ. Η πορώδης δομή των βιομηχανικά παραγόμενων μονωτικών υλικών επιτυγχάνεται με τη χρήση λεπτών ακανόνιστων ινών ή με την παραγωγή κυψελίδων από στερεοποιητικά υλικά. Η θερμική τους αγωγιμότητα καθορίζεται πρωταρχικά από τον αριθμό και το μέγεθος των κυψελών που υπάρχουν στη μάζα του υλικού τους και που περιέχουν τον ακίνητο, με θερμομονωτικές ιδιότητες, αέρα. Σε μικρότερο βαθμό επηρεάζεται από τη χημική σύσταση του υλικού, τη θερμοκρασία και την υγρασία στην οποία βρίσκονται. Η αύξηση της υγρασίας σημαίνει και αύξηση του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, ανεπιθύμητη για ένα θερμομονωτικό υλικό, καθώς το εγκλωβισμένο νερό, με το κατά πολύ μεγαλύτερο λ από αυτό του αέρα καταλαμβάνει τη θέση του τελευταίου. Σημειώνεται ότι το νερό και ο πάγος έχουν περίπου 24 και 92 φορές, αντίστοιχα, μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας λ από τον αέρα. Για το λόγο αυτό η υγρασία θεωρείται και το μεγαλύτερο αίτιο προβλημάτων της θερμομόνωσης σε μια κατασκευή.[3.2]

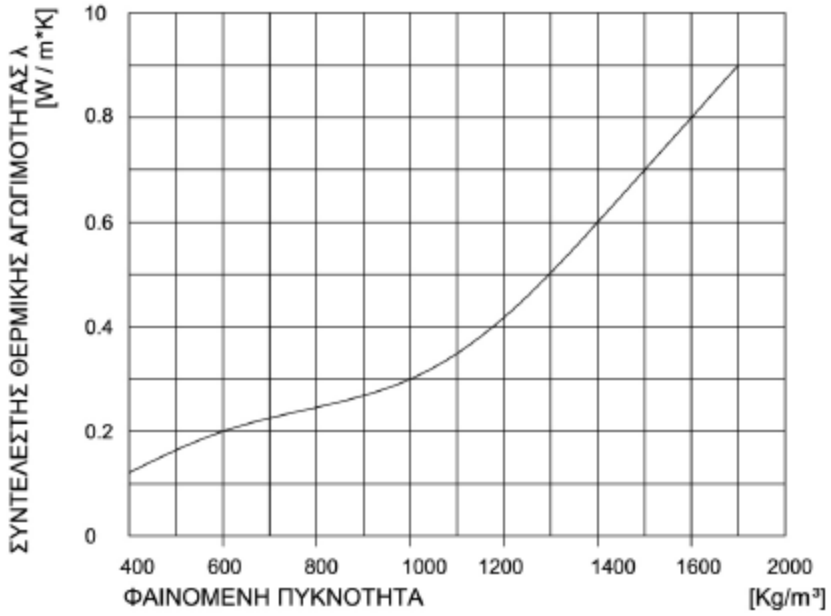
Τα δομικά υλικά ανάλογα με την τιμή του λ διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες.[3.4] :
α. Φυσικοί λίθοι λ = 2,7 μέχρι 4,1 (W/m*K),
β. Κάθε φύσης δομικό υλικό λ = 0,1 μέχρι 2,7 (W/m*K),
γ. Θερμομονωτικό υλικό λ = 0,04 μέχρι 0,1 (W/m*K).
Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας εξαρτάται από τη φαινόμενη πυκνότητα του υλικού, του τοίχου και του σκυροδέματος.



Σχήμα 3.3: Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ ,σε συνάρτηση με τη φαινόμενη πυκνότητα, ρ_R, του υλικού.[3.4]

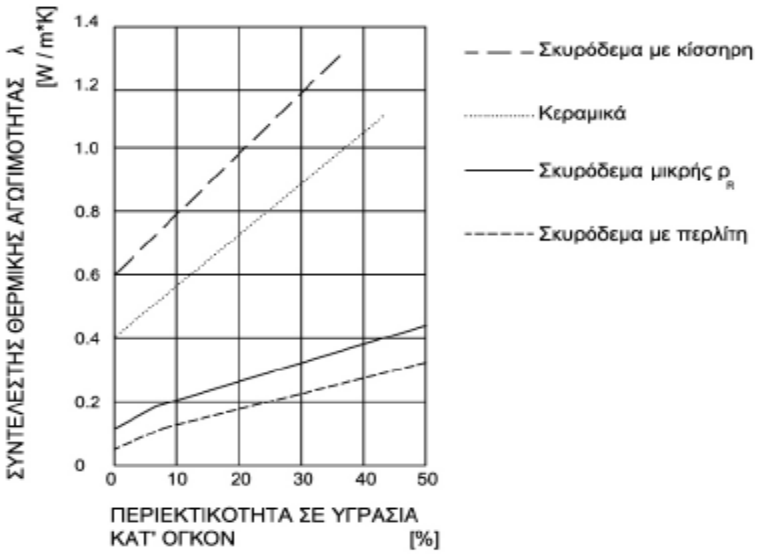


Σχήμα 3.4: Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ, σε συνάρτηση με τη φαινόμενη πυκνότητα, ρ_R, τοίχου εν ξηρώ.[3.4]

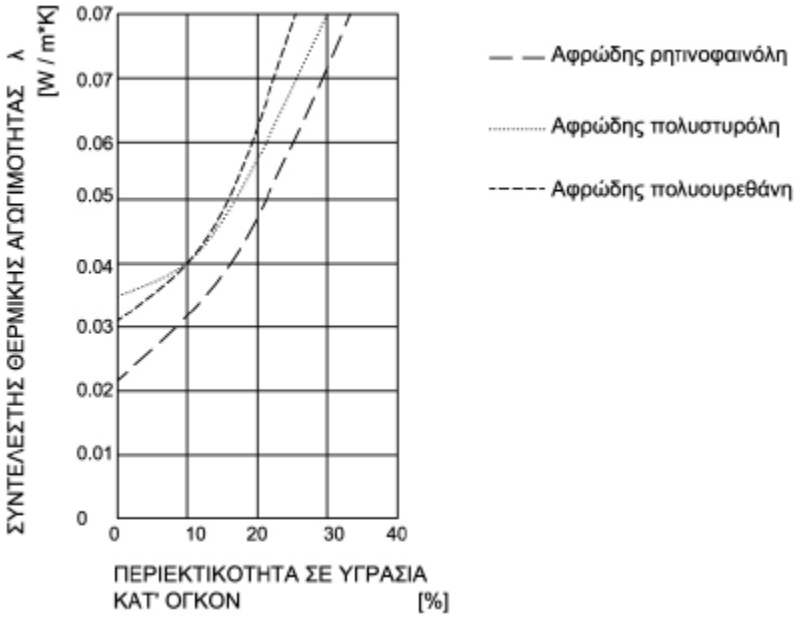


Σχήμα 3.5: Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ , σε συνάρτηση με τη φαινόμενη πυκνότητα, ρ_R, σκυροδέματος διάφορων τύπων, εν ξηρώ, ανάλογα με τη δομή και τη σύστασή τους. .[3.4]

Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας, λ , ενός υλικού εξαρτάται από το ποσοστό της περιεχόμενης υγρασίας στο υλικό, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, και μάλιστα η τιμή του λ αυξάνεται με την αύξηση του ποσοστού της υγρασίας. Δηλαδή, η περιεχόμενη υγρασία αυξάνει τη θερμοαγωγιμότητα του υλικού.



Σχήμα 3.6: Επίδραση του περιεχόμενου ποσοστού υγρασίας στο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ , διάφορων δομικών υλικών.[3.4]



Σχήμα 3.7: Επίδραση του περιεχόμενου ποσοστού υγρασίας στο συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας, λ, διάφορων θερμομονωτικών υλικών.[3.4]

3.6.4 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ U

Όταν μιλάμε για θερμοπερατότητα (U) ενός δομικού στοιχείου (π.χ. εξωτερικού τοίχου, δώματος, δαπέδου πάνω από pilotis κλπ.) εννοούμε – όπως άλλωστε προδίδει η λέξη – το πόσο εύκολα περνάει η θερμότητα μέσα από το στοιχείο αυτό. Προφανώς όσο πιο μικρό είναι το U (θερμοπερατότητα) του δομικού αυτού στοιχείου τόσο καλύτερα είμαστε από πλευράς θερμομόνωσης. Η πολιτεία λοιπόν έχει θεσπίσει μέγιστους επιτρεπόμενους συντελεστές

θερμοπερατότητας (U) για όλα τα δομικά στοιχεία έτσι ώστε να υπάρχει μια μίνιμουμ εγγυημένη θερμομόνωση για κατοικίες/κτίρια.
Ο έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου αποτελεί το πρώτο βήμα της ενεργειακής μελέτης.
Ο έλεγχος γίνεται με βάση το συντελεστή θερμοπερατότητας (U) σε δύο στάδια:
1. Έλεγχος θερμικής επάρκειας των επί μέρους δομικών στοιχείων του κτηρίου. Για να ικανοποιεί ένα δομικό στοιχείο τις απαιτήσεις θερμομονωτικής προστασίας του κανονισμού, θα πρέπει να ισχύει:

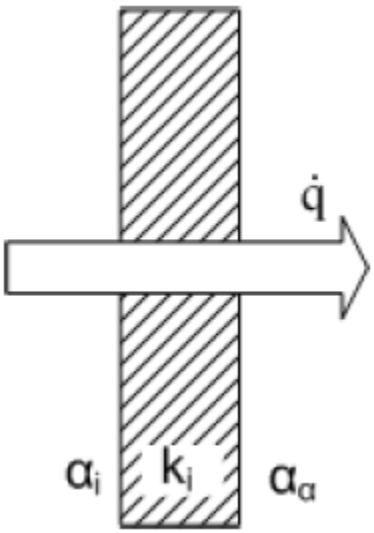
$$U_{εξεταζ.} \leq U_{max} \ [W/(m^2 \cdot K)]$$

2. Έλεγχος θερμικής επάρκειας του συνόλου του κτηρίου. Για να ικανοποιούνται οι απαιτήσεις του κανονισμού πρέπει η μέση τιμή θερμοπερατότητας του εξεταζόμενου κτηρίου (Um) να μην υπερβαίνει τα όρια που θέτει ο κανονισμός για κάθε κτήριο (Um, max), αυτού εντασσομένου σε μια από τις κλιματικές ζώνες του ελλαδικού χώρου. Θα πρέπει να ισχύει:

$$U_m \leq U_{m,max} \ [W/(m^2 \cdot K)]$$

Η μεταδιδόμενη θερμική ισχύς κάθετα σε μια επιφάνεια δίνεται από τη σχέση:

$$Q_i = U_i * A_i * (T_i - T_\alpha)$$



Σχήμα 3.8 [3.8]

Όπου

qi Η μεταδιδόμενη θερμική ισχύς (W)

Ai : το εμβαδόν της επιφάνειας εναλλαγής (m2)

Ui : Συντελεστής θερμοπερατότητας δομικού στοιχείου i (W/m2K)

Ti , Ta … Οι θερμοκρασίες του αέρα στη θερμή και ψυχρή πλευρά αντίστοιχα

Η αντίσταση που προβάλλει μία ομογενής στρώση ενός δομικού στοιχείου στη ροή θερμότητας υπολογίζεται από το γενικό τύπο:

$$R = d / \lambda$$

όπου

R [m²·K/W)] : η αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας η συγκεκριμένη στρώση,

d [m] : το πάχος της στρώσης,

λ [W/(m·K)] : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της στρώσης,

Ένα δομικό στοιχείο όπως π.χ. ένας εξωτερικός τοίχος αποτελείται από επάλληλες στρώσεις. Για παράδειγμα, εσωτερικό κι εξωτερικό επίχρισμα, δύο στρώσεις από τούβλα (περίπτωση διπλής τοιχοποιίας) και το θερμομονωτικό υλικό που στην περίπτωση αυτή καταλαμβάνει τον κενό χώρο ανάμεσα στις δύο στρώσεις τούβλων. Για κάθε μία από αυτές τις στρώσεις μπορούμε να υπολογίσουμε τη θερμική της αντίσταση (R) το πόσο καλά δηλαδή αντιστέκεται σε διέλευση της θερμότητας μέσα από αυτήν. Η θερμική αυτή αντίσταση είναι προφανώς ανάλογη με το πάχος της στρώσης (όσο πιο παχιά η στρώση τόσο καλύτερα ανθίσταται στη διαφυγή της θερμότητας) και αντιστρόφως ανάλογη με τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (λ) που χαρακτηρίζει κάθε υλικό.

Το σύνολο των θερμικών αντιστάσεων όλων των στρώσεων ενός πολυστρωματικού δομικού στοιχείου, που αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζει την αντίσταση θερμοδιαφυγής (RΛ) και προκύπτει από το άθροισμα των επί μέρους αντιστάσεων της κάθε στρώσης κατά τη γενικευμένη σχέση:

$$R_\Lambda = \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} = \sum_{j}^{n} R_j$$

Η σειρά των στρώσεων ενός δομικού στοιχείου πρακτικά δεν επηρεάζει τη ροή θερμότητας μέσω αυτού, επηρεάζει όμως την αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητάς τους. Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης σε θέση πλησιέστερη προς την εσωτερική επιφάνεια περιορίζει τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου.

Η συνολική θερμική αντίσταση που προβάλλει ένα πολυστρωματικό δομικό στοιχείο, που
αποτελείται από ομογενείς στρώσεις υλικών, ορίζεται από την εξίσωση:

$$Rολ = Ri + R1 + R2 + ... +Rn + Ra$$

όπου

Rολ [m²·K/W] : η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο,

n [–] : το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
Ri [m²·K/W] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα
αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου ορίζεται από τη σχέση:

U = 1 / Rολ

Όπου
U[m²·K/W] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
Rολ [m²·K/W] : η συνολική αντίσταση που προβάλλει στη ροή θερμότητας το δομικό στοιχείο

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου **n** στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^{n} \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_a} \qquad [W/(m^2 \cdot K)]$$

όπου
U [W/(m²·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου,
n [–] : το πλήθος των στρώσεων του δομικού στοιχείου,
d [m] : το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου,
λ [W/(m·K)] : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης,
Rδ [m²·K/W] : η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,
Ri [m²·K/W] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,
Ra [m²·K/W] : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς τον εξωτερικό χώρο

Τα σύνθετα δομικά στοιχεία μπορούν να υπεισέλθουν στους υπολογισμούς και να ελεγχθούν ως προς την ικανοποίηση των απαιτήσεων του κανονισμού με δύο τρόπους:

- είτε λαμβάνοντας ξεχωριστά υπόψη το συντελεστή θερμοπερατότητας για κάθε επί μέρους διατομή του σύνθετου δομικού στοιχείου,

• είτε με έναν ενιαίο συντελεστή θερμοπερατότητας που προκύπτει από τους συντελεστές των επί μέρους διατομών κατά την αναλογία εμβαδού που αυτοί καταλαμβάνουν. [3.8]

$$U = \frac{\sum_{j=1}^{n} U_j \cdot A_j}{\sum_{j=1}^{n} A_j} \qquad [W/(m^2 \cdot K)]$$

3.7 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΜΟΝΩΣΕΩΝ

3.7.1 ΓΡΑΦΙΤΟΥΧΟ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το Neopor είναι το αποτέλεσμα της έρευνας της BASF και είναι υλικό που προσφέρει Θερμο - Ηχο – Πυροπροστασία.

Το Neopor είναι η θερμομονωτική πλάκα που παρουσιάζεται σε ένα γκρι-ασημί χρώμα και το στοιχείο που κάνει το Neopor μοναδικό προϊόν του είδους του είναι ο γραφίτης. Ο γραφίτης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας στο εσωτερικό του υλικού. Πιο συγκεκριμένα, παρεμβαίνει στη θερμότητα που διαχέεται με ακτινοβολία, μειώνοντάς την αισθητά χάρη στις βέλτιστες ιδιότητες απορρόφησης και αντανάκλασης.

Πίνακας 3.15: Τεχνικά χαρακτηριστικά θερμομονωτικής πλάκας Neopor.[3.10]

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ			
	Μονάδα Μέτρησης	***Neopor***	***Τρόποι Απόδειξης***
Θερμική Αγωγιμότητα λ	W/(m . K)	0,030	UNI 10351
Αντοχή στον Εφελκισμό	[Kg / cm^2]	2,20	EN 1608
Αντοχή στη Συμπίεση στο 10% της θραύσης	[Kg / cm^2]	1,00	EN 826
Ικανότητα φορτίου υπό συνεχή πίεση μετά από 30 χρόνια με παραμόρφωση < 2%	[Kg / cm^2]	0,25	
Αντοχή σε Κάμψη	N / mm^2	0,15	UNI 7031
Συντελεστής Ελαστικότητας E	N / mm^2	3,4	
Απορρόφηση νερού	Vol. %	2	DIN 53434

στο βύθισμα			
Αντίδραση στη φωτιά	ΑΦΛΕΚΤΟ B1 Z - 33.4 - 449		

Το Neopor, μονώνει στοιχεία σκυροδέματος, Δωμάτια, Δάπεδα, Διπλή τοιχοποιία, Υπάρχουσα Τοιχοποιία εξωτερικά (αναπαλαίωση), Στέγες, Υπόγεια και προσφέρεται σε φύλλα διαστάσεων 2500mm X 600mm και πάχους (mm): 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100. Επίσης είναι προϊόν 100% ανακυκλώσιμο και απαλλαγμένο από CFC/HCFC/HFC.

Η BASF AG κατασκευάζει το NEOPOR με τη μορφή κόκκων πολυστερίνης που περιέχουν γραφίτη. Από την επεξεργασία αυτών των μαύρων σωματιδίων, προκύπτουν αφρώδεις πλάκες, μπλοκς ή ειδικού σχήματος εξαρτήματα με χαρακτηριστικό ασημί-γκρί χρώμα. Για την επεξεργασία χρησιμοποιούνται συμβατικές μηχανές EPS.

Ενσωματωμένοι απορροφητήρες και ανακλαστήρες υπεριώδους ακτινοβολίας, αποτρέπουν σε μεγάλο βαθμό, την απορρόφηση θερμότητας λόγω ακτινοβολίας. Αποτέλεσμα: βελτιωμένος συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας.

Εξοικόνομηση Ενέργειας και Χρημάτων

Πολλά παλιά κτίρια έχουν απαιτήσεις σε θερμότητα πάνω από 200 kWh/(m^2 a). Η αντιστοιχία σε πετρέλαιο θέρμανσης είναι 20 λίτρα ανά τετραγωνικό μέτρο τον χρόνο για κάθε χειμώνα. Η αντιστοιχία σε φυσικό αέριο είναι περίπου 20 m^3 ανά τετραγωνικό μέτρο τον χρόνο για κάθε χειμώνα.

Κατά συνέπεια, μία κατοικία των 150 m^2 με απαιτήσεις θερμότητας ίση με 200 kWh/(m^2 a) καταναλώνει περίπου 3000 λίτρα πετρελαίου θέρμανσης ή 3000 m^3 φυσικού αερίου κάθε χειμώνα. Αυτά τα νούμερα κατανάλωσης μπορούν να μειωθούν σημαντικά με μία σειρά μέτρων. Μελέτες έδειξαν ότι εύκολα μπορούμε να πετύχουμε οικονομία της τάξης του 50% μέσω της θερμομόνωσης (πηγή: Institut Wohnen und Umwelt). Τα χρήματα που ξοδεύονται για την υλοποίηση της κατάλληλης θερμομόνωσης αποσβαίνονται μόλις από τον πρώτο χειμώνα. Ταυτόχρονα τα θετικά αποτελέσματα στο περιβάλλον από τη μείωση της μόλυνσής του είναι αυταπόδεικτα.

Καλύτερη ποιότητα ζωής

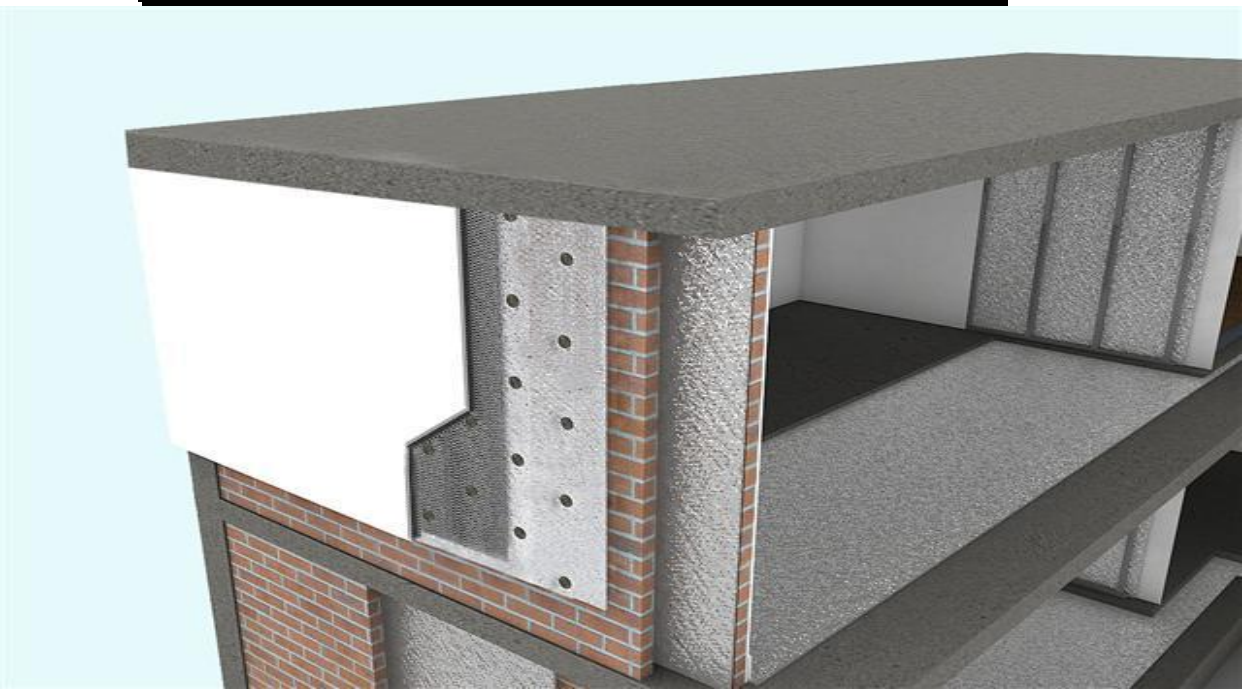
Οι μη μονωμένες κρύες, εξωτερικές επιφάνειες ενός κτίσματος, ακτινοβολούν κρύο αέρα, δημιουργώντας ανθυγιεινά ρεύματα μέσα σε αυτό. Πολύ περισσότερο τα μη μονωμένα ή ελλιπώς μονωμένα τμήματα ενός κτίσματος αναπτύσσουν υγρασία. Η υγρασία αυτή επηρεάζει αρνητικά την υγεία και την ποιότητα ζωής αυτών που κατοικούν στο κτίσμα, ενώ μπορεί να δημιουργηθεί και δομική ζημία στο ίδιο το κτίριο. Αυτές οι βλάβες αναγνωρίζονται από τις σκούρες κηλίδες στους τοίχους, ειδικά στις γωνίες, όπου αναπτύσσονται θερμικές γέφυρες.

Μόνωση για διατήρηση της αξίας

Συντήρηση δεν χρειάζονται μόνο τα μηχανήματα. Τα σπίτια χρειάζονται επίσης τακτική συντήρηση για να διατηρούν την αξία τους. Η μόνωση και τα πλεονεκτήματα που αυτή προσδίδει, αυξάνουν την αξία της οικοδομής.[3.10]

THERMO CONCRETE BARRIER FOIL

3.7.2 ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ



Εικόνα 3.1 [3.9]

Συμβαδίζοντας με τις σύγχρονες ανάγκες στην κτιριακή δόμηση και τις απαιτήσεις για εξέλιξη στις εφαρμογές Θερμομόνωσης του κελύφους των κτιρίων, παρουσιάζεται μια εφαρμόσιμη ολοκληρωμένη λύση: τη Θερμοπρόσοψη CBF

Η Θερμοπρόσοψη CBF είναι μία μέθοδος, η οποία εκμηδενίζει τις θερμικές απώλειες (θερμογέφυρες), με την ενιαία επιφάνεια που δημιουργεί και αυξάνει υπέρμετρα τη θερμική αντίσταση του κτιρίου, μέσω της ανάκλασης.

Είναι πολύ εύκολα και προσιτά στην εφαρμογή τους, λόγω της εύκαμπτης μορφής και του λεπτού πάχους που έχουν. Είναι υπέρμετρα ανθεκτικά στο χρόνο και στις ακραίες καιρικές συνθήκες και πετυχαίνουν απόλυτη εφαρμογή και απόδοση εκεί που αντίστοιχα υλικά αδυνατούν. Είναι αδιαπέραστα από υγρασία και υδρατμούς.

ΟΦΕΛΗ

- 65% εξοικονόμηση της ενέργειας που απαιτείται για τη θέρμανση και το δροσισμό μιας κατοικίας χωρίς θερμομόνωση με αντίστοιχη εξοικονόμηση του κόστους των ενεργειακών δαπανών.

- Βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης του κτιρίου
- Σε νέα κτίρια, ιδιαίτερα σημαντική κρίνεται η προστασία του φέροντος οργανισμού από τις θερμικές καταπονήσεις και την συμπύκνωση υδρατμών καθώς και η αρχιτεκτονική ελευθερία που προσφέρεται στον ιδιοκτήτη.

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Συντελεστής Θερμοπερατότητας σε ολοκληρωμένο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης U= 0,444W/m.k
- Θερμική Ακτινοβολία 0,98R (ASTM E-408).
- Ελαφρύ, ανθεκτικό, θερμοανακλαστικό υλικό με δομή κλειστών κυψελίδων που αποτελείται κατά 98% από αέρα γεγονός που του προσδίδει άριστες θερμομονωτικές ιδιότητες και επίσης καθαρότητα αλουμινίου 99,9%. Έχει μεγάλη ελαστικότητα οπότε δεν ρηγματώνει το εξωτερικό επίχρισμα, αλλά συνεργάζεται τέλεια μαζί του. Δεν επηρεάζεται από την υγρασία η θερμομονωτική του απόδοση και παρουσιάζει άριστη πρόσφυση και ευκολία εφαρμογής. Δεν αποσυντίθεται. Οι ιδιότητες του παραμένουν αμετάβλητες με την πάροδο του χρόνου και διαρκούν όσο και η ζωή του κτιρίου.

ΤΡΟΠΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗΣ CBF

Α. Εργασίες που πρέπει να προηγηθούν σε κτίριο υπό κατασκευή:
Πρέπει να έχει ολοκληρωθεί το χτίσιμο της τοιχοποιίας και οι ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις εξωτερικά του κτιρίου.
Β. Έλεγχος του υπόβαθρου – θερμοκρασίες εφαρμογής:
Κατάλληλα Υπόβαθρα: επιφάνειες από σκυρόδεμα, τούβλο, παλαιοί σοβάδες, YTONG ή ALFA BLOCK, τσιμεντόλιθος, πέτρα. Το υπόβαθρο πρέπει να είναι καθαρό, στεγνό, χωρίς υπολείμματα λαδιού, σχετικά επίπεδο και χωρίς σαθρά τμήματα.
Θερμοκρασίες εφαρμογής: 5^oC έως 35^oC

ΣΤΑΔΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗΣ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΤΟ CONCRETE BARRIER FOIL

Η μέθοδος Θερμοπρόσοψη CBF εφαρμόζεται εφόσον έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή της εξωτερικής τοιχοποιίας (ενδεικτικά: τούβλο, σκυρόδεμα, Alfa block, Ytong, τσιμεντόλιθος κ.α.).

1. Τοποθετούμε το ρολό του CBF, εξωτερικά του κτιρίου, σε διάταξη από πάνω προς τα κάτω και το στηρίζουμε στο πάνω μέρος με 2 - 3 πλαστικά βύσματα, μήκους 5 – 10cm, ανάλογα με το υλικό κατασκευής της τοιχοποιίας.
2. Συνεχίζουμε την τοποθέτηση των ρολών κατά τον ίδιο τρόπο, καλύπτοντας το ένα ρολό με το άλλο κατά 5cm.
3. Κάνουμε συγκόλληση στις ενώσεις (ραφές) εν θερμώ (με πιστόλι θερμού αέρα).
4. Η τελική επιφάνεια της Θερμοπρόσοψη CBF ολοκληρώνεται με την τοποθέτηση ανοξείδωτου νευρομετάλ, εφαπτόμενο στο CBF, και τη στήριξη αυτού με τα ίδια πλαστικά βύσματα (6 – 10/m^2) και παραδοσιακό σοβά.

Η σκληρή και ανθεκτική τελική επιφάνεια με σοβά και ιδιαίτερα το πολύ λεπτό πάχος της όλης εφαρμογής (περίπου στα 3cm) καθιστούν την Θερμοπρόσοψη CBF την ολοκληρωμένη και προσιτή λύση στη Θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου, στη σύγχρονη δόμηση. Εάν για την τελική επιφάνεια επιλεχθεί οποιαδήποτε άλλου είδους επένδυση (πχ τσιμεντοσανίδα), δεν κρίνεται απαραίτητη η τοποθέτηση νευρομετάλ και παραδοσιακού σοβά.[3.9]

Πίνακας 3.16: Τεχνικά χαρακτηριστικά Θερμοπρόσοψης CBF.[3.9]

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

CONCRETE BARRIER FOIL

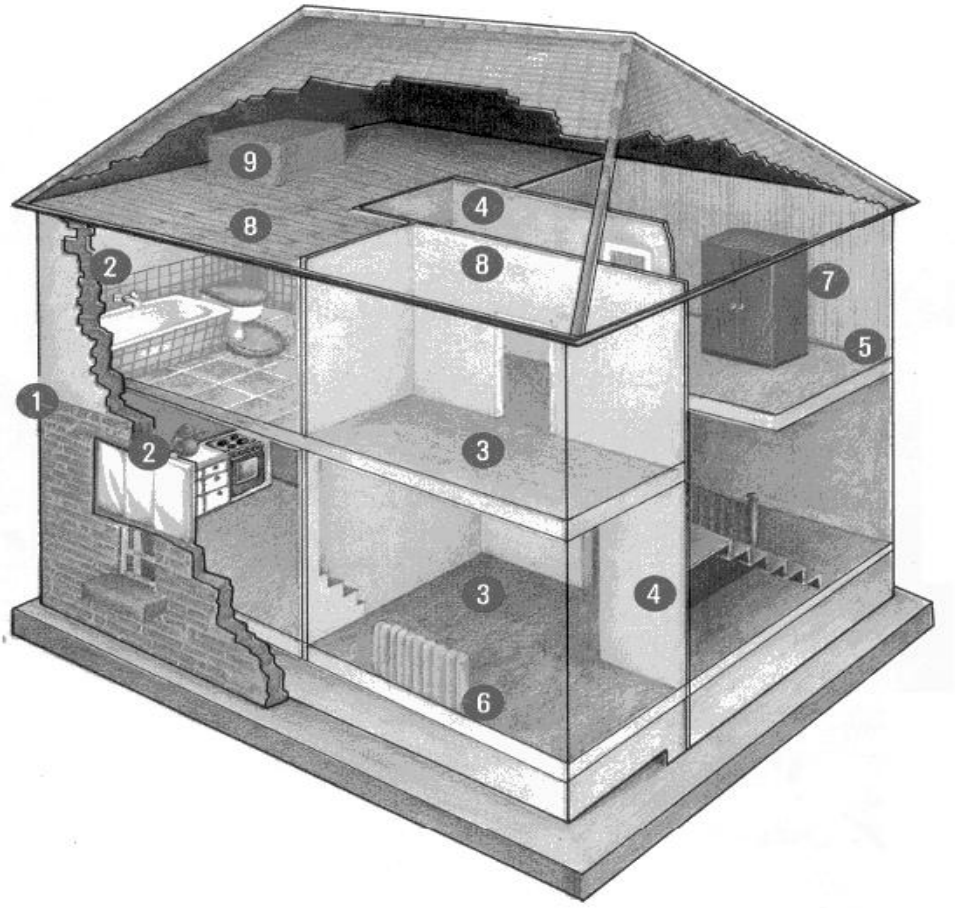
Τεχνικές Ιδιότητες	Μέθοδος Δοκιμής	Αποτελέσματα
Πάχος		1cm
Διαστάσεις (Μήκος Χ Πλάτος)		38,10m X 1,22m
Συνολική επιφάνεια ρολού		46,48m²
Βάρος Ρολού		16,82Kg
Ανακλαστικότητα	ASTM E-408	95%
Εκπομπή		5%
Υδροπερατότητα	ASTM E - 96	Μηδενική
Θερμοκρασία λειτουργίας		-45°C έως 82.22°C
Θερμική Αντίσταση R value	ASTM C-1224	1,76m².K/W
Συντελεστής θερμοπερατότητας U value	ASTM C-1224	0,56W/m².K
Ταξινόμηση Φωτιάς	ASTM E-84	Τάξη A/Τάξη I
Αντοχή Εφελκυσμού	CAN/CGSB 51.33 M89	0,72 Kg/cm²
Αντοχή Ρηγμάτωσης		0,60 Kg/cm²
Αντοχή Συμπίεσης Φυσαλίδων		940 Kg/cm²
Γραμμική Συστολή		Μηδενική
Ευκαμψία	CAN/CGSB 51.33 M89	Μεγάλη
Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία		Μεγάλη
Αντίσταση στους μύκητες και τη μούχλα		Μεγάλη

3.7.3 ΠΡΟΤΑΣΗ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΠΛΑΚΑΣ ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΗΜΕΙΑ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣ

Ακολουθεί στην Εικόνα 3.2 μία πρόταση χρησιμοποίησης της θερμομονωτικής πλάκας μικρού πάχους σε διάφορα σημεία υφιστάμενης οικοδομής ως εξής:

1. Κρύοι εξωτερικοί τοίχοι (συμπαγείς ή με διάκενα)
2. Υγροί και κρύοι τοίχοι σε μπάνια, κουζίνες
3. Δάπεδα από σκυρόδεμα ή ξύλο
4. Επιφάνειες κρύων τοίχων σε χωλ, κλιμακοστάσια, γκαράζ
5. Γωνίες δωματίων
6. Απώλεια θερμότητας πίσω από καλοριφέρ
7. Μούχλα πίσω από έπιπλα και κουρτίνες
8. Ταβάνια κάτω από σοφίτες και ταράτσες
9. Μόνωση ορθογώνιων δεξαμενών

Εικόνα 3.2 [3.7]



Αυτή η δυνατότητα ευρείας χρησιμοποίησης, εκτός της εξοικονόμησης πολύτιμου χώρου που μας εξασφαλίζει το μικρό πάχος αυτών των θερμομονωτικών πλακών, και την εύκολη και γρήγορη τοποθέτηση από μη ειδικευμένο προσωπικό, καθιστά αυτό το καινοτομικό υλικό προνομιούχο στον χώρο του, διότι πέραν των γνωστών πλεονεκτημάτων των υλικών θερμομόνωσης:

- Εξαφανίζει την συμπύκνωση υδρατμών και γενικά της υγρασίας.
- Παρεμποδίζει την ανάπτυξη μυκήτων και μούχλας, καθώς επίσης και τις σκιάσεις σε θερμογέφυρες.
- Εξασφαλίζει ταχύτερη θέρμανση των επιφανειών των τοίχων προς εξοικονόμηση εξόδων θέρμανσης.
- Προσφέρεται για χρήση σε εξωτερικές εργασίες που απαιτούν μικρό πάχος, π.χ. οροφές, pilotis, θερμομόνωση δοκών, μπαλκόνια).
- Επιδέχεται επικόλληση ταπετσαρίας, κεραμικών πλακιδίων, ή σοβάτισμα, εφ' όσον προηγηθεί η εφαρμογή κονιών δημιουργίας ¨γέφυρας πρόσφυσης¨, και ακολουθήσει βαφή με υδατοδιαλυτά χρώματα, σε συνδυασμό με επικόλληση υαλοϋφασμάτων τοίχου για μεγαλύτερες μηχανικές αντοχές, ακαυστότητα, διακόσμηση, κ.ο.κ.

Η διαδικασία τοποθέτησης και εφαρμογής της θερμομονωτικής πλάκας μικρού πάχους τόσο σε οριζόντια, όσο και σε κάθετη επιφάνεια, είναι πάρα πολύ απλή και εύκολη.

Λεπτομέρειες διαδικασίας:
Τρίβουμε και καθαρίζουμε καλά την επιφάνεια, καταστρέφουμε τυχόν μύκητες και μούχλα, με αντιμουχλικό, ή διάλυμα χλωρίνης και εξαλείφουμε τυχόν ανωμαλίες για να επιτύχουμε επίπεδη επιφάνεια.
Απλώνουμε στην επιφάνεια την ειδική κόλλα συγκόλλησης με ρολό, ή πινέλο, ή οδοντωτή σπάτουλα, και τοποθετούμε τις πλάκες, είτε την μία δίπλα στην άλλη χωρίς να αφήνουμε κενά, είτε με υπερκάλυψη, δηλαδή με διπλή αποκοπή με φαλτσέτα και απομάκρυνση των λωρίδων, οπότε επιτυγχάνουμε απόλυτη εφαρμογή.
Μετά την επικόλληση, οι πλάκες, με ή χωρίς υαλοϋφασμα μπορούν να στοκαριστούν με ακρυλικό στόκο - όπου χρειαστεί – και να βαφούν με υδατοδιάλυτο πλαστικό ή ακρυλικό χρώμα καλής ποιότητας. Ακόμη, πέραν του υαλοϋφάσματος οι πλάκες μπορούν να δεχθούν κεραμικά πλακίδια, ή σοβάτισμα, εφ' όσον προηγηθεί η εφαρμογή κατάλληλου ασταριού, π.χ. από κονία (πρόσμικτου – νερό), ώστε να δημιουργηθεί μία ¨γέφυρα πρόσφυσης¨ στην επιφάνεια της πλάκας.

Από τα πληροφοριακά στοιχεία που παρέχει η παρουσίαση που προηγήθηκε προκύπτει ότι, οι πλάκες εξηλασμένης πολυστερίνης ειδικής κατεργασίας, πάχους 3 και 6 χιλιοστών, για εσωτερική και εξωτερική χρήση μας δίδουν την εξαιρετική και αναγκαία σήμερα, ευκαιρία ενεργειακής αναβάθμισης τόσο υφιστάμενων παλαιών, όσο και νεόδμητων κτιρίων και κατασκευών που δεν έχουν την ευχέρεια δέσμευσης χώρου για θερμομόνωση με μεγαλύτερου πάχους συμβατικές πλάκες. Η προαναφερόμενη δυνατότητα και ευκολία θερμομόνωσης απαντά και ανταποκρίνεται πλήρως στις απαιτήσεις της εξελισσόμενης με ραγδαίους ρυθμούς αγοράς, η οποία στον συγκεκριμένο τομέα, κατά κοινή παραδοχή και ομολογία, επιζητεί με αγωνία ριζικές λύσεις μείωσης της κατανάλωσης ενέργειας. [3.7]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[3.1](Καραμάνος Α.Κ., Γιαμά Ε., Χαδιαράκου Σ., Παπαδόπουλος Α.Μ., «ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΑ ΚΑΙ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΗΣ ΠΟΛΥΣΤΕΡΙΝΗΣ», σελ. 2,4, library.tee.gr/digital/m2045_karamanos.pdf, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.2](Άγις Παπαδόπουλος, «Προδιαγραφές ιδιοτήτων θερμομονωτικών υλικών» Εργαστήριο Μετάδοσης Θερμότητας και Περιβαλλοντικής Μηχανικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σελ. 5-31, Μάρτιος 2004, www.fibran.gr/sappek/docs/deliverables/deliverables_4.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.3](ΣΟΦΙΑ ΚΕΣΙΔΟΥ, MRes, associate member of the Institute of Environmental Management and Assessment (AIEMA), συμβούλος περιβαλλοντολόγος,, «ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ», Περιοδικό «ΚΤΙΡΙΟ» 03/2010, σελ, 80,81, www.ktirio.gr/innet/UsersFiles/sa/documents/2010-03-79.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.4] (ΑΙΜ. Γ. ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π. Γ. Ι. ΠΟΥΛΑΚΟΣ ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π., «ΤΕΧΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΜΟΣ 2», σελ. 5,6,7,9 www.ntua.gr/vitruvius/ty2.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.5](Κ. Τσίπηρας Πολιτικός Μηχανικός, «Η ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΗΝ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ», www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/thermomonosi.htm , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.6] (Άγις Μ. Παπαδόπουλος *Αν. Καθηγητής, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης*
Θεόδωρος Γ. Θεοδοσίου *Λέκτορας, Τμ. Μηχανικών Διαχείρισης Ενεργειακών Πόρων, Πανεπιστήμιο Δυτ. Μακεδονίας*
Σίμος Οξυζίδης *Ερ. Συνεργάτης, Τμ. Μηχανολόγων Μηχανικών, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης,* «ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ 1», σελ. 2 www.psem.gr/images/pdf/oloklirromeni-ajiologisi-sistimaton.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.7](Δρ. ΑΝΔΡΕΑΣ ΒΕΓΛΕΡΗΣ *Χημικός Μηχανικός Ε.Μ.Π. Τεχνικός Σύμβουλος, ΝΕΟΤΕΧ ΑΕΒΕ,* «ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΕΣ ΠΛΑΚΕΣ ΜΙΚΡΟΥ ΠΑΧΟΥΣ», σελ. 1,2,3,11,12,15, library.tee.gr/digital/m2316/m2316_vegleris.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.8] (Δημήτριος Αναστασέλος, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Ενημερωτική Ημερίδα Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος (ΣΜΗΒΕ), «Θερμομονωτική Επάρκεια – Θερμογέφυρες», σελ. 6-11, 24,26 www.smhbe.gr/el/A47E37D8/!Track/... . ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.9](FIBREX HELLAS www.fibrexhellas.gr, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.10](NEOPOR-ΜΟΝΩΠΑΝ www.monopan.gr, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.11](KNAUF INSULATION GREECE www.knaufinsulation.gr, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.12](FIBRAN ENERGY SHIELD www.fibran.gr, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[3.13](GTIKTAS SA www.tiktas.gr, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΑΡΑΘΥΡΑ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η σημαντική τεχνολογική εξέλιξη στον τομέα των ανοιγμάτων (πόρτες ,παράθυρα) και των υαλοστασίων είχε ως αποτέλεσμα την κατασκευή εντυπωσιακών κτηρίων, με σημαντικά τμήματα, τοίχους ή οροφές, ή και ολόκληρα από ύαλο. Το σημαντικότερο μειονέκτημα αυτών των κατασκευών ήταν η υπερθέρμανση των εσωτερικών χώρων κατά τη θερινή περίοδο το οποίο αντιμετωπίστηκε, αρχικά, με τη λειτουργία συστημάτων κλιματισμού στους χώρους. Όμως η ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη της υάλου οδήγησε στην κατασκευή υαλοπινάκων και συνθέτων συστημάτων υαλοπινάκων, στα οποία λαμβάνεται υπόψη οι βασικές παράμετροι που αναφέρονται παρακάτω. Συνεπώς σε κάθε περίπτωση επιλέγεται ο κατάλληλος υαλοπίνακας. Οι βασικές παράμετροι είναι ο φυσικός φωτισμός , οι θερμικές απώλειες, η μη υπερθέρμανση του κτηρίου, τα ηλιακά κέρδη, η θέα και η αισθητική.[4.14]

4.1.1 ΟΠΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Οι ιδιότητες των υαλοπινάκων είναι:

α. Διαπερατότητα

Είναι το ποσοστό του ορατού φάσματος του φωτός, το οποίο εισέρχεται στο κτήριο.

β. Ανακλαστικότητα

Είναι το ποσοστό του ορατού φάσματος του φωτός, το οποίο ανακλάται από τον υαλοπίνακα.

γ. Απορροφητικότητα

Είναι το ποσοστό του ορατού φάσματος του φωτός, το οποίο απορροφάται από τον υαλοπίνακα.

δ. Συντελεστής ηλιακών κερδών

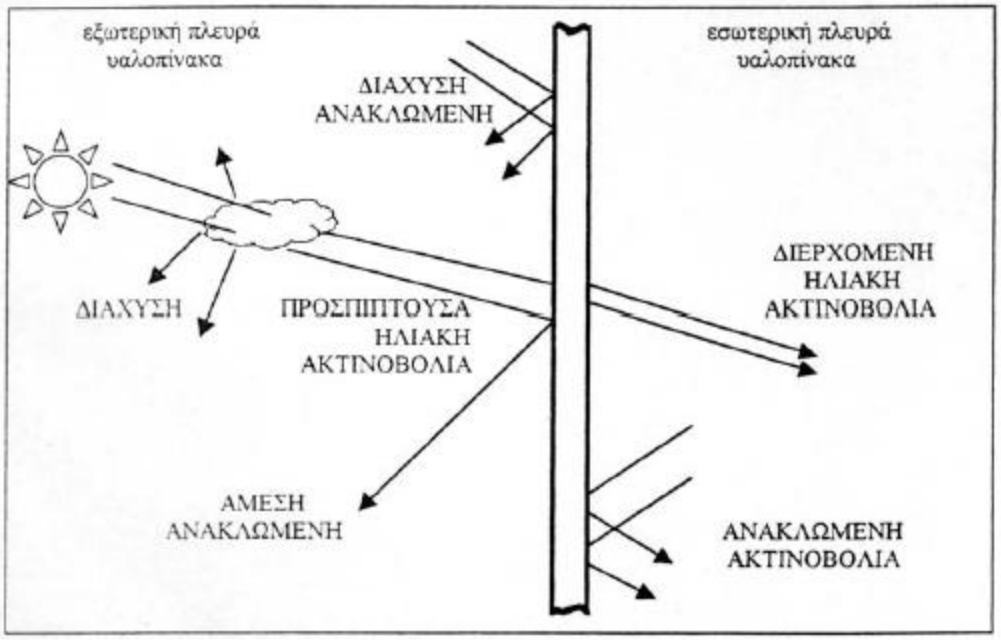
Είναι το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία, το οποίο εισέρχεται στο κτήριο, αφού ληφθεί υπόψη και η εκπεμπόμενη ακτινοβολία από τον υαλοπίνακα.

ε. Συντελεστής σκίασης

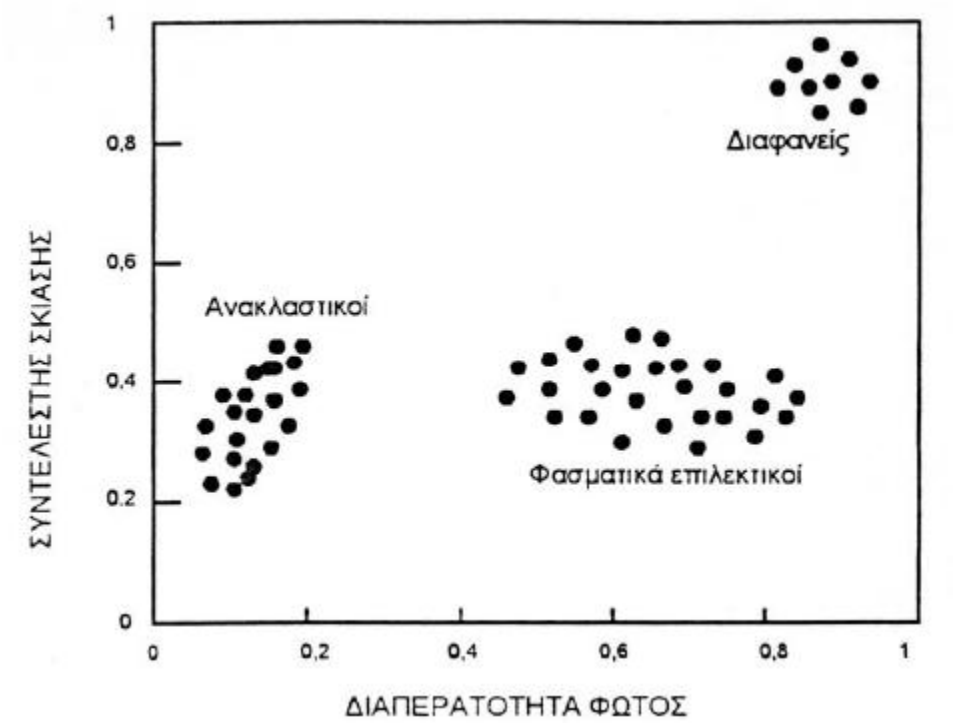
Είναι το αντίστροφο του συντελεστή ηλιακών κερδών.

στ. Συντελεστής ψυχρότητας

Είναι ο λόγος της διαπερατότητας του ορατού φάσματος του φωτός προς το συντελεστή σκίασης. Για τον απλό διαφανή υαλοπίνακα η τιμή του συντελεστή είναι περίπου 1, για τον οπτικά ιδανικό, με ελάχιστο εισερχόμενο ποσοστό θερμικού φάσματος, περίπου 2 και για τους φασματικά επιλεκτικούς είναι μεγαλύτερη από 1. Οι τελευταίοι θεωρούνται κατάλληλοι για κτήρια χωρίς υπερθέρμανση το καλοκαίρι.



Σχήμα 4.1: Συνιστώσες της ηλιακής ακτινοβολίας σε υαλοπίνακα.[4.14]



Σχήμα 4.2: Η διαπερατότητα του φωτός σε σχέση με το συντελεστή σκίασης για τρεις κατηγορίες υαλοπινάκων.[4.14]

ζ. Συντελεστής θερμοπερατότητας K σε W/m2*K

Χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες Q σε W*h από τον υαλοπίνακα και προσδιορίζεται από τη σχέση 1/ K = R i + R a + R υ,

όπου είναι

Ri η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης εσωτερικά του υαλοπίνακα σε m2*K/W,

Ra η αντίσταση θερμικής μεταβίβασης εξωτερικά του υαλοπίνακα σε m2*K/ W και
Ru η αντίσταση θερμοδιαφυγής του υαλοπίνακα σε m2*K/W.
Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των υαλοπινάκων οδήγησε στην κατασκευή υαλοπινάκων με συντελεστή θερμοπερατότητας με τιμές 1,2 μέχρι και 0,4 W/m2*K, με τάση να μειωθεί ακόμα περισσότερο η τιμή.[4.14]

4.2 ΤΥΠΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

Τα τζάμια ή αλλιώς υαλοπίνακες, που χρησιμοποιούνται στα κουφώματα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην γενική συμπεριφορά της τελικής κατασκευής. Οι επιλογές είναι πολλές και η χρήση του κάθε είδους θα πρέπει να εξαρτάται από την θέση που θα τοποθετηθεί το κούφωμα.

4.2.1 ΚΟΙΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οι κοινοί υαλοπίνακες είναι επίπεδες πλάκες, διαφανείς, λείες και από τις δύο πλευρές, ισοπαχείς και χρησιμοποιούνται, κυρίως, για την κάλυψη ανοιγμάτων, όπως παράθυρα, φεγγίτες κ.λ.π. Κατασκευάζονται από τήγμα νατριοασβεστούχου υάλου με κατακόρυφη ανέλκυση σε συνεχή ταινία, η οποία διέρχεται από κυλίνδρους απόψυξης και ακολούθως κόβεται σε πλάκες. Η ανέλκυση γίνεται μηχανικά με τη βοήθεια κυλίνδρου και ειδικής μήτρας με σχισμή. Ανάλογα με τις διαστάσεις της σχισμής και την ταχύτητα ανέλκυσης διαμορφώνονται οι διαστάσεις του υαλοπίνακα. Οι υαλοπίνακες καλής ποιότητας έχουν σκληρότητα 6 ÷ 7 της κλίμακας Mohs. Τα ελαττώματά τους, όπως μικρές και ελάχιστες φυσαλίδες και στίγματα, ασθενέστατες γραμμώσεις και πολύ μικρές αποκλίσεις του δείκτη διάθλασης, κατά περιοχή, πρέπει να βρίσκονται μέσα στα επιτρεπτά όρια των κανονισμών. Η επιλογή του πάχους του υαλοπίνακα καθορίζεται από το είδος και τις διαστάσεις του ανοίγματος, την αντοχή του υαλοπίνακα στη μέση ταχύτητα ανεμοπίεσης της περιοχής και τα σημεία στήριξης του υαλοπίνακα.
Το πάχος των τζαμιών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές κουφωμάτων ξεκινούν από 4mm, έως 12 mm. Τα τζάμια με πάχος από 4mm έως 6mm χρησιμοποιούνται σε κουφώματα που προορίζονται κυρίως για χώρους μη κατοικήσιμους χωρίς θέρμανση ή ψύξη. Τέτοιοι χώροι είναι οι αποθήκες, διάφορα εργαστήρια, βιοτεχνίες ή βιομηχανίες που ο αερισμός τους είναι απαραίτητος και η θέρμανση και η ψύξη μη ασύμφορη. Ενώ τζάμια με πάχος από 8mm και πάνω χρησιμοποιούνται σε βιτρίνες καταστημάτων αφού είναι πιο ανθεκτικά σε κρούση και σε εφαρμοζόμενη δύναμη.[4.14]

4.2.2 ΚΟΙΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οι κοινοί κρυσταλλοπίνακες κατασκευάζονται από καλιομολυβδούχο ύαλο (Si – K – Pb) με περιεκτικότητα σε PbO ≥ 80 %. Μετά την ψύξη υποβάλλονται σε λείανση και στίλβωση και από τις δύο πλευρές, ώστε οι επιφάνειες τους να είναι εντελώς επίπεδες, στιλπνές και τελείως διαφανείς. Όταν κρούονται εκπέμπουν χαρακτηριστικό ήχο. Όταν επαργυρωθούν από τη μια πλευρά γίνονται

καθρέπτες. Τα κρύσταλλα με πάχος 3 mm ονομάζονται ημικρύσταλλα και είναι περισσότερο διαφανή και με μεγαλύτερες αντοχές από τους κοινούς υαλοπίνακες.

Πίνακας 4.1: Οι βασικές φυσικομηχανικές ιδιότητές τους αναγράφονται στον παρακάτω πίνακα. [4.14]

Ιδιότητα	Τιμή
Ειδικό βάρος (N/m^3)	25000 ÷25500
Αντοχή σε θλίψη (MPα)	245 ÷ 250
Αντοχή σε εφελκυσμό από κάμψη (MPα)	40 ÷50
Συντελεστής γραμμικής διαστολής (K^{-1})	$4,5 \times 10^{-6} \div 6,0 \times 10^{-6}$

4.2.3 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΙ ΚΡΥΣΤΑΛΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οπλισμένοι ονομάζονται οι κρυσταλλοπίνακες οι οποίοι έχουν ενσωματωμένο χαλύβδινο πλέγμα, με μορφή τετραγώνου με πλευρά 12,5 mm και με πάχος σύρματος 0.42mm σύμφωνα με τους κανονισμούς. Το πάχος κυμαίνεται από 5 ÷ 30 mm. Το πλέγμα αυξάνει την αντοχή σε κρούση και εμποδίζει τη δημιουργία επικίνδυνων θραυσμάτων. Οι οπλισμένοι κρυσταλλοπίνακες είναι ανθεκτικοί στη θερμοκρασία μέχρι τους 500 0C και παρουσιάζουν μειωμένη διαφάνεια. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε τμήματα κατασκευών με απαιτήσεις πυρασφάλειας, σε φρεάτια ανελκυστήρων κ.λ.π.

4.2.4 ΚΟΙΝΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Κατασκευάζονται με χύτευση τήγματος ασβεστονατριούχου υάλου σε προθερμανθείσα χυτοσιδηρά πλάκα. Ακολούθως γίνεται εξομάλυνση και διαμόρφωση της επιφάνειάς τους με κυλίνδρωση και βαθμιαία απόψυξη. Είναι υαλοπίνακες καλής ποιότητας και, επειδή παρασκευάζονται σε μεγάλες διαστάσεις, χρησιμοποιούνται για την κάλυψη μεγάλων επιφανειών.

4.2.5 ΑΥΛΑΚΩΤΟΙ – ΣΦΥΡΗΛΑΤΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι κοινοί χυτοί υαλοπίνακες με επιφάνεια, η οποία έχει υποβληθεί σε διαμόρφωση ή τύπωση. Λόγω της τύπωσης της επιφάνειας είναι αδιαφανείς χωρίς να εμποδίζεται η διαπερατότητα του φωτός.

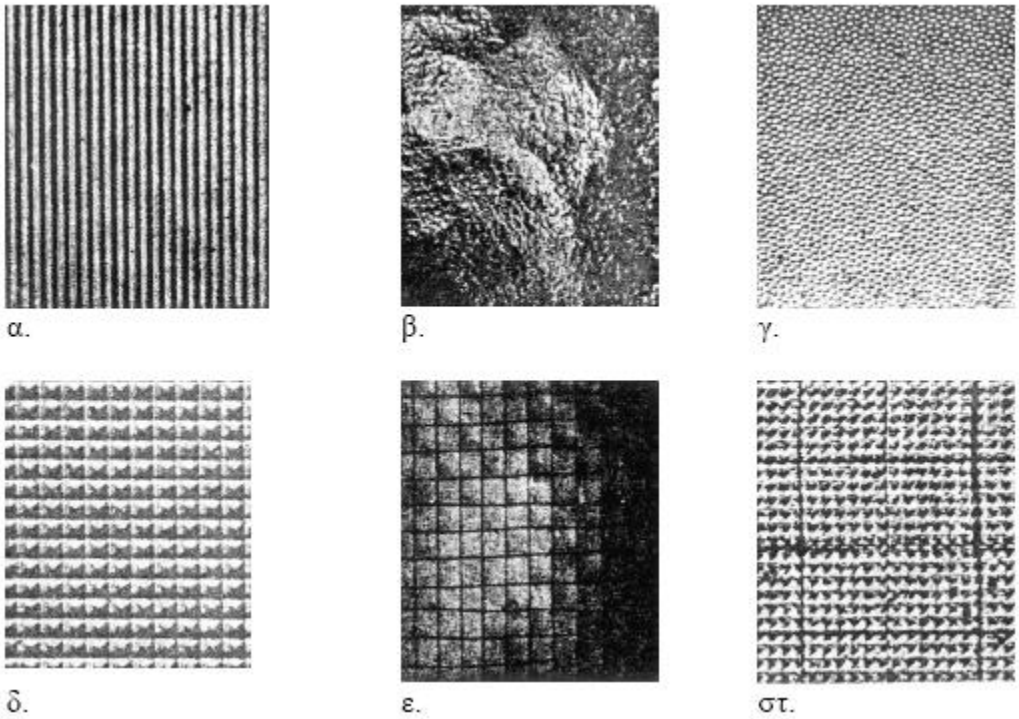
4.2.6 ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι κοινοί χυτοί υαλοπίνακες με πολυτελή εμφάνιση, οι οποίοι είναι αδιαφανείς αλλά εμφανίζουν συγχρόνως και καλή διαπερατότητα του φωτός.

4.2.7 ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΙ ΧΥΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι κοινοί χυτοί υαλοπίνακες με ενσωματωμένο χαλύβδινο πλέγμα στο μέσον του πάχους τους, το οποίο αποτελείται από τετράγωνους βρόγχους με μήκος

πλευράς 12,5 mm ή 25,0 mm και πάχος σύρματος ≥ 0,42 mm. Οι οπλισμένοι χυτοί και οι διακοσμητικοί οπλισμένοι χυτοί
υαλοπίνακες κατά τη θραύση τους δεν εκτινάσσονται και είναι πυρασφαλείς. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε στέγες, φωταγωγούς, κ.λ.π.



Σχήμα 4.3: Είδη χυτών υαλοπινάκων : α. αυλακωτός, β. σφυρήλατος, γ. διακοσμητικός, δ. διακοσμητικός με ανάγλυφες πυραμίδες, ε. οπλισμένος και στ. διακοσμητικός οπλισμένος.[4.14]

4.2.8 ΑΔΙΑΦΑΝΕΙΣ Ή ΜΑΤ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Κατασκευάζονται από τους διαφανείς υαλοπίνακες με αμμοβολή ή με την επίδραση υδροφθορικού οξέος στη μία ή και στις δύο επιφάνειές τους, ώστε να γίνουν αδρές. Έχουν γαλακτώδες χρώμα και είναι αδιαφανείς. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χώρους όπου επιδιώκεται μείωση της ορατότητας, όπως παράθυρα ισόγειων χώρων, μπάνια, κ.λ.π.

4.2.9 ΑΝΑΓΛΥΦΟΙ Ή ΔΙΑΜΑΝΤΕ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Κατασκευάζονται ώστε η μία επιφάνειά τους να φέρει διακόσμηση με ανάγλυφα διακοσμητικά σχέδια, ταινίες ή ραβδώσεις, που σχηματίστηκαν από ειδικούς κυλίνδρους κατά την πρώτη φάση της παραγωγής τους. Παρουσιάζουν μειωμένη διαφάνεια και χρησιμοποιούνται σε πολυτελείς κατασκευές.

4.2.10 ΧΡΩΜΑΤΙΣΤΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Κατασκευάζονται με την προσθήκη μικρών ποσοτήτων μετάλλων ή οξειδίων των μετάλλων στο τήγμα των πρώτων υλών της υάλου. Η προσθήκη χρυσού

δίνει βαθύ κόκκινο χρώμα , οξειδίου του χρωμίου πρασινοκίτρινο και μεταλλικά πρόσθετα υλικά δίνουν διάφορους χρωματισμούς.

4.2.11 ΘΕΡΜΟΑΠΟΡΡΟΦΗΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

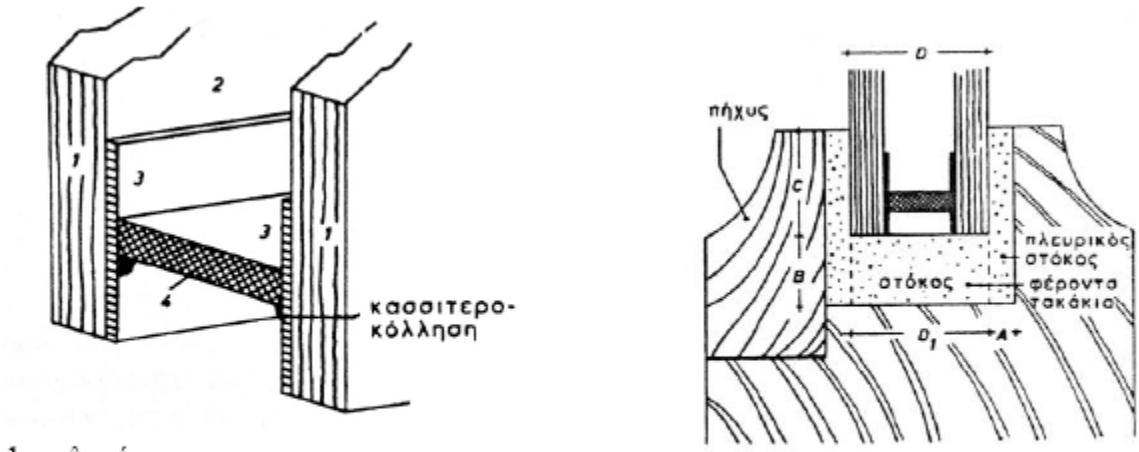
Είναι κοινοί ή χυτοί υαλοπίνακες ή κρυσταλλοπίνακες χρωματιστοί, γκρι, κυανοπράσινοι κ.λ.π. Παρασκευάζονται με την προσθήκη στο τήγμα της υάλου ορισμένων μεταλλοξειδίων, όπως το οξείδιο του σιδήρου, που απορροφούν τις ερυθρές και υπέρυθρες ακτινοβολίες του ηλιακού φάσματος, αποταμιεύουν στην ύαλο μεγαλύτερες ποιότητες θερμότητας και συνεπώς μειώνουν το εισερχόμενο θερμικό φορτίο του ηλιακού φωτός στον εσωτερικό χώρο. Η απορροφητικότητα που επιτυγχάνεται κυμαίνεται από 35÷75 % της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας της υάλου απαιτείται μεγαλύτερη απόσταση περιθωρίου και πλαισίου στα παράθυρα τουλάχιστον 5 mm και επαρκής αερισμός.

4.2.12 ΑΝΤΙΗΛΙΑΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι κρυσταλλοπίνακες χρωματιστοί στην υαλόμαζα ή στην επιφάνεια με στρώμα μεταλλοξειδίων εξωτερικά. Η μείωση της θερμικής ενέργειας οφείλεται στην ανάκλαση του μεγαλύτερου μέρους της άμεσης ηλιακής ακτινοβολίας. Οι αντιηλιακοί υαλοπίνακες, οι οποίοι
τοποθετούνται εξωτερικά στα παράθυρα, συνδυάζονται με κοινούς κρυσταλλοπίνακες εσωτερικά, σε μικρή απόσταση , με ενδιάμεσο στρώμα αέρα. Η διαπερατότητά τους κυμαίνεται από 25 ÷ 65 % ανάλογα με το χρώμα και το πάχος των υαλοπινάκων.

4.2.13 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ – ΗΧΟΜΟΝΩΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι προκατασκευασμένες θερμομονωτικές ή ηχομονωτικές μονάδες έτοιμες για τοποθέτηση. Αποτελούνται από δύο ή περισσότερους υαλοπίνακες. Συνηθέστεροι είναι οι διπλοί υαλοπίνακες, οι οποίοι είναι σύστημα δύο κοινών υαλοπινάκων ή κρυσταλλοπινάκων σε απόσταση μεταξύ τους. Τα διάκενο, το οποίο περιέχει ξηρό αέρα, κλείνεται περιμετρικά αεροστεγώς με μόλυβδο ή ειδική μαστίχη, ώστε να εμποδίζεται η είσοδος της υγρασίας και των υδρατμών.



1. υαλοπίνακας
2. στρώμα αέρα
3. χάλκινη λωρίδα
4. μολύβδινος σύνδεσμος (ρυθμιστής απόστασης)

Σχήμα 4.4: Τύποι διπλών υαλοπινάκων.[4.14]

Τόσο η θερμομονωτική όσο και η ηχομονωτική ικανότητά τους εξαρτάται από τα είδη και τα πάχη των διπλών κρυστάλλων, καθώς και από το πάχος του μεταξύ τους διάκενου.
Σήμερα παράγονται θερμομονωτικοί υαλοπίνακες με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από 1 W/m2*K. Οι υαλοπίνακες αυτοί είναι πολλαπλών στρώσεων, διπλοί ή τριπλοί, με ή χωρίς αδρανή αέρια. Το αδρανές αέριο είναι συνήθως αργό ή κρυπτό. Τα ημιδιαφανή υλικά aerogel είναι υλικά, τα οποία επιτρέπουν τη μερική διέλευση του φωτός και οι ειδικές επιστρώσεις , οι οποίες φιλτράρουν την υπέρυθρη ακτινοβολία και επιτρέπουν την επιλεκτική διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας με χαμηλή εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας (Low- e). Οι ειδικές επιστρώσεις , ανάλογα με τη θέση τους στο σύστημα των πολλαπλών στρώσεων είναι δυνατόν να περιορίζουν, είτε την είσοδο των υπέρυθρων ακτινών το καλοκαίρι, είτε την έξοδο από το κτίριο θερμικών φορτίων το χειμώνα.

Το πάχος του αποστάτη ποικίλλει. Εκτός από την χρήση μονών συμβατικών τζαμιών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφοροι συνδυασμοί. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα συνδυασμών.

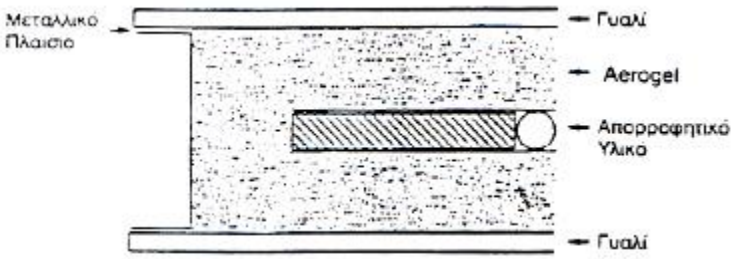
- Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Ενεργειακό
- Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Σύνθετο
- Μονό Ενεργειακό / Αποστάτης / Σύνθετο

Με βάση τις επιλογές των τζαμιών και του αποστάτη, προκύπτει και το συνολικό πάχος ενός διπλού τζαμιού. Έτσι ένα διπλό τζάμι 4/12/4 αποτελείται από ένα μονό συμβατικό ή ενεργειακό τζάμι πάχους 4mm, αποστάτη 12mm και ακόμα ένα τζάμι συμβατικό 4mm. Το δε συνολικό πάχος του είναι όσο το άθροισμα 4+12+4=20mm. Ένα διπλό τζάμι 4/14/4+3 αποτελείται από ένα μονό συμβατικό ή ενεργειακό τζάμι πάχους 4mm, αποστάτη 14mm και ένα τζάμι σύνθετο , στο οποίο θα αναφερθούμε παρακάτω, 4+3=7mm. Το συνολικό

πάχος σ' αυτή την περίπτωση είναι 4+14+7=25mm. Τα διπλά τζάμια με την εμφάνιση τους αύξησαν σημαντικά την θερμομόνωση και της ηχομόνωση των κουφωμάτων. Ειδικά επιλέγοντας μεγαλύτερο αποστάτη, βελτιώνουμε και την θερμομονωτική και την ηχομονωτική συμπεριφορά του διπλού τζαμιού, αρκεί βέβαια να ξέρουμε ότι υπάρχουν περιορισμοί από τα πλαίσια των κουφωμάτων ως προς το συνολικό πάχος ενός διπλού τζαμιού.
Στον παρακάτω πίνακα αναγράφεται η επίδραση του ενδιάμεσου ή ενδιάμεσων στρωμάτων αέρα στο συντελεστή θερμοπερατότητας.

Πίνακας 4.2: Συντελεστές θερμικής διαπερατότητας απλών, διπλών και τριπλών υαλοπινάκων.[4.14]

Τύπος	Πάχος υαλοπινάκων (mm)	Πάχος στρώματος ξηρού αέρα (mm)	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας ($W/m^2\,^0K$)
Απλός	3	—	7,20
	4		7,13
	5		7,06
	6		7,00
Διπλοί	3	6	3,59
	4		3,56
	5		3,54
	6		3,50
	3	12	3,22
	4		3,20
	5		3,17
	6		3,14
Τριπλοί	3	6	2,43
	4		2,41
	5		2,38
	6		2,36
	3	12	2,11
	4		2,08
	5		2,07
	6		2,05



Σχήμα 4.5: Υαλοπίνακας με aerogel.[4.14]

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας και του συντελεστή ηλιακών κερδών, για διάφορους θερμομονωτικούς υαλοπίνακες.

Πίνακας 4.3: Χαρακτηριστικές τιμές υαλοπινάκων.[4.14]

Τύπος υαλοπίνακα	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας($W/m^2 *^0K$)	Συντελεστής ηλιακών κερδών (%)
Απλός	5,8	87
Διπλός (4mm,12mm αέρα, 4mm)	2,9	78
Θερμομονωτικός διπλός με επίστρωση Low-e και αργό (6mm-15mm-6mm)	1,3	60
Θερμομονωτικός τριπλός με επίστρωση Low-e και κρυπτό (4mm–8mm–4mm-8mm-4mm)	0,7	48

Τα τριπλά τζάμια είναι η επέκταση των διπλών τζαμιών. Έτσι ένα τριπλό τζάμι είναι η συνένωση τριών τζαμιών με την χρήση δύο αποστατών. Στη περίπτωση αυτή οι συνδυασμοί τζαμιών είναι περισσότεροι. Ακολουθούν μερικά παραδείγματα

- Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό
- Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Σύνθετα
- Μονό Ενεργειακό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Σύνθετα
- Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Ενεργειακό
- Μονό Ενεργειακό / Αποστάτης / Μονό Συμβατικό / Αποστάτης / Μονό Ενεργειακό

Όπως στα διπλά έτσι και στα τριπλά, με βάση τις επιλογές των τζαμιών και των αποστατών, προκύπτει το συνολικό πάχος του τριπλού τζαμιού. Έτσι ένα τριπλό τζάμι 4/10/4/12/5, αποτελείται από ένα μονό συμβατικό ή ενεργειακό τζάμι πάχους 4mm, αποστάτη 10mm, ακόμα ένα τζάμι συμβατικό 4mm, ένα αποστάτη 12mm, και τέλος ένα τζάμι συμβατικό ή ενεργειακό 5mm,. Το δε συνολικό πάχος του είναι όσο το άθροισμα 4+10+4+12+5=35mm. Ένα τριπλό τζάμι 5/12/4/14/4+3 αποτελείται από ένα μονό συμβατικό ή ενεργειακό τζάμι πάχους 5mm, αποστάτη 12mm και ένα τζάμι συμβατικό 4mm, αποστάτη 14mm και τέλος από ένα τζάμι σύνθετο 4+3=7mm. Το συνολικό πάχος σ' αυτή την περίπτωση είναι 5+12+4+14+7=42mm.

Τα τριπλά τζάμια έχουν καλύτερα αποτελέσματα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης σε σχέση με τα διπλά. Εδώ όμως είναι μεγαλύτερο το συνολικό πάχος του τζαμιού καθώς και το βάρος του και αυτό δημιουργεί δυσκολίες. Στην πραγματικότητα τα τριπλά τζάμια μπορούν να τοποθετηθούν σε ειδικές κατηγορίες κουφωμάτων και με ειδικούς μηχανισμούς ανθεκτικούς σε μεγάλα βάρη. Αν θέλουμε να βελτιώσουμε τις θερμομονωτικές και ηχομονωτικές ιδιότητες του διπλού ή τριπλού τζαμιού γεμίζουμε το χώρο μεταξύ των δύο τζαμιών με κάποιο ευγενές αέριο όπως Αργό ή Κρυπτό. Για να βελτιωθούν κυρίως οι θερμομονωτικές ιδιότητες του διπλού ή τριπλού τζαμιού,

χρησιμοποιούνται αποστάτες από υλικά με μικρότερη θερμική αγωγιμότητα. Μια από τις τελευταίες εξελίξεις είναι ο εύκαμπτος θερμικά σταθεροποιημένος αφρός σιλικόνης.

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές της διαπερατότητας του ηλιακού φωτός και του
συντελεστή θερμικής διαπερατότητας για διάφορους τύπους θερμομονωτικών υαλοπινάκων, οι οποίοι χρησιμοποιούν ημιδιαφανή ή διαφανή θερμομονωτικά υλικά.
Πίνακας 4.4: Οπτικές και θερμικές ιδιότητες διάφανων υλικών.[4.14]

Διαφανή θερμομονωτικά υλικά	Ολική διαπερατότητα ηλιακής ενέργειας (%)	Συντελεστής θερμικής διαπερατότητας ($W/m^{2*}{}^{0}K$)
Οκτώ φύλλα cellulose acetate ανάμεσα σε δύο στρώματα υάλου	44	1,20
200 mm σπειροειδούς υλικού ανάμεσα σε δύο στρώματα υάλου με πάχος 6 mm	71	0,52
40 mm aerogel ανάμεσα σε δύο στρώματα υάλου με πάχος 6 mm και επικάλυψη υλικού ανακλαστικού στην υπέρυθρη ακτινοβολία	34	0,51
20 mm silica aerogel σε κενό αέρα ανάμεσα σε δύο στρώματα υάλου με πάχος 4 mm	73	0,51
Τιμές αναφοράς συμβατικών διάφανων υλικών		
Διπλός υαλοπίνακας με 12 mm κενό	75	3,05
Διπλός υαλοπίνακας με επικάλυψη Low-E και αργό	65	1,60

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι τιμές του σταθμισμένου δείκτη ηχομείωσης, για διάφορα
διπλά κρύσταλλα.

Πίνακας 4.5: Σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης διαφόρων διπλών κρυστάλλων

Πάχος κρυστάλλου mm	Πάχος διάκενου mm	Πάχος κρυστάλλου mm	Σταθμισμένος δείκτης ηχομείωσης R_w, dB
6	12	6	32
10	12	6	34
7	12	4	36
10	100	6	45
6	200	6	44

Τα ενεργειακά τζάμια ή τζάμια χαμηλής εκπομπής *low-emissivity* (Low-e), έχοντας μια ειδική επίστρωση στην μια πλευρά της επιφάνειας τους, οι οποίες φιλτράρουν την υπέρυθρη ακτινοβολία και επιτρέπουν την επιλεκτική διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας με χαμηλή εκπομπή θερμικής ακτινοβολίας (Low- e), λειτουργούν σαν καθρέπτες στο υπέρυθρο και υπεριώδες τμήμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της θερμικής ακτινοβολίας που διέρχεται μέσα από το τζάμι. Οι ειδικές επιστρώσεις , ανάλογα με τη θέση τους στο σύστημα των πολλαπλών στρώσεων είναι δυνατόν να περιορίζουν, είτε την είσοδο των υπέρυθρων ακτινών το καλοκαίρι, είτε την έξοδο από το κτίριο θερμικών φορτίων το χειμώνα. Έτσι η θερμική ακτινοβολία του ηλίου δεν διέρχεται εύκολα μέσα από ένα τζάμι low-e, αλλά και αντίστροφα η θερμική ακτινοβολία του εσωτερικού χώρου δεν μπορεί εύκολα να διαφύγει προς τα έξω. Η επίστρωση που αναφέραμε παραπάνω είναι ως συνήθως film μετάλλων τόσο λεπτό που είναι διάφανο. Τα ενεργειακά τζάμια δεν χρησιμοποιούνται ποτέ μόνα τους, δηλαδή ως μονά τζάμια αλλά πάντα σε πολυεπίπεδες κατασκευές, όπως διπλά τζάμια και τριπλά τζάμια. Τέλος πρέπει να σημειώσουμε ότι με την χρήση των low-e τζαμιών μειώνεται κατά πολύ το ξεθώριασμα των χρωμάτων των αντικειμένων (*κουρτίνες, έπιπλα, χαλιά, ...*) στο εσωτερικό χώρο. Η χρήση των low-e τζαμιών γίνεται κυρίως σε οικίες και γραφεία, όπου η δαπάνη ψύξης και θέρμανσης παίζει σημαντικό ρόλο και η χρήση αυτού του τύπου τζαμιού μπορεί να επιφέρει αρκετή μείωση στο κόστος ψύξης και θέρμανσης.

4.3 ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

4.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η προσπάθεια για βελτίωση της απόδοσης των υαλοπινάκων, οδήγησε σε νέα χημική κατεργασία της χρωματιστής υάλου, ώστε να τροποποιηθούν οι ιδιότητές της.

Συγχρόνως η εξέλιξη των υλικών επιστρώσεις μείωσε τις θερμικές απώλειες, τη θάμβωση, το συντελεστή εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας και αύξησε την επιλεκτική διέλευση τμημάτων του ηλιακού φάσματος.

Τα σημαντικότερα είδη προηγμένων συστημάτων υαλοπινάκων, είναι :

4.3.1.1 ΗΛΕΚΤΡΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Κατασκευάζονται από δύο λεπτά κρύσταλλα επικολλημένα , μεταξύ των οποίων παρεμβάλλεται φύλλο χαμηλής θερμικής απορροφητικότητας, ή από δύο ηλεκτροχρωμικά κρύσταλλα με μικρό διάκενο, το οποίο πληρούται με ειδικό αέριο. Στους ηλεκτροχρωμικούς υαλοπίνακες, με τη βοήθεια τάσης ηλεκτρικού πεδίου 1 ÷ 3 V ρυθμίζεται η διαπερατότητα του φωτός. Παρουσιάζουν υψηλές τιμές θερμομόνωσης και ηχομόνωσης και προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία.

4.3.1.2 ΘΕΡΜΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Οι θερμοχρωμικοί υαλοπίνακες με την αύξηση της θερμοκρασίας μετατρέπονται από διαφανείς σε γαλακτοχρώμους. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή στους υαλοπίνακες ειδικών θερμοχρωμικών χρωμάτων.

4.3.1.3 ΦΩΤΟΧΡΩΜΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Στους φωτοχρωμικούς υαλοπίνακες η διαπερατότητα του φωτός μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα των εκτεθειμένων επιπέδων φωτισμού. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση βαφών με οξείδια αλογόνων καθώς και διάφορα οργανικά ή ανόργανα συνθετικά υλικά. Χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο της θάμβωσης.

4.3.1.4 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΔΙΑΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΦΩΤΟΣ

Είναι σύστημα δύο υαλοπινάκων, όπου ενδιάμεσα τοποθετείται στρώμα από κυψελωτό υλικό, το οποίο ρυθμίζει τη συνολική διαπερατότητα του φωτός από 0 ÷ 70 %. Με το σύστημα αυτό των υαλοπινάκων συλλέγεται το ηλιακό φως και αποδίδεται ομοιογενώς στον εσωτερικό χώρο.

4.4 ΠΡΙΣΜΑΤΙΚΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ

Είναι διάφοροι υαλοπίνακες με πρισματικές επιφάνειες. Μέσα από τις πρισματικές επιφάνειες επιτυγχάνεται η αλλαγή της διεύθυνσης ποσοστού ηλιακών ακτινών. Με τη χρησιμοποίηση των πρισματικών υαλοπινάκων εξασφαλίζεται, κυρίως διάχυτος φυσικός φωτισμός και εμποδίζεται η θάμβωση.

Διακρίνονται σε :

α. Πρισματικούς υαλοπίνακες σκίαστρο
Είναι πρισματικές επιφάνειες με επιστρωμένη την εσωτερική επιφάνεια με ανακλαστικό υλικό. Το ηλιακό φως ανακλάται στο εξωτερικό του κτηρίου και το διάχυτο φως εισέρχεται στον εσωτερικό χώρο.

β. Πρισματικούς υαλοπίνακες περσίδα
Είναι πρισματικές επιφάνειες χωρίς ανακλαστικό στρώμα, οι οποίες τοποθετούνται υπό γωνία.

γ. Σύστημα πρισματικών υαλοπινάκων
Είναι συνδυασμός δύο πρισμάτων, όπου το ένα λειτουργεί ως περσίδα και το άλλο ως
σκίαστρο. Το διάχυτο φως το οποίο διέρχεται από την πρώτη επιφάνεια εισέρχεται σε
αρκετό βάθος στον εσωτερικό χώρο, χωρίς θάμβωση.

4.5 ΔΙΠΛΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕ ΟΛΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΜΕΝΙΟ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ

Οι υαλοπίνακες αυτοί ανακλούν τη θερμική ακτινοβολία, φιλτράρουν επιλεκτικά περιοχές του ηλιακού φάσματος και επιτρέπουν τη δίοδο του διάχυτου ορατού φωτός. Τοποθετούνται στην οροφή ή στους τοίχους και χρησιμοποιούνται για τη διάχυση και την αναδιανομή του φωτός στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου

.

4.6 ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

4.6.1 ΣΥΝΘΕΤΟΙ ΥΑΛΠΙΝΑΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Οι σύνθετοι υαλοπίνακες ασφαλείας είναι το αποτέλεσμα της συνένωσης 2 ή περισσότερων κοινών υαλοπινάκων με ενδιάμεσο στρώμα ή στρώματα από λεπτές, ελαστικές, πλήρως διαφανείς τεχνητές ρητίνες διαφανείς, ημιδιαφανείς, ή έγχρωμες. Η συγκόλληση γίνεται με συμπίεση στους 150 0C περίπου. Η διαπερατότητα του φωτός στους σύνθετους υαλοπίνακες κυμαίνεται από 85 ÷ 90 %. Η συνένωση αυτή επιφέρει αύξηση της αντοχής σε κρούση, αλλά ακόμα και όταν η κρούση είναι ισχυρή και προκληθεί θραύση το τζάμι δεν καταρρέει γιατί συγκρατείται από την μεμβράνη. Τα τζάμια αυτά εάν τα κοιτάμε κάθετα προς την επιφάνεια τους μας φαίνονται σαν μονά. Τα τζάμια που χρησιμοποιούνται σε κατασκευές κουφωμάτων έχουν πάχος από 3+3mm, 4+3mm, ..., 3+3+3mm, 5+5mm και άλλοι δυνατοί συνδυασμοί. Στην πραγματικότητα το πάχος των 3+3=6mm που είναι η συνένωση 2 τζαμιών

πάχους 3mm, δεν είναι 6mm αλλά λίγο μεγαλύτερο όσο είναι το πάχος της μεμβράνης που είναι μερικά δέκατα του χιλιοστού.
Χρησιμοποιούνται σε παράθυρα και πόρτες ασφάλειας, σε υαλοχωρίσματα και σε κλιμακοστάσια.

4.6.2 ΠΡΟΕΝΤΕΤΑΜΕΝΟΙ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΕΣ ΑΦΑΛΕΙΑΣ

Τα τζάμια αυτού του τύπου «ψήνονται» και σκληραίνουν με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η θραύση τους. Η προένταση επιτυγχάνεται με τη βαφή κρυσταλλοπινάκων, θέρμανση στους 700 0C περίπου και απότομη ψύξη με αεροβολή και των δύο επιφανειών. Το βασικό τους πλεονέκτημα είναι ότι η αντοχή τους σε κάμψη είναι πενταπλάσια της αντίστοιχης στους κοινούς υαλοπίνακες. Χαρακτηρίζονται από υψηλή αντοχή σε κρούση και ανθεκτικότητα στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Όταν θραύονται δημιουργούνται μικρά σφαιρικά θραύσματα κάνοντας έτσι την πιθανότητα σοβαρού τραυματισμού μικρή. Η χρήση τους κυρίως γίνεται σε ειδικές κατασκευές. [4.14]

4.7 ΠΛΑΙΣΙΑ (ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ)

Κουφώματα ονομάζονται όλα εκείνα τα στοιχεία, τα οποία χρησιμοποιούνται για να κλείσουν τα ανοίγματα των τοίχων ενός κτηρίου. Διακρίνονται σε εξωτερικά κουφώματα, τα οποία χρησιμοποιούνται στους εξωτερικούς τοίχους του κτηρίου και οριοθετούν το εξωτερικό με το εσωτερικό μέρος του κτίσματος, και τα εσωτερικά τα οποία οριοθετούν και χωρίζουν τις διαιρέσεις, δηλαδή χωρίζουν τα δωμάτια του κτίσματος. Τα εξωτερικά κουφώματα διακρίνονται βάσει του υλικού κατασκευής τους στις εξής κατηγορίες: Ξύλινα κουφώματα, Κουφώματα αλουμινίου, Συνθετικά κουφώματα

Τα τελευταία χρόνια, νέες τεχνολογίες έχουν αυξήσει τη δυνατότητα θερμομόνωσης του αλουμινίου σε βαθμό τέτοιο, ώστε να ανταγωνίζεται το ξύλο και το πλαστικό και να αυξάνει το μερίδιο αγοράς. Το αλουμίνιο είναι το βασικό υλικό κατασκευής κουφωμάτων καθώς ο κύριος παράγοντας επιλογής είναι η υψηλή ηλιοφάνεια, που έχει αρνητικές επιπτώσεις στο ξύλο και στο πλαστικό.

4.7.1 ΞΥΛΙΝΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Το ξύλο λόγω του αυξημένου πορώδους του παρουσιάζει εξαιρετικές θερμομονωτικές ιδιότητες, οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με τη σκληρότητά του. Η τιμή του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του ξύλου ανάλογα με το είδος του και το ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας κυμαίνεται από 0,10 ÷ 0,32 W/m*K. Επίσης, εξαρτάται από την κατεύθυνση των ινών και μάλιστα κατά τη διεύθυνση των ινών είναι περίπου διπλάσια σε σχέση με τη διεύθυνση την κάθετη προς τις ίνες. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του ξύλου αυξάνεται, καθώς αυξάνεται το ειδικό βάρος και η περιεχόμενη υγρασία.

Τα ξύλινα κουφώματα είναι ο παλαιότερος τύπος κουφώματος. Καλύπτουν τα ξύλινα παράθυρα, τις ξύλινες μπαλκονόπορτες και πόρτες. Αυτά συνήθως

αποτελούνται από τα επιμέρους συστατικά τους όπως οι υαλοπίνακες, τα πατζούρια, το κάσωμα.

Τα σύγχρονα ξύλινα κουφώματα, έπειτα από πολλά χρόνια εξέλιξης, είναι δομικά στοιχεία υπερσύγχρονων προδιαγραφών και τεχνολογίας. Παρέχουν ανάκληση για αερισμό, διπλά και τριπλά κρύσταλλα με περιεκτικότητα ειδικών αερίων όπως αργό ή κρυπτόν, συμπεριλαμβάνουν έως και τετραπλή μόνωση (λάστιχο) και βάφονται με υψηλής αντοχής υδροδιαλυτά οικολογικά βερνίκια εμποτισμού.

Τα ξύλα που χρησιμοποιούνται κυρίως είναι meranti, δρυς, τικ, πεύκο τα οποία έχουν υποστεί ξήρανση και απεντομωμένα. Περιλαμβάνουν, επίσης, ρυθμιζόμενους μεντεσέδες και περιμετρικούς μηχανισμούς προηγμένης τεχνολογίας. [4.14]

4.7.2 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

4.7.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το αλουμίνιο είναι το πιο διαδεδομένο μέταλλο στη φύση. Η ονομασία αλουμίνιο χρησιμοποιείται στην τεχνολογία και στις εφαρμογές, ενώ το αργίλιο αναφέρεται όταν εξετάζεται από καθαρά χημική άποψη. Αν και η βιομηχανική παραγωγή του αναπτύχθηκε τον τελευταίο αιώνα , χρησιμοποιείται ευρύτατα λόγω των σημαντικών ιδιοτήτων του, κυρίως με τη μορφή των κραμάτων του.
Στη φύση βρίσκονται σε μεταλλεύματα με τη μορφή διάφορων ενώσεών του. Τα σημαντικότερα ορυκτά του αλουμινίου είναι ο βωξίτης, ενώ το αλουμίνιο περιέχεται στους αστρίους και στους μαρμαρυγίες.

4.7.2.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Το αλουμίνιο εξάγεται κυρίως από τους βωξίτες. Με κατάλληλες κατεργασίες και μεθόδους διαχωρισμού λαμβάνεται από το βωξίτη , το τριοξείδιο του αργιλίου, γνωστό ως αλουμίνα. Η αλουμίνα τήκεται, ανακατεύεται με κρυόλιθο και ακολούθως με ηλεκτρόλυση σε ειδική δεξαμενή μεγάλης χωρητικότητας λαμβάνεται το αλουμίνιο.

4.7.2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

Το αλουμίνιο είναι μέταλλο αργυρόλευκο και αρκετά δραστικό χημικά. Είναι αρκετά ελατό και όλκιμο αλλά έχει μικρές μηχανικές αντοχές. Είναι πολύ καλές αγωγός της θερμότητας και του ηλεκτρισμού. Παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στη διάβρωση.

4.7.2.4 ΧΡΗΣΕΙΣ

Το αλουμίνιο χρησιμοποιήθηκε αρχικά στην κατασκευή οικιακών συσκευών και ηλεκτρικών αγωγών. Μετά την ανάπτυξη, όμως, ανθεκτικών και βελτιωμένων κραμάτων, τα οποία είναι ελαφρύτερα και οικονομικότερα, βρίσκει συνεχώς και περισσότερες εφαρμογές. Χρησιμοποιείται κυρίως στην κατασκευή ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, μηχανημάτων, προϊόντων συσκευασίας καθώς και στη κατασκευή αεροπλάνων και στην αυτοκινητοβιομηχανία. Στην Οικοδομική χρησιμοποιείται με τη μορφή κυματοειδών φύλλων για την κάλυψη στεγών εργοστασίων και υπόστεγων, ενώ με τη μορφή επίπεδων φύλλων, χρησιμοποιείται ως προστατευτικό ή διακοσμητικό κάλυμμα άλλων υλικών.

Επίσης, το αλουμίνιο βρίσκει πολυάριθμες εφαρμογές στις κατασκευές, όπου έχει αντικαταστήσει διάφορα παραδοσιακά υλικά. Χρησιμοποιείται με τη μορφή ελασμάτων ειδικής μορφής για την κατασκευή παραθύρων και εξωτερικών θυρών, ενώ με τη μορφή ράβδων, χρησιμοποιείται στην κατασκευή κιγκλιδωμάτων σε εξώστες και σκάλες. Επίσης, από αλουμίνιο κατασκευάζονται ελαφρά διαχωρίσματα και αντηλιακές σελίδες, καθώς και χειρολαβές και πόμολα. [4.14]
Τα κουφώματα από αλουμίνιο ξεπερνούν το 75% της εγχώριας αγοράς καθώς είναι συνώνυμα της υψηλής ποιότητας και υπερτερούν σημαντικά σε σύγκριση με τα άλλα υλικά. Τα κουφώματα αλουμινίου έχουν καλό αισθητικό αποτέλεσμα, άψογη λειτουργικότητα, εξαιρετικές ιδιότητες ηχομόνωσης και θερμομόνωσης και ιδιαίτερα μεγάλη αντοχή. Οι πόρτες και τα παράθυρα αλουμινίου αντέχουν σε όλες τις κλιματολογικές συνθήκες: από το υπερβολικό κρύο και την υγρασία έως τη μεγάλη ζέστη. Είναι ελαφριά, ανθεκτικά στη διάβρωση (ιδιότητα που τα καθιστά ιδανικά σε παραθαλάσσιες περιοχές), συντηρούνται εύκολα και είναι ανακυκλώσιμα.
Ανάμεσα στα πλεονεκτήματα των κουφωμάτων αλουμινίου συγκαταλέγεται, επίσης, η συμβολή τους στην εξοικονόμηση ενέργειας της κατοικίας. Ανάλογα με τη θέση τους στο κτίσμα, αλλά και τα διπλά τζάμια τα οποία τοποθετούνται απαραιτήτως στα παράθυρα από αλουμίνιο, μπορούμε να είμαστε σίγουροι για τα ηχομονωτικά τους χαρακτηριστικά αλλά και την αποφυγή απώλειας θερμότητας. Τα κουφώματα αλουμινίου δίνουν λύσεις τόσο στις περιπτώσεις κατασκευής μοντέρνων κτιρίων όσο και στις περιπτώσεις ανακαίνισης ή συντήρησης παλαιών κτιρίων με ιστορική και αρχιτεκτονική αξία. Οι τεχνολογικές εξελίξεις σε συνδυασμό με την ιδιότητα των κουφωμάτων αλουμινίου να παίρνουν οποιαδήποτε μορφή και σχήμα επιθυμούμε (ορθογώνια, τοξωτά, στρογγυλά για ανοιγόμενα, συρόμενα, ανακλινόμενα, με ή χωρίς ρολά, κ.ο.κ.) να συνδυάζονται με άλλα υλικά (π.χ. με το ξύλο) και να διατίθενται σε απεριόριστη ποικιλία χρωμάτων, τα καθιστούν ιδανικά για κάθε κατασκευή, ακόμη και γι'αυτές που έχουν παραδοσιακό χαρακτήρα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι ελληνικές βιομηχανίες του κλάδου αλουμινίου είναι πιστοποιημένες από διεθνώς αναγνωρισμένους οργανισμούς και διαθέτουν τα αντίστοιχα διεθνή πιστοποιητικά. Έτσι όλοι μας μπορούμε να είμαστε σίγουροι για την εξαιρετική ποιότητα των προϊόντων που επιλέγουμε να τοποθετήσουμε.
Επιπλέον, τα κουφώματα αλουμινίου ανακυκλώνονται, συμβάλλοντας στην προστασία του περιβάλλοντος και βοηθώντας μας να υιοθετήσουμε έναν πιο οικολογικό τρόπο ζωής. [4.17]

4.7.3 ΣΥΝΘΕΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

4.7.3.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΟΧΛΩΡΙΔΙΟ (PVC)

Το πολυβινυλοχλωρίδιο είναι από τα πλαστικά υλικά, τα οποία χρησιμοποιούνται περισσότερο. Είναι θερμοπλαστικό και παράγεται με βάση το πετρέλαιο και το χλώριο. Λόγω της υψηλής περιεκτικότητάς του σε χλώριο, παράγονται, από την καύση του, ιδιαίτερα επιβλαβή συστατικά, όπως οι διοξίνες, το χλωροβενζόλιο, τα φουράνια κλπ. Το PVC είναι ανακυκλώσιμο υλικό. Είναι σκληρό, εύκαμπτο και ανθεκτικό σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος. Παρασκευάζεται εύκολα και έχει μικρή πυκνότητα και μεγάλη χημική αδράνεια. [4.14]

4.8 Σύγκριση με συνθετικά υλικά και ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα αλουμινίου

Το γεγονός ότι το αλουμίνιο έχει χαρακτηριστεί ως ένα από τα πιο πολύτιμα υλικά του 20ού αιώνα και ίσως και του αιώνα που διανύουμε, δεν είναι τυχαίο, αφού διαθέτει ιδιότητες που το καθιστούν ιδανικό υλικό για τις κατασκευές, στις οποίες προσδίδει αποδοτικότητα, ανθεκτικότητα, ποιότητα και λειτουργικότητα. Είναι δύσκολο να απαριθμήσεις τα χαρακτηριστικά και τα πλεονεκτήματα ενός υλικού, δεδομένου ότι η εξέλιξη της τεχνολογίας και της επιστήμης και η συνεχής χρήση του προσθέτουν καινούρια θετικά στοιχεία στο προϊόν.

Το αλουμίνιο συγκρινόμενο με τα ανταγωνιστικά υλικά έχει περισσότερα πλεονεκτήματα και υπερτερεί λαμβάνοντας βέβαια υπόψη και τις κλιματολογικές ιδιαιτερότητες της χώρας μας.

Θα αναφερθούμε συχνότερα στη σύγκριση αλουμινίου PVC αφού για τα ξύλινα κουφώματα υπάρχει μερίδα ανθρώπων που τα προτιμάει και είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν ακριβότερα για πολυτελείς κατασκευές και να επιβαρυνθούν και το κόστος συντήρησης.

4.8.1 Μηχανικές ιδιότητες

Οι μηχανικές ιδιότητες αφορούν στην αντίσταση που ένα υλικό παρουσιάζει όταν υπόκειται σε εξωτερικές πιέσεις οι οποίες μπορεί να προκαλέσουν παραμορφώσεις τέτοιου βαθμού, ώστε να τροποποιηθεί η αρχική φόρμα του στοιχείου. Το αλουμίνιο ως μέταλλο έχει μεγαλύτερες αντοχές σε σχέση με το πλαστικό. Τα προφίλ του αλουμινίου παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια διαστάσεων και έτσι επιτυγχάνεται στεγανότητα των στοιχείων κουφωμάτων που εφάπτονται μεταξύ τους. Η ακρίβεια των διαστάσεων παραμένει αναλλοίωτη με την πάροδο του χρόνου. Χαρακτηριστικά η κάμψη ενός προφίλ από PVC σε όμοιες συνθήκες είναι 23 φορές μεγαλύτερη από εκείνη του προφίλ αλουμινίου και γι' αυτό το λόγο προσφεύγουν σε εσωτερικές μεταλλικές ενισχύσεις. Παρατηρούμε λοιπόν ότι σε μεγάλα κατασκευαστικά έργα με υψηλές προδιαγραφές δεν προτιμάται το πλαστικό ως υλικό. Η αντοχή των ξύλινων κουφωμάτων είναι ικανοποιητική.

4.8.2 Θερμοηχομόνωση – Διάβρωση

Το συνθετικό υλικό είναι κακός αγωγός της θερμότητας και γι' αυτό το λόγο είναι θερμομονωτικό υλικό σε αντίθεση με το αλουμίνιο. Τον τελευταίο καιρό όμως η τεχνολογία του αλουμινίου έχει προχωρήσει αρκετά σε ότι αφορά τα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα παρέχοντας άριστα αποτελέσματα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης. Η θερμοηχομόνωση ενός κουφώματος εξαρτάται βασικά από τον τύπο του τζαμιού, αφού το γυαλί αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος ενός κουφώματος ενώ πολύ σημαντικό ρόλο έχει και η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται - όπως περιμετρικά λάστιχα, βουρτσάκια, νεροχύτες κ.λπ.

Αλουμίνιο και PVC έχουν εξαιρετική αντοχή στην ατμοσφαιρική διάβρωση. Ιδιαίτερα στο αλουμίνιο η καλή ποιότητα βαφής αυστηρών προδιαγραφών προσδίδουν επιπλέον προστασία λόγω της αδράνειας. Η αντοχή του ξύλου στην υγρασία κρίνεται μέτρια.

4.8.3 Εμφάνιση

Τα πρώτα συστήματα αλουμινίου της δεκαετίας '60 και '70 αποτελούνταν από απλές διατομές με μικρές ποιοτικές απαιτήσεις. Όμως η φύση και οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του αλουμινίου έδωσαν την ευχέρεια στους κατασκευαστές να δημιουργήσουν όμορφα και έξυπνα συστήματα. Στον τομέα αυτό οι Έλληνες σχεδιαστές μπορούν να χαρακτηρισθούν ως πρωτοπόροι. Τα προφίλ αλουμινίου έχουν 2 τρόπους φινιρίσματος, την Ανοδίωση και την Ηλεκτροστατική βαφή.
Ειδικότερα η Η/Β δίνει το πλεονέκτημα επιλογής εκατοντάδων χρωματισμών και της ποικιλίας σε επίπεδο γυαλάδας και υφής του χρώματος (σαγρέ, μεταλλικό). Παράλληλα οι νέες βαφές αλουμινίου σε απομίμηση ξύλου εξασφαλίζουν μια ακόμη επιλογή αισθητικής προσφέροντας πιστή απόδοση του ξύλου. Από την άλλη τα συνθετικά κουφώματα έχουν το χρωματισμό εξαρχής στη μορφή της πρώτης ύλης του πλαστικού σε κόκκους πριν τη διέλασή τους. Έτσι αποκλείεται η επέμβαση στο χρωματισμό μετά τη διέλασή τους και γι' αυτό το λόγο εξηγείται η πολύ περιορισμένη γκάμα χρωμάτων των συνθετικών κουφωμάτων. Το πλεονέκτημα των ξύλινων κουφωμάτων είναι ότι προσδίδουν την αίσθηση της ζεστασιάς στο χώρο, αλλά συνοδεύονται από αρκετά μειονεκτήματα αφού είναι ένα οργανικό υλικό που χρειάζεται συνεχή συντήρηση. Στη εποχή που διανύουμε τα ειδικά χρώματα παρουσιάζουν ραγδαία αύξηση στη ζήτησή τους, πράγμα που ισχυροποιεί το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα του αλουμινίου έναντι του πλαστικού, φυσικά δυνατότητα ανοδίωσης στο πλαστικό δεν υπάρχει.

4.8.4 Δυνατότητα πολλαπλών κατασκευών

Το αλουμίνιο προσφέρει στους μηχανικούς και αρχιτέκτονες μεγάλη ευελιξία σχεδιασμού και δυνατότητα να το χρησιμοποιούν σε οποιαδήποτε ανοίγματα χωρίς να υπάρχει κανένας περιορισμός σχήματος και λειτουργίας. Η υψηλή μηχανική αντίσταση του αλουμινίου επιτρέπει την κατασκευή υαλοπετασμάτων σε κτίρια υψηλών προδιαγραφών, κάτι που δεν ισχύει με το PVC, όπως επίσης και την κατασκευή συρόμενων κουφωμάτων που είναι αρκετά διαδεδομένα στην ελληνική αγορά.

4.8.5 Αντοχή στις καιρικές συνθήκες (Ηλιακή ακτινοβολία)

Τα σημερινά συστήματα κουφωμάτων θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στο χρόνο και να θέλουν όσο το δυνατόν λιγότερη συντήρηση. Τα πλαστικά είχαν περιορισμένη αντοχή στην επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και ιδιαίτερα στο φάσμα των υπεριωδών ακτινών (UV) και είναι πολύ πιθανόν να κιτρινίσουν σε περιοχές με έντονη ηλιακή ακτινοβολία. Στην Ελλάδα, όπου η ηλιοφάνεια είναι μεγάλη και η θερμοκρασία υψηλή με έντονες διακυμάνσεις, η χρήση συνθετικών κουφωμάτων προβληματίζει τους αρχιτέκτονες και τους μηχανικούς, με

αποτέλεσμα το αλουμίνιο να αναδεικνύεται ως η καλύτερη περίπτωση για τα κουφώματα. Τα ξύλινα κουφώματα από τη φύση τους φθείρονται εύκολα και χρειάζονται περιοδική συντήρηση, σχεδόν κάθε χρόνο απαιτείται λείανση και βάψιμο, διαδικασίες αρκετά χρονοβόρες και κοπιαστικές.

4.8.6 Ανοχή στη φωτιά

Το αλουμίνιο υπερτερεί στον τομέα αυτό αφού το PVC όπως οι περισσότερες πλαστικές ύλες είναι εύφλεκτες και καίγονται, παράγοντας τοξικούς καπνούς. Τα κράματα αλουμινίου έχουν σημείο τήξης μεταξύ 600 και 660 βαθμούς Κελσίου. Όταν λοιπόν το αλουμίνιο βρεθεί σε περιβάλλον φωτιάς που διαρκεί, τότε εφόσον η θερμοκρασία του μετάλλου ξεπεράσει το σημείο τήξεως το αλουμίνιο θα αρχίσει να λιώνει (και όχι να καίγεται). Επίσης όταν το αλουμίνιο βρεθεί σε φωτιά, η μεγάλη του θερμική αγωγιμότητα βοηθάει στη γρήγορη απομάκρυνση μεγάλων ποσών θερμότητας από τη φλόγα κρυώνοντας το περιβάλλον και περιορίζοντας τα πολύ ζεστά σημεία.

4.8.7 Ανακυκλώσιμο και φιλικό στο περιβάλλον

Τα πλαστικά κουφώματα περιέχουν την τοξική ουσία μόλυβδο, που θεωρείται επικίνδυνη για τη δημόσια υγεία. Υπάρχουν χώρες όπως η Δανία που απαγορεύουν με νόμο τη χρησιμοποίηση των πλαστικών κουφωμάτων στις οικοδομές αφού θεωρούνται επικίνδυνα προϊόντα για την υγεία των πολιτών και για την προστασία του περιβάλλοντος.
Αντίθετα το αλουμίνιο χαρακτηρίζεται ως «πράσινο μέταλλο» που σέβεται το περιβάλλον, αφού ανακυκλώνεται 100% με αποτέλεσμα να μην ενέχει κινδύνους για την υγεία του πλανήτη. Σήμερα το ποσοστό του PVC που ανακυκλώνεται είναι μικρότερο του 1% αφού δεν αποτελεί συμφέρουσα οικονομική λύση.
Επιπρόσθετα στοιχεία που επιβεβαιώνουν τον οικολογικό χαρακτήρα του αλουμινίου είναι η χαμηλή τοξικότητα, δεν έχει αρνητικές επιδράσεις στο εργασιακό περιβάλλον όπου παράγεται το κούφωμα. Οι οδηγίες της Ε.Ε. για ενεργειακή απόδοση των κτιρίων έχουν αρκετά ξεκάθαρους στόχους, περιλαμβάνουν νέες αντιλήψεις και θα έχουν θετική επίδραση στον κλάδο καθώς το αλουμίνιο μπορεί να πετύχει μείωση στην κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια έως 30%. [4.17]

4.9 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΓΕΦΥΡΕΣ

Ως θερμογέφυρα ορίζεται το τμήμα εκείνο του περιβλήματος του κτιρίου, στο οποίο η θερμική του αντίσταση εμφανίζεται μειωμένη συγκριτικά με τη θερμική αντίσταση στο υπόλοιπο κέλυφος και κατά συνέπεια στη θέση εκείνη η θερμική ροή είναι αυξημένη. Γι' αυτό το λόγο και οι θερμογέφυρες θεωρούνται ως τα "ασθενή" σημεία του κτιριακού κελύφους και λειτουργούν επιβαρυντικά στη θερμική του προστασία. Επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου

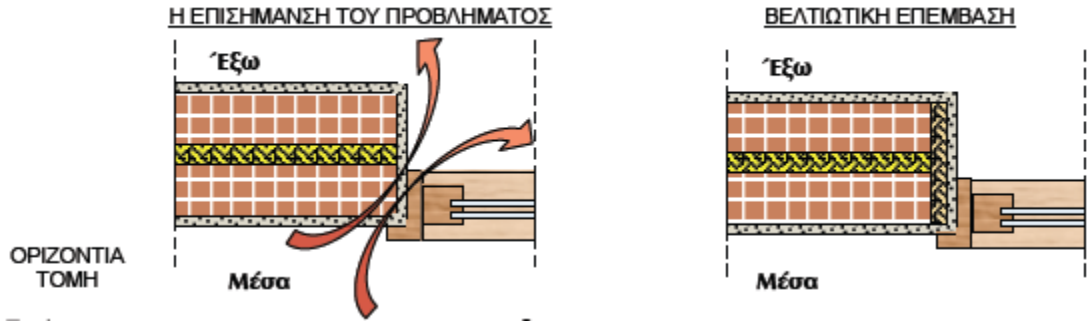
και επιφέρουν μείωση της αίσθησης της θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του χώρου, ενώ ευνοούν την εκδήλωση του φαινομένου της συμπύκνωσης των υδρατμών και την ανάπτυξη μυκήτων μούχλας και διαφόρων μικροοργανισμών στην επιφάνεια των δομικών στοιχείων. Τη δημιουργία μιας θερμογέφυρας μπορεί να προκαλέσουν κατασκευαστικές αδυναμίες, κακοτεχνίες, αστοχίες, αμέλεια και παραλείψεις, άγνοια ή ακόμη και φθορές, οφειλόμενες στο πέρασμα του χρόνου. Σε όλες τις περιπτώσεις κοινή συνισταμένη αναδεικνύεται η μειωμένη θερμομονωτική προστασία στη θέση εκείνη.

Σε γενικές γραμμές, η εμφάνιση μιας θερμογέφυρας μπορεί να οφείλεται:
• Σε κατασκευαστικούς λόγους που καθιστούν δυσχερή ή πρακτικά αδύνατη την πλήρη
θερμομονωτική προστασία της κατασκευής.
• Στη μεταβολή του πάχους των υλικών μεταξύ δύο γειτονικών θέσεων.
• Στην αλλαγή της σύνθεσης των υλικών (χρήση στο περίβλημα του κτιρίου υλικών με
διαφορετική θερμική αγωγιμότητα) ή της διαδοχής των στρώσεων ενός φαινομενικά ενιαίου
δομικού στοιχείου (π.χ. σημείο συναρμογής στοιχείου του φέροντος οργανισμού και
τοιχοποιίας πλήρωσης).
• Στη διακοπή της συνέχειας της θερμομονωτικής στρώσης σε κάποια θέση του εξωτερικού
περιβλήματος.
• Στη συνάντηση δύο κάθετων μεταξύ τους δομικών στοιχείων, των οποίων η πλήρης θερμομονωτική προστασία είναι δυσχερής ή πρακτικά ανέφικτη.
• Στην απουσία θερμομονωτικής στρώσης ή στη μείωση του πάχους της.
• Στη διαφορά μεταξύ εσωτερικών και εξωτερικών επιφανειών, όπως συμβαίνει σε δίεδρες ή
τρίεδρες εξωτερικές γωνίες, στο εμβαδό της εξωτερικής επιφάνειας των οποίων αντιστοιχεί
πολύ μικρότερο εμβαδό εσωτερικής επιφάνειας.
Είναι σκόπιμο οι θέσεις των θερμογεφυρών να προσδιορίζονται εξ αρχής σε ένα κτίριο, δηλαδή
από το στάδιο της κατασκευής του, έτσι ώστε να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα για την κατά το δυνατόν αποφυγή ή περιορισμό των επιπτώσεών τους.
Η εκ των υστέρων αντιμετώπισή τους συχνά είναι δυσχερής και απαιτεί πιο σύνθετες οικοδομικές εργασίες που αποθαρρύνουν την εφαρμογή τους. Άλλοτε πάλι λανθασμένη εκτίμηση του αιτίου πρόκλησης των φθορών ή λανθασμένη προσέγγιση του προβλήματος οδηγεί σε εσφαλμένες λύσεις που όχι μόνο δεν αντιμετωπίζουν την κατάσταση, αλλά αντίθετα, την επιδεινώνουν.
Γενική κατεύθυνση για την αποφυγή εμφάνισης θερμογεφυρών σε μια κατασκευή αποτελεί η
πλήρης θερμική προστασία της. Ωστόσο, πρακτικά δεν είναι εφικτή η κατασκευή ενός συμβατικού κτιρίου χωρίς τη δημιουργία θερμογεφυρών. Και αυτό όχι κατ' ανάγκη επειδή δεν θα έχει εκπονηθεί η απαραίτητη μελέτη θερμικής προστασίας ή επειδή αυτή δεν θα έχει εφαρμοσθεί πλήρως, αλλά επειδή κάποιο σημείο ή τμήμα ενός δομικού στοιχείου λόγω της θέσης του ή του κατασκευαστικού

σχήματος του περιβλήματος θα παρουσιάζει υψηλότερες θερμικές απώλειες, τις οποίες ένας συμβατικός τρόπος δόμησης δεν μπορεί να αντιμετωπίσει. [4.15]

4.9.1 Οι παραστάδες και τα υπέρθυρα των ανοιγμάτων

Στις περισσότερες κατασκευές η θερμομονωτική στρώση στις δικέλυφες τοιχοποιίες βρίσκεται
στον πυρήνα, και στα φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος στην εξωτερική τους πλευρά, ενώ τα κουφώματα που συμπληρώνουν τα ανοίγματα συνήθως τοποθετούνται "πρόσωπο" με την εσωτερική επιφάνεια. Αφήνουν έτσι ουσιαστικά τις παραστάδες (λαμπάδες) και τα υπέρθυρα (πρέκια) μέχρι τη θέση του κουφώματος θερμικά απροστάτευτα, δημιουργώντας θερμογέφυρες.
Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης περιμετρικά του
ανοίγματος, δηλαδή στις παραστάδες, στα υπέρθυρα και στις ποδιές των παραθύρων. [4.15]



Σχήμα 4.6: Θερμογέφυρα στους παραστάδες των κουφωμάτων. [4.15]

Αναλυτικός υπολογισμός του UW ενός μονού κουφώματος:

$$U_W = \frac{A_f \cdot U_f + A_g \cdot U_g + l_g \cdot \Psi_g}{A_f + A_g} \qquad [W/(m^2 \cdot K)]$$

όπου Uw [W/(m²·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας όλου του κουφώματος,
Uf [W/(m²·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας πλαισίου του κουφώματος,
Ug [W/(m²·K)] : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος (μονού,
διπλού ή περισσότερων φύλλων),
Af [m²] : το εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος,
Ag [m²] : το εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος,
lg [m] : το μήκος της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος (το μήκος συναρμογής πλαισίου - υαλοπίνακα, δηλαδή η περίμετρος του υαλοπίνακα) [4.8]

Τα επιμήκη κιβώτια στα οποία περιελίσσονται οι περσίδες, τα γνωστά ρολά των εξωστόθυρων και των παραθύρων σχεδόν ποτέ δεν προστατεύονται

θερμομονωτικά και αποτελούν σημαντικές θερμογέφυρες. Η θερμογέφυρα αντιμετωπίζεται με τη θερμομονωτική προστασία του κουτιού, που μπορεί να προβλεφθεί εξαρχής από την κατασκευάστρια εταιρεία ή να πραγματοποιηθεί απευθείας στο έργο. Η θερμομονωτική στρώση θα πρέπει να τοποθετηθεί από την εσωτερική πλευρά και να αγκαλιάσει το κουτί από την επάνω και κάτω επιφάνειά του και όχι εξωτερικά, διότι ο εσωτερικός χώρος του κουτιού επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον μέσω της σχισμής περιέλιξης των περσίδων. Σε περίπτωση που το κουτί προεξέχει της τοιχοποιίας η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί μεταξύ του κουτιού και του εσωτερικού κελύφους που σχηματίζουν το πρέκι με τις οπτόπλινθους. [4.15]

4.10 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ

4.10.1 Οφέλη των κουφωμάτων με θερμοδιακοπτόμενα συστήματα

Τα οφέλη των κουφωμάτων με συστήματα θερμοδιακοπής, είναι πολύ σημαντικά, τόσο σε πρακτικό, όσο και θεωρητικό επίπεδο. Αυτό διότι:
- Συμβάλλουν στην αισθητή βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του προφίλ και του κουφώματος.
- Βοηθούν στην καλύτερη απόδοση ηχομονωτικών και μηχανικών ιδιοτήτων του προφίλ.
- Αποτρέπουν την υγροποίηση των υδρατμών, που δημιουργεί πράσινους τοίχους, μούχλα κτλ..
- Μειώνεται η μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό και αντίστροφα, άρα ελαττώνεται το κόστος θέρμανσης / κλιματισμού, με αποτέλεσμα να καταστέλλεται η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Θα πρέπει να προστεθεί εδώ μία παράμετρος, που δεν πρέπει να περνά απαρατήρητη. Η αποτελεσματικότητα των θερμοδιακοπτόμενων κουφωμάτων προϋποθέτει μελέτη από την επιχείρηση κατασκευής, για την σωστή τοποθέτηση και εφαρμογή και την ιδανική επιλογή υαλοπίνακα. [4.16]

4.10.2 Ενεργειακά Τζάμια στην πράξη

Όσο σημαντική είναι η επιλογή και αγορά θερμομονωτικών κουφωμάτων αλουμινίου, άλλο τόσο σημαντική είναι και η χρήση ενεργειακών υαλοπινάκων αντί των απλών διπλών. Ο συνδυασμός θερμομονωτικού κουφώματος και ενεργειακού τζαμιού, είναι αυτός που μεγιστοποιεί την ενεργειακή απόδοση του κουφώματος, εξοικονομώντας ενέργεια και χρήματα για θέρμανση και ψύξη.
Τα κύρια χαρακτηριστικά με τα οποία αξιολογείται ένα ενεργειακό τζάμι είναι:

U value (συντελεστής θερμοπερατότητας). Όσο μικρότερο τόσο καλύτερο.
Solar Factor g. (ηλιακός συντελεστής). Δηλώνει το ποσοστό της συνολικής ηλιακής ροής που περνάει μέσα από το γυαλί προς την προσπίπτουσα ενεργειακή ηλιακή ροή. Επειδή στην Ελλάδα έχουμε θερμά καλοκαίρια, όση μικρότερη η τιμή τόσο το καλύτερο.

Light Transmission (LT). (οπτική διαπερατότητα). Το ποσοστό της φωτεινής ακτινοβολίας που περνά μέσα από το γυαλί. Όσο μεγαλύτερη η τιμή, τόσο το καλύτερο.
Τα σύγχρονα θερμομονωτικά συστήματα, υιοθετούν μια διαφορετική σχεδιαστική φιλοσοφία, τόσο στα προφίλ όσο και στα εξαρτήματα που ξεφεύγει από τα δεδομένα που είχαμε συνηθίσει τόσα χρόνια. Η ανάγκη επίτευξης υψηλών συντελεστών θερμομόνωσης έχει ως αποτέλεσμα τον σχεδιασμό και την διάθεση βαρύτερων συστημάτων άρα και πιο ακριβών. Θερμομονωτικά συστήματα υπάρχουν πολλά και είναι σύνηθες κάθε εταιρεία να έχει μια μεγάλη γκάμα τέτοιων προκειμένου να είναι σε θέση να καλύψει κάθε σχετική ζήτηση σε κάθε γεωγραφική ζώνη.
Στα ανοιγόμενα συστήματα αλουμινίου, υπάρχουν επιλογές θερμομονωτικών συστημάτων που κοστίζουν όσο και τα απλά. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζετε τα οφέλη της θερμομόνωσης δίχως να ξεφεύγετε σημαντικά στο κόστος. Βέβαια, αν η γεωγραφική τοποθεσία της κατοικίας επιβάλει ένα σύστημα υψίστης θερμομόνωσης τότε θα πρέπει να επιλέξετε συστήματα αντίστοιχων προδιαγραφών με την ανάλογη επιβάρυνση στην τιμή.

Στα συρόμενα συστήματα, η ανάγκη κάλυψης κάποιων εφαρμογών (χωνευτά στο τοίχο) έχει επιπτώσεις στον σχεδιασμό των συστημάτων τα οποία είναι αρκετά βαρύτερα.

Η αξιολόγηση των θερμομονωτικών συστημάτων γίνεται βάση των πιστοποιητικών θερμομόνωσης που έχουν και επιλέγουμε το πιο κατάλληλο για την εφαρμογή μας. Δεν υπάρχει λόγος επιλογής ανώτερου συστήματος όταν και ένα απλό θερμομονωτικό σύστημα μπορεί να καλύψει εξίσου την ανάγκη μας. [4.16]

4.10.3 Θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου

Εικόνα 4.1: Θερμομονωτικό Profil[4.16]

Τα θερμομονωτικά συστήματα αλουμινίου είναι εκείνα στα οποία ένα πλαστικό θερμοπλαστικό προφίλ (συνήθως πολυαμίδιο) παρεμβάλλεται εντός του αλουμινίου. Στην φωτογραφία, τα πολυαμίδια είναι τα 4 "μαύρα" οριζόντια προφίλ που βρίσκονται δύο στην κάσα και δύο στο ανοιγόμενο φύλλο. Το αλουμίνιο ως μέταλλο είναι υλικό αγώγιμο άρα υπάρχει μεταφορά θερμότητας

από την μια επιφάνεια στην άλλη, κάτι που συνεπάγεται απώλεια ενέργειας. Τα θερμομονωτικά profil αλουμινίου, έρχονται ουσιαστικά να δώσουν λύση σε αυτό, μη επιτρέποντας την μεταφορά και απώλεια θερμότητας. Στην εγχώρια αγορά, άλλοι τα ονομάζουν θερμομονωτικά, άλλοι economy και άλλοι υβριδικά. Πρόκειται όμως για το ίδιο πράγμα.
Η σωστή επιλογή θερμομονωτικών κουφωμάτων έγκειται πέρα από τους αισθητικούς και λειτουργικούς λόγους και στην αξιολόγηση των συντελεστών θερμομόνωσης τους. Όσο χαμηλότερος ο δείκτης Uf (αναφέρεται στα πιστοποιητικά) τόσο καλύτερο από άποψης θερμομόνωσης το σύστημα αλουμινίου που επιλέξατε. [4.16]

4.10.4 Ανοιγόμενα Κουφώματα Αλουμινίου

Τα ανοιγόμενα κουφώματα αλουμινίου, προσφέρουν αποτελεσματική μόνωση και μεγαλύτερη ασφάλεια. Καλύπτουν όλο το άνοιγμα, αλλά χρειάζονται χώρο λειτουργίας στο εσωτερικό του χώρου όπου είναι τοποθετημένα. Τα ανοιγόμενα κουφώματα καταλαμβάνουν σήμερα μεγάλο μέρος στην αγορά και τοποθετούνται κυρίως σε μονοκατοικίες και σε ειδικά κτίρια. Ακόμη τοποθετούνται σε αντικαταστάσεις παλαιών ξύλινων κουφωμάτων. Υπάρχουν σειρές απλές και θερμομονωτικές για περιοχές όπου απαιτείται υψηλή ενεργειακή απόδοση. [4.16]

4.10.5 Συρόμενα Κουφώματα Αλουμινίου

Τα συρόμενα κουφώματα είναι ένα ιδιαίτερο γνώρισμα της Ελληνικής κατασκευαστικής αγοράς δεδομένου ότι έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο στις κατασκευές κουφωμάτων. Η μεγάλη απήχηση των συρόμενων κουφωμάτων - και ειδικά των χωνευτών-, αποτελεί ένα μοναδικό Ελληνικό χαρακτηριστικό δεδομένου ότι στις Ευρωπαϊκές αγορές δεν συναντάται εύκολα. Ο κύριος λόγος οφείλεται στην προσπάθεια των εργολάβων για "περισσότερο ωφέλιμο χώρο" με την αντίστοιχη αύξηση στην τιμή πώλησης ανά τμ. Τα σημερινά συστήματα συρομένων κουφωμάτων είναι προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις της αγοράς και προσφέρουν αποτελεσματική λειτουργικότητα. Χρειάζονται λιγότερο χώρο για να λειτουργήσουν και μπορούν να δεχθούν τζάμι, σήτα και πατζούρι ή ρολό. Η επιλογή χωνευτών κατασκευών, δεν συνίσταται δεδομένου των θερμογεφυρών που δημιουργούνται και την απώλεια ενέργειας. Ως εκ τούτου, αν πρόκειται για χωνευτό, επιλέξτε θερμομονωτικά κουφώματα, πιστοποιημένα και βεβαιωμένα ως προς την σωστή τους σφράγιση σε χωνευτές κατασκευές. [4.16]

4.10.6 Θερμομονωτικά κουφώματα

Τα παράθυρα (και οι μπαλκονόπορτες αντίστοιχα) αποτελούν τα πλέον ευαίσθητα στοιχεία των κτιρίων, τα οποία εντέλει καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό και την θερμομόνωση που παρέχουν. Βασική προϋπόθεση για την επίτευξη υψηλής θερμομόνωσης αποτελεί η διασφάλιση επαρκούς αεροστεγανότητας. Αν και το αλουμίνιο αποτελεί το 25% ως 30% της επιφανείας του παραθύρου, οι ιδιότητες του επηρεάζουν σημαντικά το αποτέλεσμα.

Ειδικά τα κουφώματα αλουμινίου, θα πρέπει να διαθέτουν θερμοδιακοπή που διασφαλίζει τον πλήρη διαχωρισμό της ψυχρής από την θερμή πλευρά. Η συνήθης κατηγοριοποίηση των θερμομονωτικών κουφωμάτων, γίνεται με βάση τον συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας του πλαισίου (Uf). Παράθυρα με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας >3,5 θεωρούνται κοινά παράθυρα. Παράθυρα με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας (Uf) μεταξύ 2 και 3,5 θεωρούνται θερμομονωτικά παράθυρα. Παράθυρα με συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας κάτω από 2 θεωρούνται θερμομονωτικά παράθυρα υψηλών επιδόσεων.
Το μεγαλύτερο τμήμα της επιφανείας των παραθύρων αποτελεί η υάλωση η οποία είναι το πιο ευαίσθητο στοιχείο του παραθύρου. Το γυαλί είναι ένα δομικό υλικό με ελάχιστες θερμομονωτικές ιδιότητες (συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας 5,8). Η ανάγκη για υλικά με υψηλή θερμομόνωση ώθησε στην ανάπτυξη των πολυκέλυφων υαλοπινάκων. Υαλώσεις με διπλούς (ή πολλαπλούς) υαλοπίνακες σε συνδυασμό με επαρκές διάκενο, οδηγούν σε καλές επιδόσεις ως προς την θερμομόνωση. [4.16]

4.10.7 Θερμομονωτικά κουτιά ρολού

Η εταιρεία Π & Γ ΣΑΒΒΙΔΗΣ κατασκεύασε μια νέα σειρά θερμομονωτικών κουτιών για ρολά , από διογκωμένη πολυστερίνη, EPS, η οποία διατίθεται σε ειδικές διαστάσεις (πλάτος / ύψος), ανάλογα με τις ανάγκες του έργου. Η σειρά χαρακτηρίζεται από ειδικά χαρακτηριστικά όπως:

- Μέγιστο μήκος κουτιού τα έξι (6) μέτρα
- Κατάλληλο για την ενσωμάτωση όλων των ρολών που κυκλοφορούν στο εμπόριο, χωρίς το κουτί του αλουμινίου
- Διαθέτει θυρίδα επίσκεψης
- Είναι ιδιαίτερα εύκολο στην τοποθέτηση (στα χτισίματα)
- Είναι σχεδιασμένο για τέλεια εφαρμογή κάθε είδους σοβά
- Δίνει προστιθέμενη αξία στα κουφώματά σας (θερμομόνωση, ηχομόνωση)
- Εξοικονομεί χρήματα (θέρμανση, ψύξη) στους χρήστες
- Είναι φιλικό προς το περιβάλλον [4.16]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[4.14] (ΑΙΜ. Γ. ΚΟΡΩΝΑΙΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π. Γ. Ι. ΠΟΥΛΑΚΟΣ ΑΝ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Ε.Μ.Π., «ΤΕΧΝΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΤΟΜΟΣ 4»,σελ. 130-141, 181, www.ntua.gr/vitruvius/ty4.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)
[4.8] (Δημήτριος Αναστασέλος, Δρ. Μηχανολόγος Μηχανικός, Ενημερωτική Ημερίδα Σύλλογος Μηχανολόγων - Ηλεκτρολόγων Βορείου Ελλάδος (ΣΜΗΒΕ), «Θερμομονωτική Επάρκεια – Θερμογέφυρες», σελ. 6-11, 24,26 www.smhbe.gr/el/A47E37D8/!Track/… ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)
[4.15](ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΑΡΑΒΑΝΤΙΝΟΣ, αναπληρωτής καθηγητής, Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ., «ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΦΥΓΗ ΤΩΝ ΘΕΡΜΟΓΕΦΥΡΩΝ», σελ. 2,14 portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/…/aravantinos.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012))
[4.16] (ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ –ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, www. profilalouminio.com, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)
[4.17] (ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ ΚΑΙ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ, ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΥ, σελ. 13,14,15 www.abatzis.gr/wp-content/…/alouminio&antagonistika_ulika.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι σύγχρονες ανάγκες για ασφάλεια, άνεση και εξοικονόμηση ενέργειας, επιβάλλουν πλέον την αντιμετώπιση της κατοικίας μας σαν ένα ζωντανό οργανισμό. Έναν οργανισμό που αποτελείται από μέλη, όπως ακριβώς το ανθρώπινο σώμα και φυσικά έναν οργανισμό που ¨Σκέφτεται…¨ , κατανοεί τις ιδιαίτερες ανάγκες μας και αυτενεργεί όσο είμαστε εντός ή εκτός της οικίας μας, που φροντίζει για την εξοικονόμηση ενέργειας, την ασφάλειά μας και την άνεσή μας, χωρίς να είναι απαραίτητα η δική μας παρέμβαση ή η φυσική μας παρουσία.

Στα πλαίσια αυτά είναι και η εναρμόνιση της χώρας μας στις Ευρωπαϊκές Οδηγίες περί ενεργειακής ταυτότητας των κτιρίων. Το λογισμικό της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων είναι το ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ, και οι αυτοματισμοί με βάση τις σχετικές οδηγίες ΤΟΤΕΕ, χωρίζονται σε 4 κατηγορίες: Α, Β, Γ, Δ. Η κατηγορία Α θεωρείται ότι εξοικονομεί την περισσότερη ενέργεια στα ενεργειακά υποσυστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και φωτισμού, και είναι η μόνη που περιέχει την περίπτωση αυτοματισμών BEMS (Building Energy Management System = Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων).

Πίνακας 5.1: Κατηγορίες διατάξεων και ελέγχου αυτοματισμών Α έως Δ (ΤΟΤΕΕ 2010α)

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Ολοκληρωμένος διάταξη ελέγχου (με έλεγχο παρουσίας και ποιότητα ελέγχου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων. 2. Ρύθμιση λειτουργίας δικτύου διανομής ανάλογα με τη θερμοκρασία εσωτερικού χώρου. Έλεγχος διακοπτόμενης λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται στην λειτουργία της εγκατάστασης. 3. Αντλίες διανομής με μεταβλητή ταχύτητα, με σταθερό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία δικτύου π.χ. ρυθμιστές στροφών -inverters) ή αναλογικό ΔΡ (υδραυλική ισορροπία, π.χ. με στραγγαλιστικές διατάξεις). 4. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με αυτόματο έλεγχο, με βέλτιστη εκκίνηση / παύση, π.χ. έξυπνοι ελεγκτές, που προσαρμόζονται ανάλογα στη λειτουργία της εγκατάστασης και στις απαιτήσεις των φορτίων. 5. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο). 6. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας υπάρχει σύστημα απόψυξης. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και ύπαρξης κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει αυτόματος έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της ζήτησης φορτίου (έλεγχο εσωτερικής θερμοκρασίας και παρουσία χρηστών). 2. Αυτόματος έλεγχος ροής αέρα ή πίεσης σε επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας (με ή χωρίς επαναφορά πίεσης). Υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) και νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με τη μεταβολή του απαιτούμενου φορτίου). 4. Εφαρμόζεται έλεγχος της υγρασίας του αέρα προσαγωγής ή απόρριψης.	**Α**

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Μεμονωμένος αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο θερμικής ζώνης) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων με θερμοστατικές βαλβίδες ή ηλεκτρονικό ελεγκτή. 2. Κεντρικός έλεγχος δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με τη μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης. 3. Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση. 4. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 5. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανση / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται στα φορτία και στην αποδοτικότητα των μονάδων παραγωγής (ονομαστικό θερμικό φορτίο). 6. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας εφαρμόζεται έλεγχος της ροής αέρα μέσα στο χώρο βάσει της παρουσίας χρηστών. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής αέρα (θερμοκρασία ανάλογα με την επιθυμητή και την εξωτερική θερμοκρασία). 4. Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	**Β**

Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Κεντρικός αυτόματος έλεγχος (σε επίπεδο κτηρίου) της λειτουργίας των τερματικών μονάδων και του δικτύου διανομής π.χ. αντιστάθμιση ή χρονοδιακόπτης σε σχέση με την μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης. 2. Έλεγχος αντλιών διανομής με αφή / σβέση. 3. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 4. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης η προτεραιότητα βασίζεται μόνο στα φορτία. 5. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας υπάρχει έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο με χρονοδιακόπτη ή χειροκίνητος έλεγχος της ροής αέρα στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Έλεγχος της θερμοκρασίας προσαγωγής του αέρα (σταθερή θερμοκρασία ίση με την επιθυμητή). Δεν υπάρχει έλεγχος της υγρασίας του αέρα.	**Γ**
Συστήματα παραγωγής, διανομής & εκπομπής θέρμανσης / ψύξης 1. Κανένας αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας των τερματικών μονάδων, του δικτύου διανομής, των αντλιών διανομής. 2. Η μονάδα παραγωγής θέρμανσης / ψύξης λειτουργεί με σταθερή θερμοκρασία παροχής μέσου προς το δίκτυο και το χώρο. 3. Σε περίπτωση αλληλουχίας μεταξύ διαφορετικών μονάδων παραγωγής θέρμανσης / ψύξης δεν ελέγχεται η προτεραιότητα. 4. Σε περίπτωση αντλίας θερμότητας δεν υπάρχει σύστημα απόψυξης. **Συστήματα αερισμού κτηρίων τριτογενή τομέα** 1. Σε περίπτωση μονάδων αερισμού ή/και κεντρικής κλιματιστικής μονάδας δεν υπάρχει κανένας έλεγχος ή είναι χειροκίνητος ο έλεγχος της ροής αέρα μέσα στον χώρο ή στο επίπεδο της κεντρικής κλιματιστικής μονάδας. 2. Δεν υπάρχει η δυνατότητα ελεύθερης μηχανικής ψύξης (free cooling) ή νυχτερινού αερισμού (night ventilation - cooling). 3. Κανένας θερμοστατικός έλεγχος του αέρα προσαγωγής και της υγρασίας του αέρα.	**Δ**

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται και σχολιάζονται οι (ευνοϊκοί ή μη) συντελεστές, που επηρεάζουν τη ενεργειακή βαθμολογία των κτιρίων ανάλογα με την κλάση του αυτοματισμού που διαθέτουν.

5.1.1 ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ – ΨΥΞΗ

Βασικές κατηγορίες κτηρίου	Συντελεστής διόρθωσης $f_{BAC, hc}$			
	Α	Β	Γ	Δ
Κατοικία	0,81	0,88	1	1,10
Προσωρινή διαμονή	0,68	0,85	1	1,31
Συνάθροισης κοινού	0,68	0,77	1	1,23
Εκπαίδευσης	0,50	0,75	1	1,24
Υγείας & κοινωνικής πρόνοιας	0,86	0,91	1	1,31
Σωφρονισμού	0,81	0,88	1	1,10
Εμπορίου	0,47	0,73	1	1,56
Γραφείων	0,70	0,80	1	1,51
Βιομηχανία - βιοτεχνίας	0,47	0,73	1	1,56
Αποθήκευσης	0,68	0,77	1	1,23
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	0,47	0,73	1	1,56

Πίνακας 5.2 :*Συντελεστές διόρθωσης (μείωσης ή αύξησης) κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση & ψύξη ανάλογα με την κατηγορία αυτοματισμών και τη χρήση του κτιρίου.* [5.18]

Στον Πίνακα 5.2 παρατηρεί κανείς ότι μόνο στις περιπτώσεις κλάσης αυτοματισμών Α και Β θεωρείται ότι έχουμε εξοικονόμηση ενέργειας, άρα και συντελεστή μείωσής της (μικρότερο από τη μονάδα) , ενώ στην κλάση Δ θεωρείται ότι έχουμε μεγάλες απώλειες. Επίσης η εγκατάσταση αυτοματισμού στις κατοικίες επιφέρει μικρότερη εξοικονόμηση σε σχέση με τα κτίρια στάθμευσης αυτοκινήτων και τη βιομηχανία.

5.1.2 ΓΙΑ ΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Πίνακας 5.3 : *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης φυσικού φωτισμού λόγω χρήσης αυτοματισμών ελέγχου*[5.18]

Διατάξεις αυτοματισμών ελέγχου φυσικού φωτισμού FD	
Χειροκίνητος έλεγχος φυσικού φωτισμού, για όλες τις χρήσεις κτιρίων	**1**
Αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για όλα τα κτήρια εκτός εκπαίδευσης και περίθαλψης	**0,9**
Αυτόματος έλεγχος φυσικού φωτισμού (με αισθητήρα φυσικού φωτισμού) για κτήρια εκπαίδευσης και περίθαλψης	**0,8**

Πίνακας 5.4 : *Τυπικές τιμές του συντελεστή επίδρασης παρουσίας ή απουσίας χρηστών*[5.18]

Συστήματα χωρίς αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας FO	
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής / σβέσης) 1,00	**1**
Χειροκίνητος διακόπτης (αφής/σβέσης) και πρόσθετη αυτόματη ένδειξη για συνολική σβέση	**0,95**
Συστήματα με αισθητήρες ανίχνευσης παρουσίας ή απουσίας FO	
Αυτόματη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	**0,95**
Αυτόματη έναυση και σβέση	**0,9**
Χειροκίνητη έναυση / ρύθμιση φωτεινής ροής	**0,9**

Σε καμία περίπτωση οι αυτοματισμοί δεν μπορούν να υποκαταστήσουν το έλλειμμα των υλικών θερμομόνωσης και υγρομόνωσης που επιβάλλεται να τοποθετηθούν κατά την κατασκευή της κατοικίας μας. Οι αυτοματισμοί βοηθούν στη βελτιστοποίηση του τρόπου χρήσης και κατανάλωσης ενέργειας, αλλά δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τις συσκευές ενεργειακής κλάσης Α.

Η έξυπνη κατοικία πέραν των αυτοματισμών, διαθέτει και καλωδιώσεις που αφορούν τηλεπικοινωνιακές υποδομές όπως ήχο, εικόνα, τηλεφωνία, internet, συναγερμό, κάμερες, οπότε χρειάζεται και σχετική πρόβλεψή τους από τον ηλεκτρολόγο εγκαταστάτη και το Μηχανικό.

Για τον έλεγχο των υποσυστημάτων θέρμανσης, κλιματισμού, εξαερισμού, σκίασης, των συσκευών (πλυντήριο ρούχων ή πιάτων κλπ) και των ΑΠΕ, χρειάζονται αισθητήρια (ανεμόμετρα, υγρασιόμετρα, βροχόμετρα, θερμόμετρα, πιεσόμετρα, φωτόμετρα, ανιχνευτές παρουσίας, καπνού, πλημμύρας, παγετού, CO2 , διαρροής αερίου κλπ) καθώς και ειδικά υλικά προσαρμογής όπως ρελέ, μετασχηματιστές, ηλεκτρονικά ballast, ηλεκτροβάνες, τρίοδες βάνες, μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας και κατανάλωσης πετρελαίου ή αερίου κλπ.

Στις πόλεις με την ασφυκτική δόμηση προφανώς είναι σχεδόν αδύνατος ο βιοκλιματικός σχεδιασμός. Η μόνη λύση που αντισταθμίζει μέχρι και 25% το έλλειμμα του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι η χρήση αυτοματισμών (BEMS), εφόσον φυσικά και οι υπόλοιποι τομείς είναι εξίσου ενεργειακά αποδοτικοί. Η επιλογή ενός συστήματος αυτοματισμού θα πρέπει να συνδυάζει τη δυνατότητα εφαρμογών πολύπλοκων σεναρίων και τον εντοπισμό οποιασδήποτε βλάβης με την απλότητα στη συντήρηση χωρίς την παρέμβαση ειδικού.

Οι αυτοματισμοί ενισχύουν την ενεργειακή κλάση ενός ακινήτου και άρα του προσθέτουν αξία. Τίποτα δεν θα μπορεί να πωλείται χωρίς τη ένδειξη της ενεργειακής του κλάσης και άρα του ανθρακικού του αποτυπώματος.

Κάθε μία ενεργειακή κλάση προσαυξάνει την τιμή του ακινήτου σε σχέση με την αντικειμενική ανεξαρτήτου παλαιότητας.

Με βάση την παράγραφο 2.9 του άρθρου 15 του ΦΕΚ 407/09/04/2010, ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, εάν κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 1 του άρθρου 6 του ν. 3661/08, διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης και επομένως το κτίριο δεν κατατάσσεται τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β, τότε ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του ΠΕΑ, μέτρα βελτίωσης τα οποία

εξασφαλίζουν την ένταξη του κτιρίου στην ενεργειακή κατηγορία Β σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή που αναφέρονται στο ΠΕΑ. Ακολούθως, διενεργείται εκ νέου ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο ΠΕΑ και σε περίπτωση μη ικανοποίησης των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης (κατάταξη τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β), εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του ΠΔ 580/Δ/1999 (ΦΕΚ Α΄ 210) «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας». [5.18]

5.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΙ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ

Μια από τις πολλές πρακτικές που στοχεύουν να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια όσο το δυνατόν πιο βέλτιστα, στον κτιριακό τομέα, έχει υλοποιηθεί υπό τη μορφή των «Συστημάτων Διαχείρισης της Ενέργειας Κτιρίου» (BEMS). Μιλώντας γενικά, το BEMS αναφέρεται σε ένα αυτοματοποιημένο σύστημα που προσπαθεί να ελέγξει όλες τις διαδικασίες ενεργειακής κατανάλωσης σε ένα κτίριο. Αυτές οι διαδικασίες μπορούν να συμπεριλάβουν τη θέρμανση και τον αερισμό, το φωτισμό το εσωτερικό κλίμα και άλλα. Ανάλογα με το επίπεδο περιπλοκότητας, όλα τα παραπάνω μπορούν να ελεγχθούν ανεξάρτητα ή όχι. Κατ' αυτόν τον τρόπο αναμένεται ότι οι λεπτές αμοιβαίες σχέσεις μεταξύ των διαφόρων παραμέτρων λαμβάνονται υπόψη, με αποτέλεσμα-συνέπεια τη «βέλτιστη» λειτουργία.

5.2.1 Διαχείριση ενέργειας στα κτίρια με ευφυή συστήματα

Σήμερα, ο όρος «έξυπνο κτίριο» κερδίζει έδαφος, με μεγάλες προοπτικές στην αγορά εξοικονόμησης και διαχείρισης ενέργειας. Αν και η νοημοσύνη στα κτίρια είναι ένας διφορούμενος όρος, ειδικά όταν εφαρμόζεται στα προκαλούμενα από τον άνθρωπο συστήματα, γίνεται ευρέως αποδεκτό ότι αναφέρεται στα αντικείμενα που μπορούν να αντιδράσουν σωστά στις απρόβλεπτες περιστάσεις με την επιλογή μεταξύ ενός συνόλου πιθανών ενεργειών και επιπλέον, μπορούν να μάθουν από την ανατροφοδότηση. Οι έννοιες της ανοχής, της αυτοδιόρθωσης ή της αυτοπροσαρμογής θεωρούνται ως απαραίτητα στοιχεία της «τεχνητής νοημοσύνης». Γίνεται επίσης ευρέως αποδεκτό ότι τα μέσα για να επιτευχθεί η νοημοσύνη ταυτίζονται με τα εργαλεία που προσομοιάζουν τις ανθρώπινες μεθόδους νοημοσύνης, όπως τα νευρωνικά δίκτυα και η ασαφή λογική.
Η τεχνολογία συστημάτων διαχείρισης ενέργειας κτιρίου αναφέρεται γενικά στην ενσωμάτωση τεσσάρων συστημάτων: ένα Σύστημα Αυτοματοποίησης Κτιρίου (BAS), ένα Συστημα Τηλεπικοινωνιών (TS), ένα Σύστημα Αυτοματισμού Γραφείου (OAS) και ένα Σύστημα Διαχείρισης Εγκατάστασης με τη βοήθεια Υπολογιστή (CAFMS).
Ένα BAS είναι πραγματικά η βάση κάθε BEMS. Ένα χαρακτηριστικό συγκεντρωτικό εμπορικό BEMS αποτελείται από τον κεντρικό σταθμό και διάφορους υποσταθμούς. Ο υποσταθμός δέχεται τις εισόδους από τους αισθητήρες που ελέγχουν τις τιμές των μεταβλητών, όπως οι θερμοκρασίες ροής και επιστροφής ενός συστήματος θέρμανσης. Κατόπιν οι είσοδοι υποβάλλονται σε επεξεργασία και ο υποσταθμός στέλνει τα σήματα ελέγχου στα στοιχεία μιας εγκατάστασης, δηλ. ενεργοποιητές ή μια βαλβίδα. Ο υποσταθμός περιέχει ένα

μικρό πίνακα κυκλωμάτων, τον πίνακα επικοινωνίας, ο οποίος του επιτρέπει να διασυνδεθεί με το κεντρικό δίκτυο συνήθως τοπικής σύνδεσης δίκτυο LAN, υπο-LANS ή ένα modem.. Ο κεντρικός σταθμός είναι όπου πραγματοποιείται το μεγαλύτερο μέρος της μακροπρόθεσμης αποθήκευσης στοιχείων.
Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις βασισμένες στις τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, προσφέρουν διάφορα πλεονεκτήματα έναντι των κλασσικών συστημάτων ελέγχου. Ως εκ τούτου η τρέχουσα έρευνα για τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας στις τεχνολογίες, που αφορά κυρίως την ανάπτυξη λογισμικού, εστιάζει στην κατάσταση προόδου των τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης.
Συνοψίζοντας τα παραπάνω, ένα σύστημα διαχείρισης πρέπει να ικανοποιήσει τους ακόλουθους στόχους:

- Να διατηρήσει την άνεση της θερμικής, οπτικής και εσωτερικής ποιότητας του αέρα βασισμένη στις οδηγίες της σχετικής βιβλιογραφίας.
- Να δίνει προτεραιότητα στις παθητικές τεχνικές προκειμένου να επιτευχθούν οι απαιτήσεις άνεσης
- Να είναι ευέλικτο, δηλαδή να έχει τη δυνατότητα να ικανοποιήσει τις προτιμήσεις των χρηστών που παρεμβάλλονται στο σύστημα.

Η στρατηγική ελέγχου πρέπει να ικανοποιεί τα αιτήματα του ιδιοκτήτη του κτιρίου, τις ανάγκες των χρηστών και τις απαιτήσεις στα πρότυπα και τους κανονισμούς: [5.19]

- Εσωτερική ποιότητα του αέρα
- Κατάλληλη θερμοκρασία περιβάλλοντος
- Ηλιακή σκίαση
- Νυχτερινός εξαερισμός κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού
- Προθέρμανση του αέρα εξαερισμού
- Θέρμανση και ψύξη δωματίου
- Βοήθεια ανεμιστήρων και εναλλασσόμενων παθητικών και ενεργητικών συστημάτων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

[5.18] (ΑΔΑΜΟΠΟΥΛΟΣ Χ. ΑΛΕΞΙΟΣ EUREM (EURopean Energy Manager) Διπλ. Ηλ/γος & Πολιτικός Μηχανικός ΔΠΘ, «ΤΑ BEMS, Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΑΙ Η ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ», σελ. 1,3,4 www.adamsnet.gr/htm/services/documents/bems.pdf , ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

[5.19] (Η ενεργειακή επιθεώρηση στα κτίρια και στη βιομηχανία και η προετοιμασία των μηχανικών, ΤΕΕ-Τμ. Αν. & Δυτ. Κρήτης Οκτ. 2005, σελ. 130-132 library.tee.gr/digital/dkr/…/dkr_m432_contents.pdf, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2012)

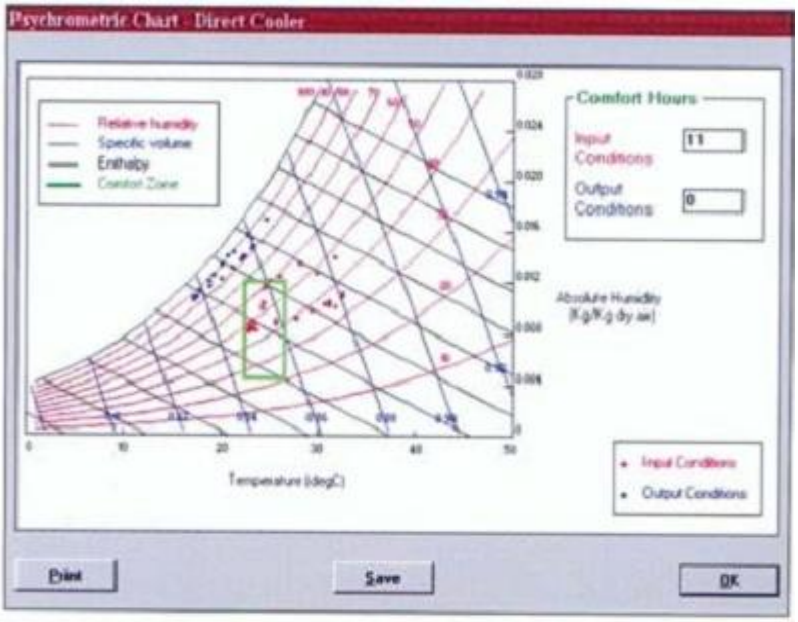
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ ΣΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΚΤΙΡΙΟ

Στην αγορά σήμερα διατίθεται ένα μεγάλο εύρος υπολογιστικών προγραμμάτων με διαφορετικές δυνατότητες και περιορισμούς, τις οποίες οφείλει να γνωρίζει ο μελετητής ώστε να είναι σε θέση να επιλέξει το κατάλληλο για την κάθε εφαρμογή. Τα εργαλεία υπολογισμού της θερμικής και ενεργειακής συμπεριφοράς των κτιρίων ταξινομούνται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- Τα ειδικά υπολογιστικά εργαλεία
- Τα γενικά υπολογιστικά εργαλεία
- Τα απλοποιημένα υπολογιστικά εργαλεία

6.1 Ειδικά υπολογιστικά εργαλεία

Εικόνα 6.1: Ψυχρομετρικός χάρτης



Τα ειδικά υπολογιστικά εργαλεία βασίζονται σε αλγορίθμους και μοντέλα σχεδιασμού και υπολογισμού της απόδοσης και της θερμικής συμπεριφοράς συγκεκριμένων στοιχείων του κτιριακού κελύφους, συγκεκριμένων στοιχείων του κτιριακού κελύφους, συγκεκριμένων τεχνικών ή μέρους του δομημένου περιβάλλοντος. Τα εργαλεία αυτά βοηθούν τον χρήστη να αξιολογήσει την απόδοση των διαφόρων συστημάτων και τεχνικών από διαφορετικές συνθήκες και να μελετήσει σε βάθος την επίδραση συγκεκριμένων παραμέτρων στο κτίριο, όχι όμως την επίδραση μιας δεδομένης τεχνικής στην συνολική συμπεριφορά του κτιρίου.

Τα βασικότερα από τα διαθέσιμα Ειδικά υπολογιστικά εργαλεία, ανά χρήση, δίνονται στον Πίνακα 6.1:

Πίνακας 6.1: Ειδικά υπολογιστικά εργαλεία

ΧΡΗΣΗ	ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ
Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης: απόδοση συστημάτων	• Μέθοδος SLR • Μέθοδος 5000
Παθητικός και φυσικός δροσισμός: απόδοση τεχνικών φυσικού, παθητικού και υβριδικού δροσισμού	• SINK • SUMMER-TECHNIQUES
Ηλιοπροστασία : τεχνικές ηλιοπροστασίας και σκιάστρων	• SHADOWPACK • SUMMER-TECHNIQUES • LAMAS • PEM
Φυσικός φωτισμός στα κτίρια : απόδοση τεχνικών φυσικού φωτισμού	• Μέθοδος LT • SUPERLITE • RADIANCE • PASSPORT-LIGHT • GENELUX
Θερμική άνεση : δείκτες θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των κτιρίων	• COMFORT • SUMMER-TECHNIQUES
Ποιότητα εσωτερικού αέρα	• AIR
Μικροκλίμα : απόδοση τεχνικών και παραγόντων διαμόρφωσης μικροκλίματος	• CPCALC (χαρακτηριστικά ανέμου) • CANYON (χαρακτηριστικά φαινομένου αστικής χαράδρας)
Κλιματικά δεδομένα: κλιματικά στοιχεία και δεδομένα ηλιακής ακτινοβολίας	• TRY • SOLRAD
Φαινόμενα μεταφοράς σε αδιαφανή δομικά στοιχεία : θερμική συμπεριφορά των εσωτερικών και εξωτερικών δομικών στοιχείων	• KOBRA (θερμογέφυρες)
Φαινόμενα μεταφοράς σε διαφανή δομικά στοιχεία : θερμικές & οπτικές ιδιότητες διαφανών δομικών στοιχείων	• WINDOWS-LBL • WIS
Φαινόμενα μεταφοράς μάζας : απόδοση των τεχνικών φυσικού αερισμού	• CFD (PHOENICS) • COMIS • AIRNET • BREEZE • AIOLOS • PASSPORT-AIR
Μηχανικά συστήματα θέρμανσης, δροσισμού και αερισμού : απόδοση - χαρακτηριστικά λειτουργίας	• DOE II • HVACSIM
Αξιολόγηση ενεργειακού επανασχεδιασμού κτιρίων : τεχνική και οικονομική απόδοση μέτρων ενεργειακού επανασχεδιασμού	• PRISM

6.2 Τα γενικά υπολογιστικά εργαλεία

Τα γενικά υπολογιστικά εργαλεία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη δυναμική της θερμικής συμπεριφοράς, τόσο κάθε επιμέρους στοιχείου του κτιρίου, όσο και ολόκληρου του κτιριακού κελύφους και των ενεργειακών των συστημάτων. Τα εργαλεία αυτά βασίζονται σε λεπτομερή μοντέλα προσομοίωσης ή σε απλοποιημένες μεθόδους και επιτρέπουν την αξιολόγηση της συνολικής ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου και των συνθηκών του εσωτερικού περιβάλλοντος. Τα μοντέλα αυτά υπολογίζουν τις τιμές μιας σειράς μεταβλητών όπως η εσωτερική θερμοκρασία, η υγρασία, η θερμοκρασία των επιφανειών, η ροή του αέρα, η κατανάλωση ενέργειας, η θερμική άνεση και η κατανάλωση του αέρα κλπ, επιλύνοντας διαφορικές εξισώσεις που περιγράφουν την μεταφορά μάζας και θερμότητας στα κτίρια. Συχνά η χρήση τους από τους μελετητές είναι περιορισμένη εξαιτίας των υψηλών απαιτήσεων σε υπολογιστική δύναμη, του μεγάλου κόστους σε χρόνο και χρήμα, των εξειδικευμένων γνώσεων που συχνά απαιτείται να έχει ο μελετητής και την συνήθως δύσκολη χρήση τους.

Τα σημαντικότερα και πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα ολοκληρωμένα υπολογιστικά εργαλεία για την προσημείωση των κτιρίων, έχουν επαληθευθεί με σύγκριση των αποτελεσμάτων τους με πειραματικά δεδομένα, οπότε τυγχάνουν και διεθνούς επιτυχίας και πιστοποίησης. Στον Πίνακα 6.2 ομαδοποιούνται σε δύο υποκατηγορίες ανάλογα με το βαθμό 'απλότητάς' τους. Τα πιο απλοποιημένα μοντέλα παρέχουν αποτελέσματα χρήσιμα κατά τον προκαταρκτικό και τον αρχικό σχεδιασμό του κτιρίου.

Πίνακας 6.2: Γενικά υπολογιστικά εργαλεία

Γενικά Υπολογιστικά εργαλεία	• TRNSYS • ESP-r • PASSPORT-PLUS • ADELINE • SPIEL • TAS
Πιο απλοποιημένα Γενικά Υπολογιστικά εργαλεία	• SUMMER-BUILDING • FIT • COMFIE

Επίσης, κάποια ολοκληρωμένα υπολογιστικά προγράμματα πολλά υποσχόμενα που είναι υπό εξέλιξη είναι τα εξής: EnergyPlus, Building Controls Virtual Test Bed (Wiki), SPARK, GenOpt.

6.3 Τα πιο απλοποιημένα υπολογιστικά εργαλεία

Τα πιο απλοποιημένα υπολογιστικά εργαλεία βασίζονται σε εμπειρικούς και στατικούς αλγόριθμους, οι οποίοι ισχύουν υπό συγκεκριμένες οριακές συνθήκες, οπότε πρέπει να χρησιμοποιούνται αυστηρά μέσα στα όρια της ακριβείας τους. Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος αυτού του είδους είναι η μέθοδος των βαθμοημερών, η οποία δίνει μια προσέγγιση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων ενός κτίριο, που οφείλονται στις απώλειες μεταφοράς θερμότητας μέσω του κελύφους, καθώς και σε οποιοδήποτε ηλιακό και εσωτερικό θερμικό κέρδος. Πρόκειται για μια απλοποιημένη μέθοδο που λαμβάνει υπόψη αρκετές ροές θερμότητας (αγωγή, διήθηση, ηλιακά και εσωτερικά κέρδη) αλλά δεν λαμβάνει υπόψη τη χρονική μεταβολή της θερμικής ισορροπίας. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμοστεί και στο καθορισμό του ψυκτικού φορτίου, αν και δεν είναι αξιόπιστη για τον υπολογισμό των ψυκτικών φορτίων λόγω του ότι δεν λαμβάνεται υπόψη η επίδραση της θερμικής μάζας.

6.4 Υπολογιστικά εργαλεία στην ελληνική αγορά

Δεδομένου του ότι το θεσμικό πλαίσιο στην Ελλάδα , σχετικά με τις ενεργειακές απαιτήσεις του κελύφους, ήταν μέχρι πρόσφατα απλό και πεπαλαιωμένο, οι εταιρίες λογισμικού της χώρας μας διαθέτουν κυρίως ένα εύρος προγραμμάτων που υπολογίζουν το πάχος της απαιτούμενης θερμομόνωσης και διαστασιολογούν τα συστήματα Θέρμανσης-Ψύξης-Κλιματισμού.

Με το καινούριο θεσμικό πλαίσιο έχουν εμφανιστεί κάποια προγράμματα με τη δυνατότητα προσομοίωσης της ενεργειακής απόδοσης των Παθητικών συστημάτων. Τα πιο διαδεδομένα στη χώρα μας είναι: ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ και το 4-Μ ΚΕΝΑΚ.

6.5 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ

Το ειδικό λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Επίσης, με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του, προκειμένου για την αναβάθμιση και βελτίωση του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό αυτό εφαρμόζει τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στην μεθοδολογία Ευρωπαϊκών προτύπων (ΕΛΟΤ ΕΝ ISO 13790, κ.α.) καθώς και στα σχετικά εθνικά πρότυπα και στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Στο λογισμικό εισάγονται δεδομένα σχετικά με τα γεωμετρικά και τεχνικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών στοιχείων, σκιάσεις κ.α.), καθώς και τα τεχνικά

χαρακτηριστικά των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης / ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών, εκτυπώνονται σε αντίστοιχες αναφορές του λογισμικού.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θέρμανσης, κλιματισμού και λοιπών Η/Μ εγκαταστάσεων), που υποβάλλονται για τα νέα κτήρια και οι οποίες πρέπει να προηγηθούν και είναι απαραίτητες για τους υπολογισμούς της Ενεργειακής Απόδοσης του κτηρίου. Μέσω των τελικών μελετών σχεδιασμού τεκμηριώνεται η εφαρμογή ή η αδυναμία εφαρμογής (στο βαθμό που αυτό επιτρέπεται) των ελάχιστων προδιαγραφών (σχεδιασμός κτιρίου, κτιριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια όπως ορίζονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ. Η τεκμηρίωση εφαρμογής ή αδυναμίας εφαρμογής των ελάχιστων προδιαγραφών θα πρέπει να αναφέρονται - περιγράφονται στο τεύχος της μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, όπως ορίζεται στο άρθρο 11 του ΚΕΝΑΚ.

Το λογισμικό ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ χρησιμοποιείται για την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης, προκειμένου για τον υπολογισμό ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξη των κτηρίων, με σκοπό την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης - ΠΕΑ. Επίσης χρησιμοποιείται στο στάδιο σύνταξης και υποβολής Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης και μόνο για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, προκειμένου να υπάρχει κοινή μεθοδολογία και αντιστοιχία των αποτελεσμάτων της μελέτης με εκείνα της ενεργειακής επιθεώρησης μετά την ολοκλήρωση κατασκευής του κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του ΚΕΝΑΚ, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790, και των υπολοίπων σχετικών προτύπων. Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων που είναι τμήμα της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης, χρησιμοποιούνται λογισμικά τα οποία θα πρέπει να αξιολογούνται από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (ΕΥΕΠΕΝ), του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ).

Για τα υπόλοιπα στάδια εκπόνησης και σύνταξης της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (τεκμηρίωση αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, έλεγχος θερμομονωτικής επάρκειας, τεκμηρίωση ηλεκτρομηχανολογικού σχεδιασμού), μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπολογιστικά ή σχεδιαστικά εργαλεία κατά την κρίση και επιθυμία του μελετητή.

Στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης αναγράφεται υποχρεωτικά η έκδοση και η έγκριση του λογισμικού που χρησιμοποιείται όπως επίσης και το S/N και η έκδοση του ειδικού λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ που χρησιμοποιήθηκε για την ενεργειακή κατάταξη και αποτελεί τον υπολογιστικό πυρήνα και των υπολοίπων

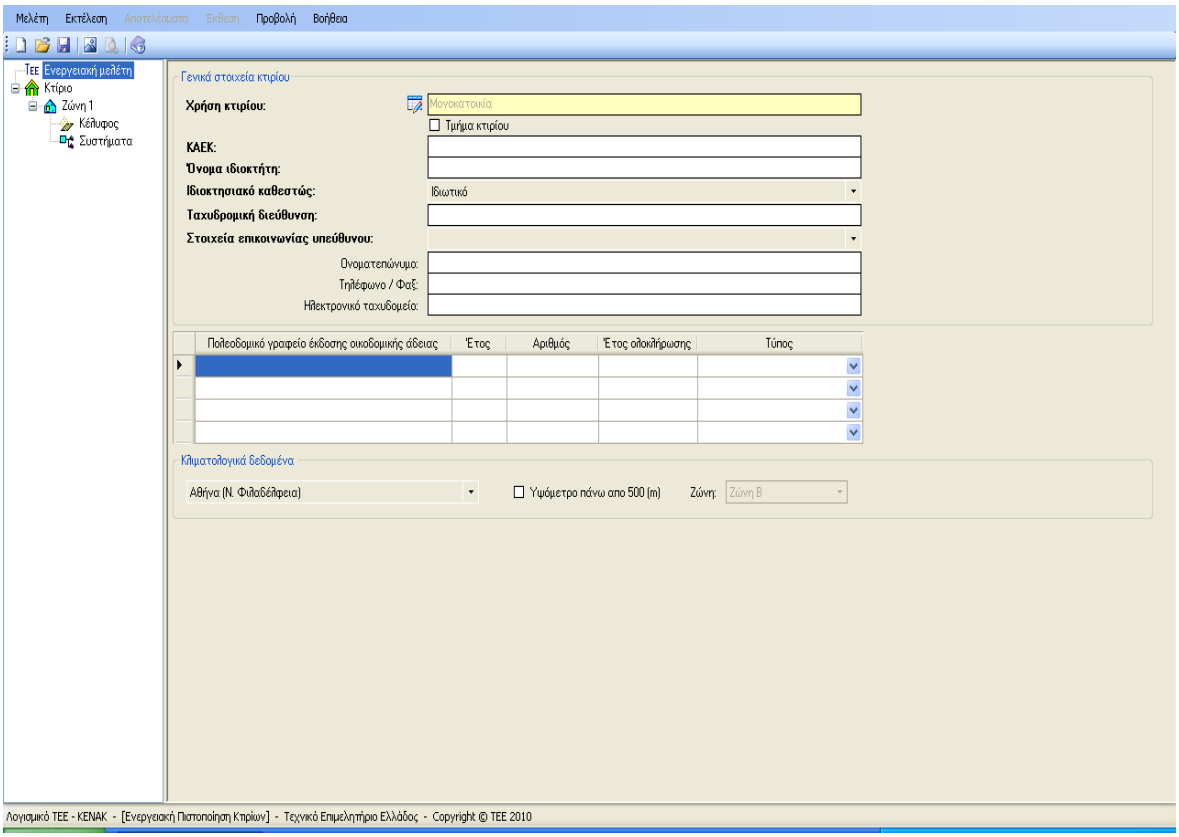
αξιολογημένων λογισμικών της αγοράς σε ότι αφορά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης του κτιρίου.

6.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ ΜΙΚΡΗΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΚΤΙΡΙΟ

Το υπό μελέτη κτίριο είναι διώροφο με επιφάνεια ορόφου 12,96m2 και συνολικό όγκο 128,34m3. Είναι κατασκευασμένο από σύστημα εξωτερικής τοιχοποιίας που αποτελείται από τσιμεντοσανίδα, γυψοσανίδες και ορυκτοβάμβακα για μόνωση, και έχει θερμοπρόσοψη για επιπλέον μόνωση. Η οροφή του είναι κεραμοσκεπή και το δάπεδό του από ειδικό γύψο και μόνωση.

Στην πρώτη μάσκα δεδομένων (Εικόνα 6.2), για κάθε θερμική ζώνη, ή συνολικά για το κτίριο αν πρόκειται για μονοζωνικό κτίριο (λαμβάνεται μία ζώνη για όλο το κτίριο εφόσον η χρήση του είναι κατοικία), καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας.

Εικόνα 6.2: Γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας του υπό μελέτη κτιρίου

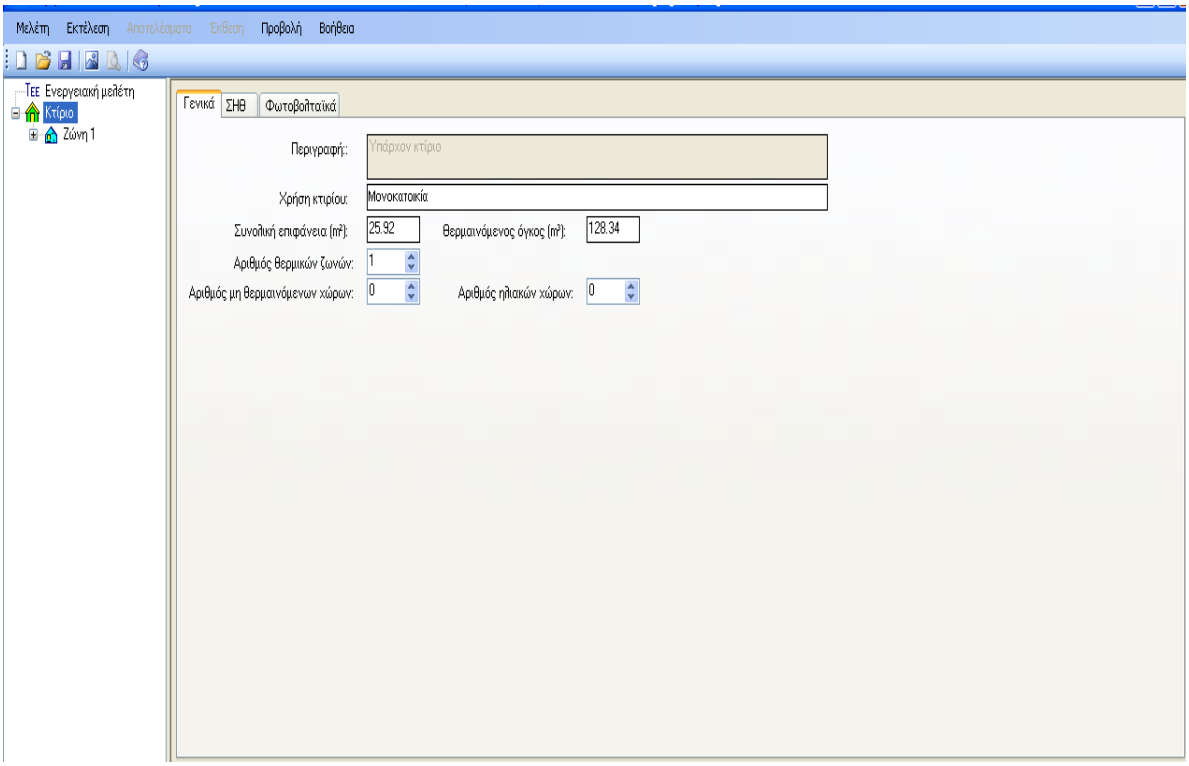


Στην επόμενη μάσκα (Εικόνα 6.3) εισάγεται η χρήση της συγκεκριμένης θερμικής ζώνης. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει σύμφωνα με τις τελικές χρήσεις από τον κατάλογο για τις χρήσεις κτιρίου.

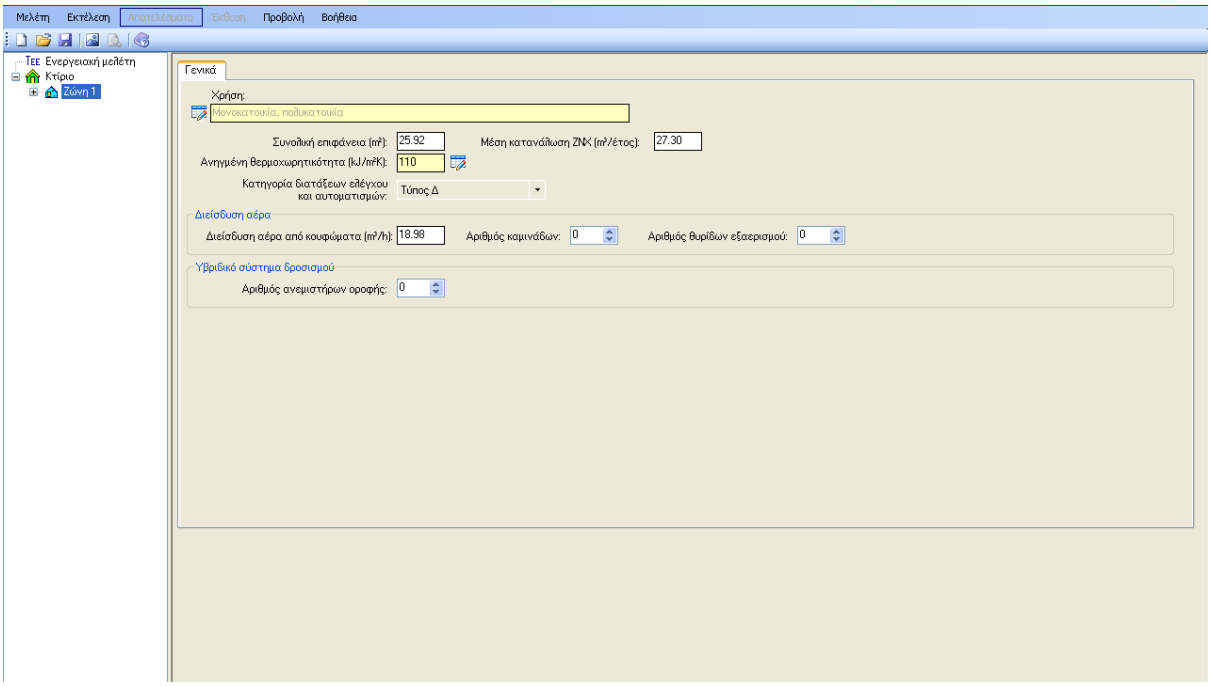
Η επιλογή χρήσης για την θερμική ζώνη συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.α.), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§2 Συνθήκες Λειτουργίας Κτιρίου)*. Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το υπό επιθεώρηση κτίριο όσο και για το κτίριο αναφοράς.

Σε περίπτωση που μια συγκεκριμένη χρήση κτιρίου δεν συμπεριλαμβάνεται στις παρακάτω κατηγορίες τότε αναγκαστικά κατατάσσεται στην πλησιέστερη κατηγορία. Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπόψη οι τυπικές τιμές για την συγκεκριμένη χρήση του κτιρίου σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§1.5. Κατηγορίες Κτηρίων .* Πίνακας 1.5.-*Ταξινόμηση των κτηρίων σύμφωνα με τη χρήση τους για τις ανάγκες της παρούσας τεχνικής οδηγίας*).

Εικόνα 6.3: Χρήση της θερμικής ζώνης



Εικόνα 6.4: Προδιαγραφές της θερμικής ζώνης



Στην επόμενη μάσκα (Εικόνα 6.4), εισάγεται το συνολικό εμβαδόν δαπέδου της θερμικής ζώνης, λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.

Εισάγεται η μέση ειδική θερμοχωρητικότητα της κατασκευής. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει, ανάλογα με την κατηγορία 1-5, σύμφωνα με την λεπτομερή περιγραφή και τις τυπικές τιμές που περιλαμβάνονται στην ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.4. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων.* Πίνακας 3.13.-*Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m2 δαπέδου*), επιλέγοντας με το αριστερό κλικ το εικονίδιο. Σε περίπτωση που έχουν προηγηθεί σχετικοί υπολογισμοί, εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή.

Πίνακας 3.13(ΤΟΤΕΕ 2010α): Ανοιγμένη θερμοχωρητικότητα για τυπικές κατασκευές ανά m^2 δαπέδου

Κατηγορία	Περιγραφή	Ανηγμένη θερμοχωρητικότητα (kJ/(m².K))
1	Ελαφριά κατασκευή με ξύλινο σκελετό και στοιχεία πλήρωσης από γυψοσανίδα ή ξύλο και εσωτερική θερμομόνωση σε όλα τα δομικά στοιχεία (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο).	80
2	Φέρων οργανισμός από ελαφριά μεταλλική κατασκευή, πλήρωση από υαλοπετάσματα ή ελαφριά πετάσματα με θερμομόνωση.	110
3	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα, στοιχεία πλήρωσης από ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθους ή γυψοσανίδα και ύπαρξη ψευδοροφών.	165
4	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.	260
5	Φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από βαριά υλικά, όπως πέτρα, συμπαγείς οπτόπλινθους, ωμόπλινθους ή σκυρόδεμα.	370

Εισάγεται η υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης για την συγκεκριμένη ζώνη, σύμφωνα με τις τιμές που ορίζονται στην ΤΟΤΕΕ 2010α (*§2.5. Κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης.* Πίνακας 2.5.-Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά χρήση κτηρίου για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας).

Για το συγκεκριμένο κτίριο, η κατανάλωση υπολογίζεται με 27,3m^3/έτος. Σύμφωνα με τις τελευταίες διευκρινίσεις των ΤΟΤΕΕ η κατανάλωση υπολογίζεται ανά υπνοδωμάτιο. Στην περίπτωση του συγκεκριμένου κτιρίου θεωρούμε 1 υπνοδωμάτιο.

Η μέση ετήσια κατανάλωση υπολογίζεται με βάση τις ώρες και ημέρες λειτουργίας της συγκεκριμένης ζώνης, από τον αντίστοιχο πίνακα της ΤΟΤΕΕ (*§2.3.* Ωράριο και Περίοδος Λειτουργίας του Κτιρίου ή των Ανεξάρτητων Θερμικών Ζωνών. Πίνακας 2.1.-Τυπικό ωράριο λειτουργίας κτηρίων ανά χρήση).

Καθορίζεται, η κατηγορία διατάξεων αυτομάτου ελέγχου που αφορούν στις μονάδες παραγωγής θέρμανσης/ψύξης, στις μονάδες αερισμού, στο δίκτυο διανομής και στις τερματικές μονάδες της συγκεκριμένης ζώνης, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§5.2.* Διατάξεις Αυτομάτου Ελέγχου. Πίνακας 5.5.-*Κατηγορίες διατάξεων ελέγχου & αυτοματισμών*). Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν τέτοιες διατάξεις η κατηγορία είναι «Δ», όπως και στο υπό εξέταση κτίριο. Η κατηγορία διατάξεων ελέγχου και αυτοματισμών «Δ» εμφανίζεται σαν προεπιλεγμένη τιμή στην οθόνη. Το κτίριο δεν διαθέτει κανένα Η/Μ σύστημα συνεπώς ούτε αυτοματισμούς.

Για την εκτίμηση της διείσδυσης αέρα εισάγονται τα εξής στοιχεία:

Εισάγεται η υπολογιζόμενη συνολική διείσδυση του εξωτερικού (νωπού) αέρα από τις χαραμάδες κουφωμάτων, σύμφωνα τον τύπο των κουφωμάτων και με τις τιμές που ορίζονται στην ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα).*

Ο αερισμός λόγω ύπαρξης χαραμάδων στα κουφώματα εξαρτάται από το μήκος των χαραμάδων, την ποιότητα των χαραμάδων (αεροστεγείς ή όχι), τον αριθμό (και την επιφάνεια) των ανοιγμάτων στις εξωτερικές επιφάνειες του κτηρίου, καθώς και από την αναλογία εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα (εσωτερικές πόρτες) στο χώρο.

Για τον υπολογισμό του αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων (διείσδυση αέρα) χρησιμοποιείται η σχέση:

$V_{inf} = \Sigma(l*a)*R*H$

όπου l [m] το συνολικό μήκος των χαραμάδων του ανοίγματος (πόρτα, παράθυρο κ.α.)

a [m^3/(h*m)] ο συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες του ανοίγματος ανάλογα με την ποιότητα του κουφώματος, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.23

R [-] ο συντελεστής διεισδυτικότητας, που εξαρτάται από το λόγο επιφάνειας των εξωτερικών, προς τα εσωτερικά ανοίγματα και λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.24

H [-] ο συντελεστής θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης, που λαμβάνει τιμές από τον πίνακα 3.25

Πίνακας 3.23(ΤΟΤΕΕ 2010α): Συντελεστής αεροδιαπερατότητας από χαραμάδες ανοιγμάτων για τον υπολογισμό αερισμού

Συντελεστής αεροδιαπερατότητας α		
Υλικό πλαισίου	**Είδος ανοίγματος**	**α [m^3/(h.m)]**
Ξύλο	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	3,0
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	2,5
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	2,0
Μέταλλο ή Συνθετικό	Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, χωνευτό. Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές, επάλληλα συρόμενο. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα και χωρίς αεροστεγανότητα.	1,5
	Κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, επάλληλα συρόμενο, με ψήκτρες. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, χωρίς πιστοποίηση. Κούφωμα χωρίς υαλοπίνακα, με αεροστεγανότητα μη πιστοποιημένη.	1,4
	Ανοιγόμενο κούφωμα με διπλό υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Αεροστεγές κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, με πιστοποίηση	1,2

Πίνακας 3.24(ΤΟΤΕΕ 2010α): Συντελεστής διεισδυτικότητας R για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων

Συντελεστής διεισδυτικότητας R		
Εξωτερικό παράθυρο ή πόρτα	**Λόγος εξωτερικών προς εσωτερικά ανοίγματα**	**R**
Κούφωμα με ξύλινο πλαίσιο	< 3	0,9
	3 ÷ 9	0,7
Κούφωμα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο	< 6	0,9
	≥ 6	0,7

Πίνακας 3.25(ΤΟΤΕΕ 2010α): Συντελεστής λόγω θέσης του ανοίγματος και ανεμόπτωσης για τον υπολογισμό του αερισμού από χαραμάδες των κουφωμάτων

Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης Η			
Ανεμόπτωση	**Θέση εξωτερικής επιφάνειας**	**Τρόπος δόμησης**	
		Όψεις σε επαφή με όμορου	**Ελεύθερες όψεις**
Κανονική	Προστατευμένη	0,78	1,10
	Ελεύθερη	1,32	1,87
	Άκρως απροστάτευτη	1,94	2,71
Ισχυρή	Προστατευμένη	1,32	1,87
	Ελεύθερη	1,94	2,71
	Άκρως απροστάτευτη	2,65	3,65

Για τα ανοίγματα του υπό μελέτη κτιρίου, ισχύει ο Πίνακας 6.5.

Πίνακας 6.5: Συγκεντρωτικά στοιχεία ανοιγμάτων κτιρίου

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m^2]	Μήκος [m]	α [m^3/(mh)]	R	H	Διείσδυση αέρα [m^3/h]
	παράθυρο	A1	1.203	1.203	1.45	4.812	1.20	0.9	0.78	4.054
	πόρτα	A3	0.85	2.20	1.87	6.10	1.20	0.9	0.78	5.139
	παράθυρο	A2	1.203	2.20	2.65	6.806	1.20	0.9	0.78	5.733
	παράθυρο	A1	1.203	1.203	1.45	4.812	1.20	0.9	0.78	4.054
Συνολικά										18.98

Οι συντελεστές για τον υπολογισμό του αέρα διείσδυσης προκύπτουν από πίνακες σύμφωνα με την εκάστοτε περίπτωση κτιρίου. Στην προκειμένη περίπτωση πήραμε:

Συντελεστή θέσης και ανεμόπτωσης H=0,78 για κανονική ανεμόπτωση και προστατευμένη θέση εξ επιφ.

Συντελεστή διεισδυτικότητας R=0,9 για συνθετικό πλαίσιο και λόγο εξ. προς εσ. επιφανειών <6

Συντελεστή αεροδιαπερατότητας α=1,2 m^3/(h.m) για συνθετικό πλαίσιο και κούφωμα αεροστεγές με πιστοποίηση και διπλό υαλοπίνακα.

Άρα η συνολική διείσδυση αέρα από κουφώματα υπολογίστηκε 18,98m^3/h.

Στη συνέχεια εισάγεται ο αριθμός των καμινάδων εστιών καύσης στην συγκεκριμένη ζώνη και ο αριθμός των θυρίδων εξαερισμού στην συγκεκριμένη ζώνη, αν υπάρχουν. Στο κτίριο που εξετάζουμε δεν υπάρχουν.

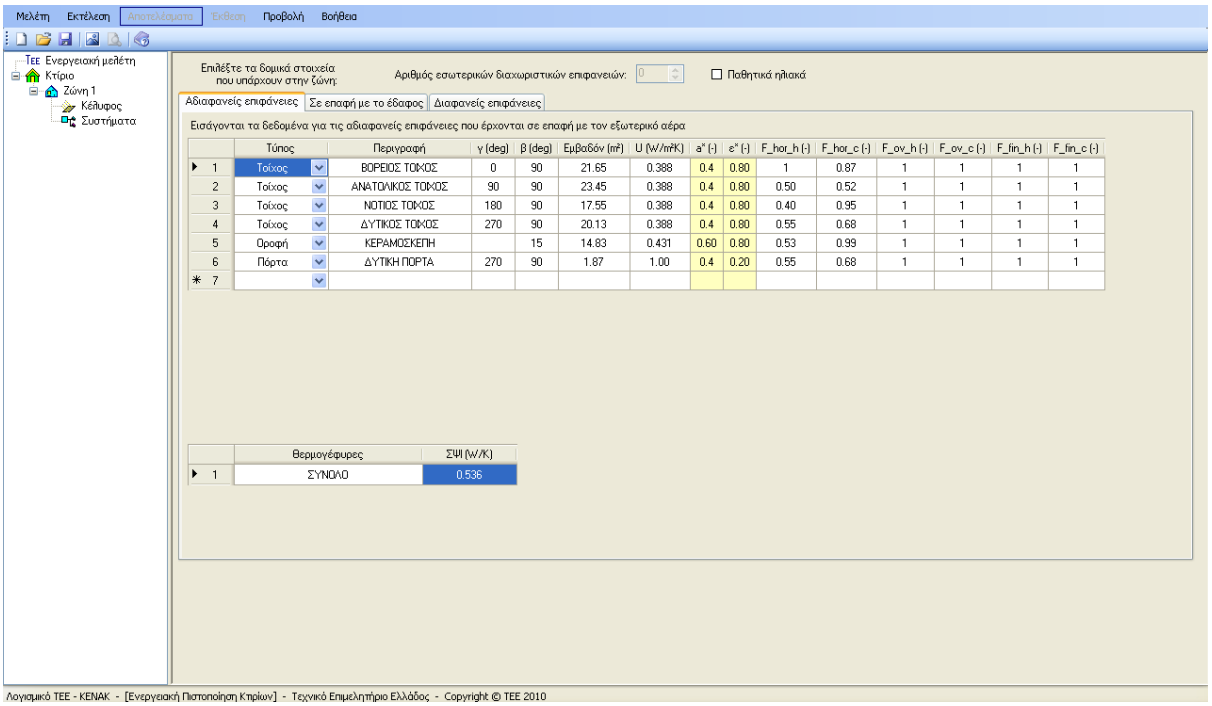
Η διείσδυση αέρα επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτιρίου, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α. Η διείσδυση αέρα από τις καμινάδες και θυρίδων εξαερισμού για συσκευές φυσικού αερίου, εάν υπάρχουν, επηρεάζουν την διείσδυση αέρα στους εσωτερικούς χώρους, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.4.2. Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα).* Πίνακας 3.22.-*Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου*).

Σε περίπτωση που η ζώνη διαθέτει υβριδικά συστήματα δροσισμού, εισάγονται τα απαιτούμενα στοιχεία για τους ανεμιστήρες οροφής

6.6.1 Αδιαφανείς επιφάνειες

Η επόμενη μάσκα (Εικόνα 6.5) δεδομένων περιλαμβάνει δεδομένα για τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα.

Εικόνα 6.5: Δεδομένα αδιαφανών επιφανειών του κελύφους του κτιρίου



Αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με όμορα κτίσματα τα οποία είναι θερμαινόμενα (σαν χρήσεις κτιρίων), δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και συνεπώς δεν ορίζονται στο κέλυφος (ΤΟΤΕΕ 2010α).

Αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με όμορα κτίσματα τα οποία είναι μη θερμαινόμενα (σαν χρήσεις κτιρίων), λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς και συνεπώς ορίζονται στο κέλυφος σαν αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (ΤΟΤΕΕ 2010α).

Αδιαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται υπόψη σαν Παθητικά Ηλιακά Συστήματα, αλλά σαν απλά δομικά στοιχεία (ενότητα 6.2.1). Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς (ΤΟΤΕΕ 2010α και 2010δ).

Αδιαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται ως «Αεριζόμενο κέλυφος», δεν λαμβάνονται υπόψη σαν Παθητικά Συστήματα Δροσισμού, αλλά σαν απλά δομικά στοιχεία (ενότητα 6.2.1) (ΤΟΤΕΕ 2010δ). Το αεριζόμενο κέλυφος δεν λαμβάνεται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς (ΤΟΤΕΕ 2010α και 2010δ).

Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Τοίχος, Οροφή, Πυλωτή, Πόρτα.

Τα αδιαφανή τμήματα που αποτελούνται από πετάσματα που έχουν θερμομόνωση λαμβάνονται σαν «Τοίχος», σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.2.1.* Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα).

Συμπληρώνουμε τις παρακάτω στήλες ως εξής:

- **Περιγραφή**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή.
- **γ (deg), Προσανατολισμός**. Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- **β (deg), Κλίση**. Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένας κατακόρυφος τοίχος έχει κλίση 90°, μια επίπεδη οροφή 0°, ενώ μια πυλωτή 180°.
- **Εμβαδόν (m2)**. Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις της κατασκευής.
- **U (W/m2K), Συντελεστής θερμοπερατότητας**. Εισάγεται ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010β (*§2.1. Υπολογισμός των συντελεστών θερμοπερατότητας των αδιαφανών δομικών στοιχείων*). Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2. Θερμικά Χαρακτηριστικά Δομικών Στοιχείων Κτηρίου.* Πίνακας 3.3α-*Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα*). Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.2.* Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων . Πίνακας 3.4α. - *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979).* Πίνακας 3.4β. - *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979))*.

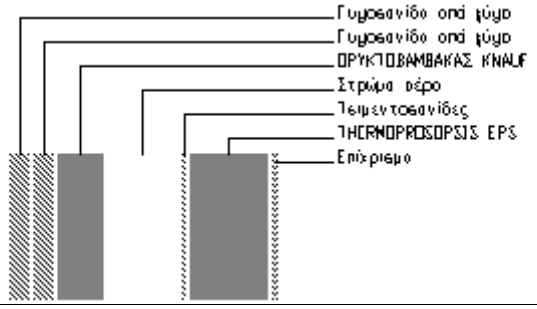
Τα δομικά στοιχεία του φέροντα οργανισμού (κολώνες, δοκάρια) και οι τοιχοποιίες (πλινθοδομές, λιθοδομές κ.α.) μπορούν να εισάγονται ξεχωριστά ή ενιαία. Σε περίπτωση που ορίζονται μαζί, θα πρέπει ο συντελεστής θερμοπερατότητας να είναι η μέση τιμή και για τα δύο δομικά στοιχεία.

Τα κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία του υπό εξέταση κτιρίου είναι:

Εξωτερική τοιχοποιία

	ΖΩΝΗ Β

Διατομή



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα ρ	Πάχος στρ. d	Συντ. θέρμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		kg/m³	m	W/(mK)	(m²K)/W
1	Γυψοσανίδα από γύψο πυκνότητας	700	0.0125	0.210	0.060
2	Γυψοσανίδα από γύψο πυκνότητας	700	0.0125	0.210	0.060
3	ΟΡΥΚΤΟΒΑΜΒΑΚΑΣ KNAUF	80	0.030	0.037	0.811
4	Στρώμα αέρα		0.045	0.242	0.186
5	Τσιμεντοσανίδες	1200-	0.0025	0.280	0.009
6	THERMOPROSOPSIS EPS 60	16	0.050	0.039	1.282
7	Επίχρισμα	1900	0.003	0.872	0.003
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.156		**R_Λ=2.410**

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	**R_i (εσωτερ.)**	**R_a (εξωτερ.)**
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροη)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	**R_i**	**(m²K)/W**	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	**R**	**(m²K)/W**	2.410
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	**R_a**	**(m²K)/W**	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	**$R_{o\lambda}$**	**(m²K)/W**	2.580

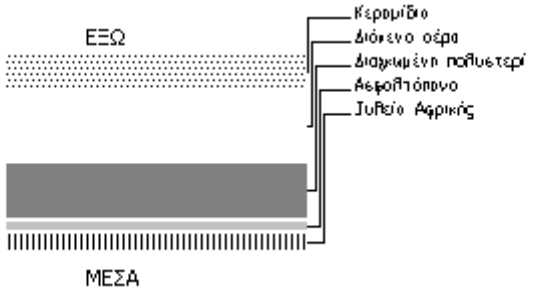
Συντελεστής θερμοπερατότητας	**U**	**W/(m²K)**	0.388
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	**U_{max}**	**W/(m²K)**	0.5

Πρέπει U<=U_{max} **<u>ΙΣΧΥΕΙ</u>**

Ξύλινη στέγη με κεραμίδια

	ΖΩΝΗ Β

Διατομή



2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ($R_Λ$)

α/α	**Στρώσεις δομικού στοιχείου**	**Πυκνότητα ρ**	**Πάχος στρ. d**	**Συντ. θέρμ. αγωγιμ. λ**	**Θερμ. αντίστ. d/λ**
		kg/m³	**m**	**W/(mK)**	**(m²K)/W**
1	Ξυλεία Αφρικής	900	0.018	0.209	0.086
2	Ασφαλτόπανα	1100	0.010	0.186	0.054
3	Διογκωμένη πολυστερίνη EPS150	25	0.060	0.034	1.765
4	Διάκενο αέρα		0.075	0.360	0.208
5	Κεραμίδια	1200	0.040	0.581	0.069
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.203		**$R_Λ$=2.182**

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	**R_i (εσωτερ.)**	**R_a (εξωτερ.)**
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροη)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	**R_i**	**(m²K)/W**	0.10
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	**R**	**(m²K)/W**	2.182
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	**R_a**	**(m²K)/W**	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	**$R_{ολ}$**	**(m²K)/W**	2.322

Συντελεστής θερμοπερατότητας	**U**	**W/(m²K)**	0.431
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	**U_{max}**	**W/(m²K)**	0.45

Πρέπει U<=U_{max} <u>ΙΣΧΥΕΙ</u>

ΔΥΤΙΚΗ ΠΟΡΤΑ

Τύπος πλαισίου: Μέταλλο
Uf πλαισίου: 1.0 W/m^{2}K
Τύπος: Άνοιγμα χωρίς τζάμι

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m^2]
A3	0.85	2.20	1	1.87

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m^2]	Εμβαδό [m^2]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m^{2}K)]	g_w κουφώματος
A3	0.00	1.87	0%		1,0	0.00

Ο συντελεστής θερμοπερατότητας της πόρτας είναι 1,0 W/m^{2}K Δίνεται από τον κατασκευαστή.

Στη συνέχεια συμπληρώνουμε:

- **a, Απορροφητικότητα.** Καθορίζεται ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου. Εξαρτάται από τον τύπο του δομικού στοιχείου, το υλικό και το χρώμια των τελικών επιστρώσεων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.5.* Συντελεστής απορρόφησης ηλιακής ακτινοβολίας . Πίνακας 3.14. -*Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας & απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία*). Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την απορροφητικότητα του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

Πίνακας 3.14. *Τυπικές τιμές ανακλαστικότητας και απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία.*

Περιγραφή επιφάνειας	Ανακλαστικότητα	Απορροφητικότητα
Κατακόρυφα δομικά στοιχεία		
Επίχρισμα λευκό, λεία επιφάνεια (σπατουλαριστό)	0,70	0,30
Επίχρισμα ανοιχτόχρωμο (π.χ. ανοιχτό γκρι, μπεζ, κίτρινο, ροζ ή γαλάζιο)	0,60	0,40
Επίχρισμα μέτριας απόχρωσης (π.χ. γκρι, μπεζ, σκούρη ώχρα, σομόν)	0,40	0,60
Επίχρισμα σκουρόχρωμο (π.χ. σκούρο λαδί, καφέ, γκρι)	0,20	0,80
Εμφανής οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,20	0,80
Εμφανής ανοιχτόχρωμη οπτοπλινθοδομή ή λιθοδομή	0,40	0,60
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. φύλλα αλουμινίου)	0,80	0,20
Αδιαφανές τμήμα γυάλινης πρόσοψης (π.χ. πάνελ με επικάλυψη γυαλιού)	0,40	0,60
Οριζόντια δομικά στοιχεία (οροφές)		
Κόκκινο κεραμίδι	0,40	0,60
Πολύ σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (ασφαλτόπανα)	0,10	0,90
Σκούρες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με σχιστολιθικές πλάκες, ασφαλτικά κεραμίδια)	0,20	0,80
Ανοιχτόχρωμες επιστρώσεις στεγών ή δωμάτων (π.χ. επικάλυψη με πλάκες πεζοδρομίου, ασφαλτόπανα με χαλαζιακή ψηφίδα)	0,35	0,65
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες (π.χ. ανακλαστικές μεμβράνες)	0,80	0,20
Γαρμπίλι	0,70	0,30

- **ε, Συντελεστής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας**. Καθορίζεται ο συντελεστής εκπομπής για την θερμική ακτινοβολία στην εξωτερική πλευρά της επιφάνειας του δομικού στοιχείου σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.6. Συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία.* Πίνακας 3.15.-*Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας)*. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με την *εκπεμπτικότητα* του δομικού στοιχείου τότε καταγράφεται η συγκεκριμένη τιμή.

Πίνακας 3.15. *Τιμές του συντελεστή εκπομπής (εκπεμπτικότητα) θερμικής ακτινοβολίας.*

Περιγραφή επιφάνειας	Συντελεστής εκπομπής
Σύνηθες δομικό υλικό	0,80
Γυαλί	0,90
Στιλπνές μεταλλικές επιφάνειες	0,20
Γαρμπίλι	0,30

- **F_hor_h, Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας- χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα Fhor.* Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα Fhor).* Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Στο υπό εξέταση κτίριο οι γωνίες σκίασης ανά προσανατολισμό είναι: στην ανατολή 70^0 , στο βορρά 25^0 , στο νότο και στη δύση 45^0 και στη στέγη 35^0 στο νότο.
- **F_hor_c, Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας - καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα Fhor.* Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα Fhor).* Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Στο υπό εξέταση κτίριο οι γωνίες σκίασης ανά προσανατολισμό είναι: στην ανατολή 70^0 , στο βορρά 25^0 , στο νότο και στη δύση 45^0 και στη στέγη 35^0 στο νότο.
- **F_ov_h, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες - χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.3.* Συντελεστής σκίασης από προβόλους Fov. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους Fov*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_ov_c, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.3.* Συντελεστής σκίασης από προβόλους Fov. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους Fov*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες και μόνιμες εξωτερικές περσίδες, ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας, §3.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων,* Πίνακας 3.21 - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες Fsh*) και εισάγεται στη θέση του F_o_c.

- **F_fin_h, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.4. Συντελεστής*

σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

- **F_fin_c, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin*. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

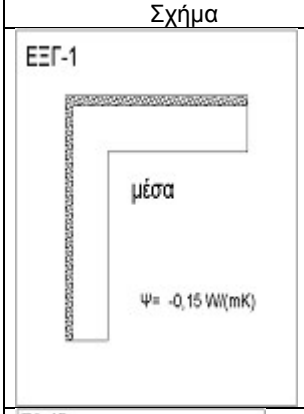
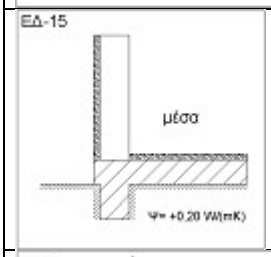
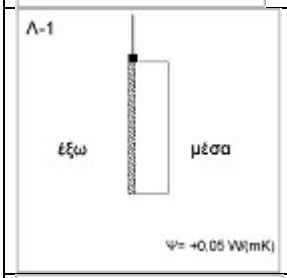
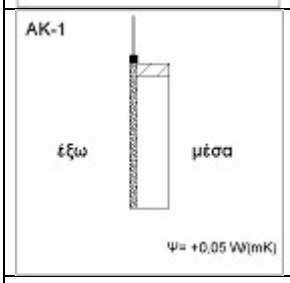
Για όλους τους συντελεστές σκίασης των αδιαφανών επιφανειών ανά όψη (με ίδιο προσανατολισμό), κατά παραδοχή, είναι δυνατός ο υπολογισμός μιας ενιαίας τιμής, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Σε περίπτωση που το έτος έκδοσης της οικοδομικής άδειας του κτιρίου / τμήματος κτιρίου είναι μετά το 2010, ή εάν υπάρχουν περισσότερα από ένα έτη έκδοσης όλα είναι μετά το 2010, τότε εμφανίζεται ένας επιπλέον πίνακας - γραμμή, στον οποίο εισάγονται συγκεντρωτικά τα δεδομένα για τις θερμογέφυρες των αντίστοιχων δομικών στοιχείων.

Συμπληρώνουμε τις παρακάτω στήλες ως εξής:

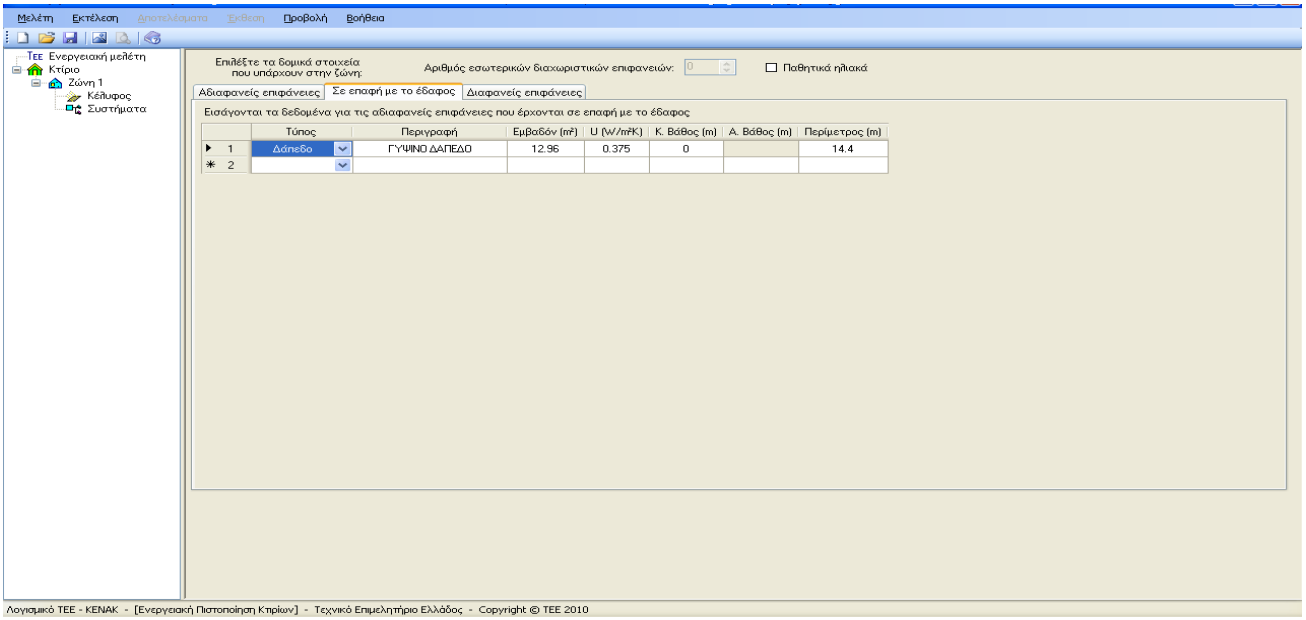
- **Θερμογέφυρες**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του τύπου της θερμογέφυρας.
- **ΣΨΙ (W/K), Συνολικές απώλειες λόγω θερμογεφυρών**. Εισάγονται οι συνολικές απώλειες λόγω θερμογεφυρών, οι οποίες προκύπτουν από το άθροισμα των επιμέρους γινομένων του μήκους (m) με τον συντελεστή γραμμικής θερμοπερατότητας (W/m·K) για όλες τις θερμογέφυρες.

Οι θερμογέφυρες του κτιρίου που εξετάζουμε είναι οι παρακάτω (ΤΟΤΕΕ 2010α):

Σχήμα	κατηγορία	Ψ [W/(mK)]	l [m]	Σ(bxlxΨ) [W/K]
	ΕΞΓ - 1	-0.15	24.06	-3.6
	ΕΔ - 15	0.20	14.4	2.9
	Λ - 1	0.05	16.02	0.8
	ΑΚ - 1	0.05	9.28	0.5
			63.76	0.536

Στην επόμενη μάσκα δεδομένων (Εικόνα 6.6) εισάγονται οι επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος.

Εικόνα 6.6: Δεδομένα επιφανειών σε επαφή με το έδαφος



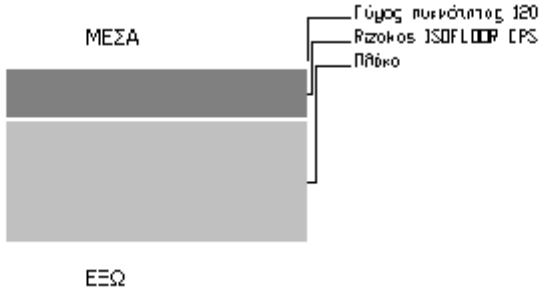
Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Τοίχος, Δάπεδο.
- **Περιγραφή**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή.

- **Εμβαδόν (m2)**. Εισάγεται το καθαρό εμβαδόν της αδιαφανούς επιφάνειας (δεν περιλαμβάνονται τα ανοίγματα), λαμβάνοντας υπόψη τις εξωτερικές διαστάσεις.
- **U (W/m2K), Συντελεστής θερμοπερατότητας**. Εισάγεται ο <u>ονομαστικός</u> συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου. Για τα νέα κτίρια υπολογίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010β (*§2.1.6. Δομικό στοιχείο σε επαφή με το έδαφος*). Για τα νέα κτίρια μετά την ισχύ του ΚΕΝΑΚ, ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων για τις διαφορετικές κλιματικές ζώνες πρέπει να πληροί τις απαιτήσεις της ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2. Θερμικά Χαρακτηριστικά Δομικών Στοιχείων Κτηρίου.* Πίνακας 3.3α - *Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες στην Ελλάδα*). Για κτίρια που δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία χρησιμοποιούνται εναλλακτικά οι τυπικές κατασκευές δομικών στοιχείων ανά χρονική περίοδο κατασκευής, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.2.* Συντελεστής θερμοπερατότητας αδιαφανών δομικών στοιχείων. Πίνακας 3.4β. - *Τυπικές τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας για υφιστάμενα οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία που συναντώνται σε κτήρια η οικοδομική άδεια των οποίων εκδόθηκε πριν από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979)).*

Οι επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος του υπό εξέταση κτιρίου είναι:

Δάπεδο

	ΖΩΝΗ Β
Διατομή 	

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ (R_Λ)

α/α	**Στρώσεις δομικού στοιχείου**	**Πυκνότητα ρ**	**Πάχος στρ. d**	**Συντ. θέρμ. αγωγιμ. λ**	**Θερμ. αντίστ. d/λ**
		kg/m³	**m**	**W/(mK)**	**(m²K)/W**
1	Γύψος πυκνότητας 1200 kg/m3	1200	0.020	0.430	0.047
2	Rizakos ISOFLOOR EPS 200	30	0.080	0.034	2.353
3	Πλάκα	2400	0.200	2.035	0.098
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
			Σd=0.300		**R_Λ=2.498**

3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ	**R_i (εσωτερ.)**	**R_a (εξωτερ.)**
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)	0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος	0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)	0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο	0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)	0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο (κατερχόμενη ροη)	0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος	0.170	0.000

1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτερικά)	**R_i**	**(m²K)/W**	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	**R**	**(m²K)/W**	2.498
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτερικά)	**R_a**	**(m²K)/W**	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	**$R_{ολ}$**	**(m²K)/W**	2.668

Συντελεστής θερμοπερατότητας	**U**	**W/(m²K)**	0.375
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής θερμοπερατότητας	**U_{max}**	**W/(m²K)**	0.45

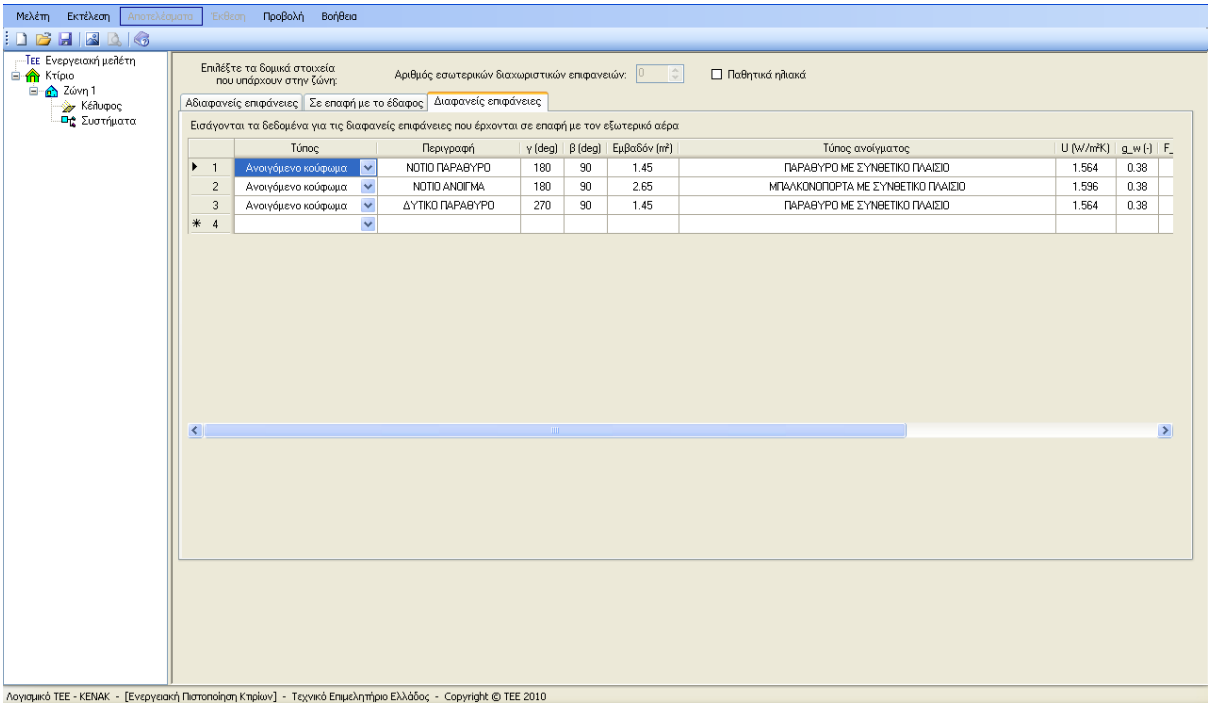
Πρέπει U<=U_{max} <u>ΙΣΧΥΕΙ</u>
Επίσης συμπληρώνουμε:

- **Κ. Βάθος (m)**. Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος του κάτω τμήματος του δομικού στοιχείου. Για δάπεδα σε επαφή με το έδαφος, το βάθος λαμβάνεται 0, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.2.2.*Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος).
- **Α. Βάθος (m)**. Εισάγεται το βάθος έδρασης (απόλυτη τιμή) μέσα στο έδαφος από το οποίο ξεκινάει το κατακόρυφο δομικό στοιχείο (τοίχος), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.2.2.*Αδιαφανή δομικά στοιχεία σε επαφή με το έδαφος). Για δάπεδα το πεδίο είναι ανενεργό.
- **Περίμετρος (m)**. Εισάγεται η εκτεθειμένη περίμετρος του δαπέδου. Σε περίπτωση τοίχου το πεδίο είναι ανενεργό.

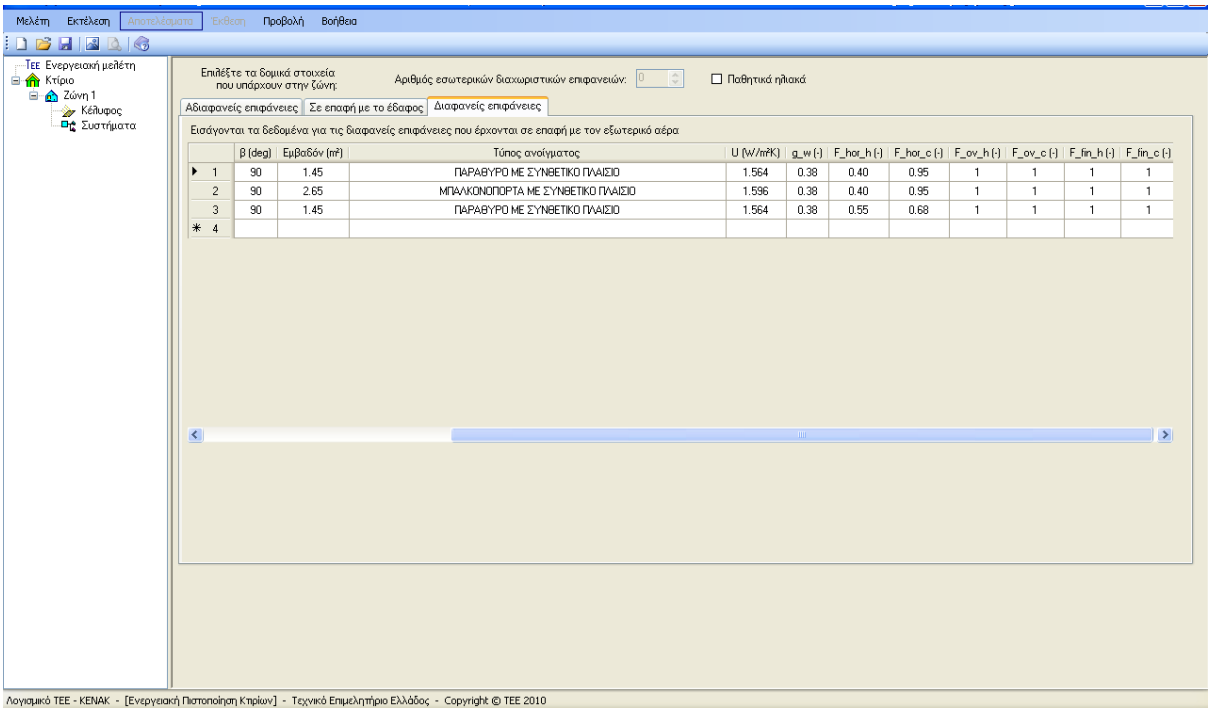
6.6.2 Διαφανείς επιφάνειες

Στις επόμενες μάσκες (Εικόνα 6.7α, 6.7β) δεδομένων εισάγονται οι διαφανείς επιφάνειες.

Εικόνα 6.7α: Δεδομένα διαφανών επιφανειών του κελύφους του κτιρίου



Εικόνα 6.7β: Δεδομένα διαφανών επιφανειών του κελύφους του κτιρίου



Η συγκεκριμένη μάσκα περιλαμβάνει δεδομένα για τις διαφανείς επιφάνειες του κελύφους της συγκεκριμένης ζώνης που βρίσκονται σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον.

Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Άμεσου Ηλιακού Κέρδους» σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α καταγράφονται ΜΟΝΟ στα Παθητικά Ηλιακά Συστήματα (ενότητα 6.2.4) (ΤΟΤΕΕ 2010δ).

Διαφανείς επιφάνειες που χαρακτηρίζονται «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» και περιλαμβάνουν, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής, ή τοίχο Trombe, δεν λαμβάνονται καθόλου υπόψη. Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς.

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.12.2 (Πίνακας 9.2 – Διαφανείς Επιφάνειες).

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος του δομικού στοιχείου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Ανοιγόμενο κούφωμα, Μη ανοιγόμενο κούφωμα. Ανοιγόμενη πρόσοψη, Μη ανοιγόμενη πρόσοψη.
- **Περιγραφή**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή.
- **γ (deg), Προσανατολισμός**. Εισάγεται ο προσανατολισμός του δομικού στοιχείου. Σύμφωνα με την σύμβαση, επιφάνεια με προσανατολισμό προς Βορά η τιμή είναι 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°.
- **β (deg), Κλίση**. Εισάγεται η κλίση του δομικού στοιχείου, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής). Ένας κατακόρυφο άνοιγμα έχει κλίση 90° και ένας φεγγίτης σε μια επίπεδη οροφή 0°.

- **Εμβαδόν (m2)**. Εισάγεται το συνολικό εμβαδόν της διαφανούς επιφάνειας συμπεριλαμβανομένου και του πλαισίου.
- **Τύπος ανοίγματος**. Καθορίζεται ο τύπος του ανοίγματος, ανάλογα με τον τύπο πλαισίου, το ποσοστό του πλαισίου επί του κουφώματος και το υλικό του υαλοπίνακα.

- **U (W/m2K), Συντελεστής θερμοπερατότητας ανοίγματος**. Εμφανίζεται ο συνολικός συντελεστής θερμοπερατότητας του κουφώματος (για τον υαλοπίνακα μαζί με το πλαίσιο), ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.3. Συντελεστής θερμοπερατότητας διαφανών επιφανειών.* Πίνακας 3.12. - *Τυπικές τιμές συντελεστή θερμοπερατότητας κουφωμάτων Uv_F (W/m2K))*. Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «Συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος» τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή θερμοπερατότητας.

Οι διαφανείς επιφάνειες του υπό εξέταση κτιρίου είναι:

Τύπος πλαισίου: Συνθετικό
Uf πλαισίου: 0.91 W/m^{2}K

Τύπος υαλοπίνακα: Διπλό διακένου 12mm (Συνθετικό ισ.πλ. 12.5cm)
Ug υαλοπίνακα: 1.7 W/m^{2}K
g υαλοπίνακα σε κάθ. προσπτ.: 0.75
g υαλοπίνακα: 0.68

γραμμική θερμοπερατότητα συναρμογής υάλοπ. και πλαισίου Ψg: 0.06 W/mK
μέσο πλάτος πλαισίου: 0.125 m

Τύπος κουφώματος	Πλάτος ανοίγματος [m]	Ύψος ανοίγματος [m]	Αριθμός φύλλων	Εμβαδό κουφώματος [m^2]
A1	1.203	1.203	1	1.45
A2	1.203	2.20	1	2.65

Τύπος κουφώματος	Εμβαδό πλαισίου [m^2]	Εμβαδό υαλοπίνακα [m^2]	Ποσοστό πλαισίου	Μήκος L_g [m]	U κουφώματος [W/(m^{2}K)]	g_w κουφώματος
A1	0.54	0.91	37%	3.812	1.564	0.38
A2	0.79	1.86	30%	5.806	1.596	0.38

- **g-w, Διαπερατότητα.** Εμφανίζεται ο συντελεστής συνολικής διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία της διαφανούς επιφάνειας, ανάλογα με τον «τύπο ανοίγματος» σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.3. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων.* Πίνακας 3.17. - *Τυπικές τιμές της συνολικής διαπερατότητας ηλιακής ακτινοβολίας κουφωμάτων*). Σε περίπτωση που υπάρχει πιστοποιητικό από αναγνωρισμένο φορέα σχετικά με τον «Συντελεστή θερμοπερατότητας ανοίγματος» τότε εισάγεται η συγκεκριμένη τιμή για τον συντελεστή διαπερατότητας.

Τα αδιαφανή τμήματα που αποτελούνται από πετάσματα και δεν έχουν επιπλέον θερμομόνωση, λαμβάνονται σαν «Μη ανοιγόμενη πρόσοψη με συντελεστή διαπερατότητας ίση με το μηδέν, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.2.3. Συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους υαλοπινάκων και κουφωμάτων)*.

- **F_hor_h, Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας- χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή περίοδο, λαμβάνοντας

υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα Fhor.* Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα Fhor).* Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Στο υπό εξέταση κτίριο οι γωνίες σκίασης ανά προσανατολισμό είναι: στο νότο και στη δύση 45^0.

- **F_hor_c, Συντελεστής σκίασης – Ορίζοντας- καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την θερινή περίοδο, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.2. Συντελεστής σκίασης ορίζοντα Fhor.* Πίνακας 3.18. - *Συντελεστής σκίασης από ορίζοντα Fhor).* Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Στο υπό εξέταση κτίριο οι γωνίες σκίασης ανά προσανατολισμό είναι: στο νότο και στη δύση 45^0.
- **F_ov_h, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.3.* Συντελεστής σκίασης από προβόλους Fov. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους Fov*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_ov_c, Συντελεστής σκίασης – Πρόβολοι / Τέντες / Περσίδες- καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.3.* Συντελεστής σκίασης από προβόλους Fov. Πίνακας 3.19. - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιους προβόλους Fov*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει οριζόντια προεξοχή ο συντελεστής ισούται με την μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Σε περίπτωση εξωτερικού σκιάστρου, για παράδειγμα τέντες και μόνιμες εξωτερικές περσίδες, ο συντελεστής σκίασης κατά την θερινή περίοδο, προσδιορίζεται σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.5. Συντελεστής σκίασης λόγω τέντας, §3.3.6. Συντελεστής σκίασης λόγω εξωτερικών περσίδων,* Πίνακας 3.21 - *Συντελεστής σκίασης από οριζόντιες περσίδες Fsh*)και εισάγεται στη θέση του F_ov_c.

- **F_fin_h, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- χειμώνας**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin*. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).
- **F_fin_c, Συντελεστής σκίασης – Πλευρικές προεξοχές- καλοκαίρι**. Εισάγεται ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πτερύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την θερινή περίοδο, σύμφωνα με τις τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§3.3.4. Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin*. Πίνακας 3.20.α. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την αριστερή πλευρά*, Πίνακας 3.20.β. - *Συντελεστής σκίασης από πλευρικές προεξοχές Ffin από την δεξιά πλευρά*) βάσει του προσανατολισμού και της γεωμετρίας του σκιάστρου. Σε περίπτωση που δεν υπάρχει

πλευρική προεξοχή ο συντελεστής ισούται με μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.12.2 (Πίνακας 9.2 – Διαφανείς Επιφάνειες).

6.6.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, περιλαμβάνουν συστήματα:

- Άμεσου ηλιακού κέρδους. Ο εσωτερικός χώρος θερμαίνεται άμεσα από την ηλιακή ακτινοβολία που εισέρχεται από τα νότια μεγάλα υαλοστάσια ή ανοίγματα. Ως παθητικό ηλιακό σύστημα άμεσου ηλιακού κέρδους, νοούνται τα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού ή με απόκλιση ±30ο από το νότο, τα οποία κατασκευάζονται σε συνδυασμό με ειδικές εσωτερικές επιφάνειες μεγάλης θερμοχωρητικότητας, ώστε να αποθηκεύεται η θερμική ενέργεια.
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος θερμικής μάζας Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας (χωρίς θερμοσιφωνική ροή, χωρίς θυρίδες αερισμού) συμπαγούς κατασκευής.
- Έμμεσου ηλιακού κέρδους - Τοίχος Trombe. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας γίνεται με έμμεσο τρόπο, μέσω αποθηκευτικού συστήματος, για παράδειγμα, νότια υαλοστάσια σε μικρή απόσταση από τοίχο θερμικής μάζας με θυρίδες αερισμού μέσω θερμοσιφωνικής ροής.

Τα στοιχεία «Έμμεσου Ηλιακού Κέρδους» δεν λαμβάνονται, προς το παρόν, υπόψη στους υπολογισμούς.

Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχουν παθητικά ηλιακά συστήματα, ο χρήστης επιλέγει το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου (1) στο πάνω τμήμα της οθόνης και εμφανίζεται μια υπο-οθόνη για τα αντίστοιχα συστήματα.

Προς το παρόν, η μόνη ενεργή υπο-οθόνη είναι για τα συστήματα «Άμεσου ηλιακού κέρδους».

6.7 Συστήματα Θέρμανσης / Ψύξης / Κλιματισμού / Ύγρανσης / ΖΝΧ / Φωτισμού /ΑΠΕ

Στην ενότητα αυτή εισάγονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συστημάτων θέρμανσης / ψύξης / ΖΝΧ / κλιματισμού / φωτισμού / ύγρανσης και Ηλιακών συλλεκτών που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

Η εισαγωγή των στοιχείων για τα συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε κάθε θερμική ζώνη ολοκληρώνεται σε 7 στάδια. Κάθε στάδιο αντιστοιχεί σε μια υπο-οθόνη:

- Θέρμανση
- Ψύξη
- Ύγρανση
- ΚΚΜ
- ΖΝΧ
- Ηλιακός συλλέκτης
- Φωτισμός

Για όλες τις χρήσεις κτιρίων οι υπο-οθόνες των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και ΖΝΧ είναι ενεργές. Για τα υπόλοιπα συστήματα, ο χρήστης επιλέγει το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου (1-4) στο πάνω τμήμα της οθόνης και εμφανίζεται μια υπο-οθόνη για το αντίστοιχο σύστημα.

Τα απαιτούμενα στοιχεία παραγωγής, διανομής, εκπομπής και βοηθητικών μονάδων, συμπληρώνονται για κάθε θερμική ζώνη του κτιρίου ή τμήματος κτιρίου.

Στο λογισμικό, ο χρήστης μπορεί να ορίσει για κάθε θερμική ζώνη:
Ένα σύστημα θέρμανσης,
Ένα σύστημα ψύξης,
Ένα σύστημα ΖΝΧ,
Καμία ή περισσότερες ΚΚΜ (τουλάχιστον μια για κτίρια του τριτογενή τομέα),
Ένα σύστημα φωτισμού (για κτίρια του τριτογενή τομέα),
Μέχρι ένα σύστημα ύγρανσης,
Μέχρι μία εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για ΖΝΧ ή/και θέρμανση χώρων).

Το σύστημα θέρμανσης/ψύξης/ύγρανσης/ΖΝΧ περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης. Για κάθε σύστημα ο χρήστης πρέπει να ορίσει:

- Ένα ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας)

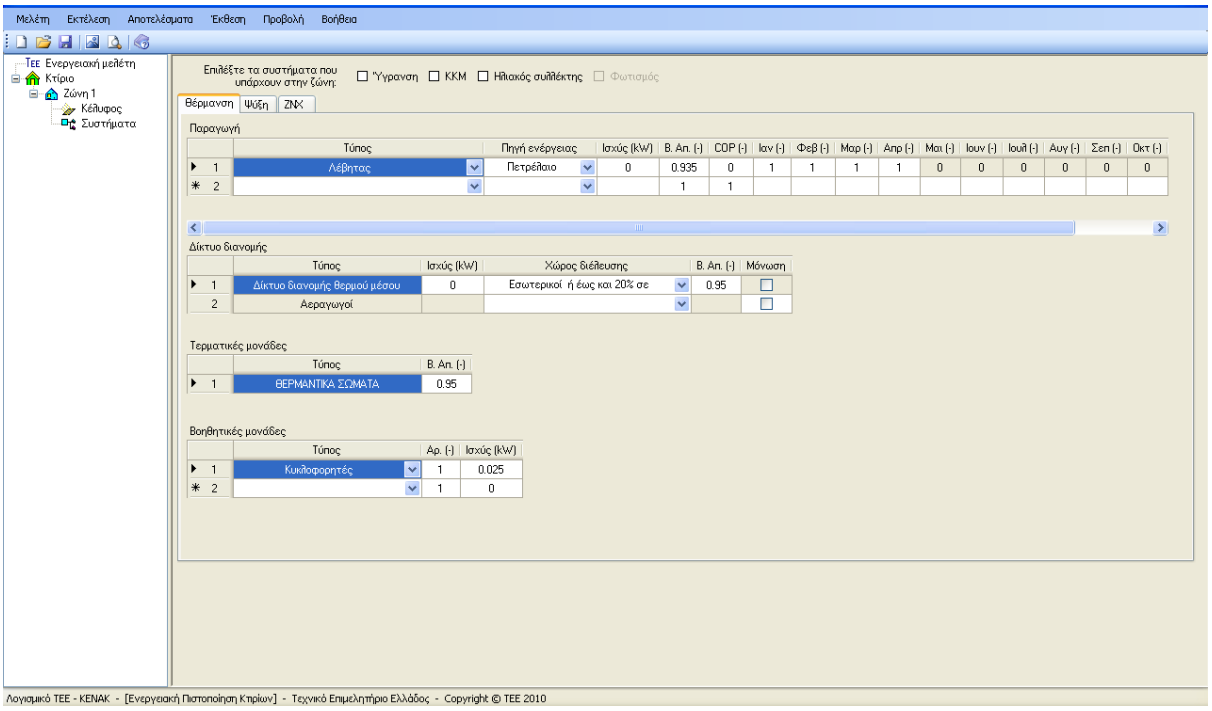
- Ένα σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα), εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα εκπομπής.
- Ένα ή περισσότερα βοηθητικά συστήματα (π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.).

Για κάθε εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, ορίζουμε όλους τους ηλιακούς συλλέκτες που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

6.7.1 Σύστημα θέρμανσης

Στην επόμενη μάσκα (Εικόνα 6.8) δεδομένων εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης του υπό εξέταση κτιρίου.

Εικόνα 6.8: Δεδομένα συστήματος θέρμανσης του κτιρίου



Το σύστημα θέρμανσης αποτελείται από

1. Την παραγωγή
2. Το δίκτυο διανομής
3. Τις τερματικές μονάδες και
4. Τις βοηθητικές μονάδες

Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα θέρμανσης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα θέρμανσης με λέβητα πετρελαίου (βαθμού απόδοσης 0.935), με δίκτυο διανομής θερμού μέσου (βαθμού απόδοσης 0.95), τερματικά (βαθμού απόδοσης 0.95) και βοηθητικές μονάδες (ειδικής ισχύος 0,1 W/m^2 για κατοικίες και 5 W/m^2 για τριτογενή τομέα), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α. Αν το προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου θερμαίνεται μερικώς, τότε ο ενεργειακός

επιθεωρητής πρέπει να ορίσει το ίδιο σύστημα θέρμανσης και με την ίδια απόδοση, για το υπόλοιπο κτίριο ή την υπόλοιπη θερμική ζώνη σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Λέβητας, Κεντρική υδρόψυκτη Α.Θ., Κεντρική αερόψυκτη Α.Θ., Τοπική αερόψυκτη Α.Θ., Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Τοπικές ηλεκτρικές μονάδες (ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, θερμοπομποί, κ.α.), Τοπικές μονάδες αερίου (σόμπες υγραερίου), Ανοικτές εστίες καύσης, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- **Πηγή ενέργειας**. Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ, ΣΗΘ.

Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει ΣΗΘ, τότε θα πρέπει σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος, να εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η ονομαστική θερμική ισχύς της κάθε μονάδας παραγωγής (kW) που καλύπτει το κτίριο ή την θερμική ζώνη. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε στο πεδίο της ισχύος **πρέπει** να εισαχθεί το **μηδέν (0).**

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης της μονάδας παραγωγής του κτιρίου αναφοράς, στην περίπτωση που πρόκειται για λέβητα.

- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.1.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας*). Για την απόδοση της μονάδας λέβητα-καυστήρα, χρησιμοποιείται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.1.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα – καυστήρα*. Πίνακας 4.3. - *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης ng1 μονάδας λέβητα – καυστήρα*, Πίνακας 4.4. - Συντελεστής *μόνωσης ng2 μονάδας λέβητα – καυστήρα*).

Πίνακας 4.2. *Ελάχιστη θερμική απόδοση λέβητα-καυστήρα σύμφωνα με το Π.Δ. 335/1993 Φ.Ε.Κ. 143*

Τύπος λέβητα	**Απαίτηση απόδοσης [%] σε ονομαστική ισχύ P_n (πλήρες φορτίο) και σε μέση θερμοκρασία του νερού του λέβητα 70°C**
Συνήθεις λέβητες	$\geq 84 + 2 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες χαμηλής θερμοκρασίας ή συμπύκνωσης υγρών καυσίμων	$\geq 87{,}5 + 1{,}5 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)
Λέβητες συμπύκνωσης αερίων καυσίμων	$\geq 91 + 1 \cdot \log P_n$ (για P_n από 4 έως 400 kW)

Πίνακας 4.3. Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης n_{g1} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Σχέση πραγματικής προς υπολογιζόμενη ισχύ μονάδας θέρμανσης (P_m / P_{gen})	Συντελεστής βαρύτητας n_{g1}
Λέβητας με διπλάσια ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	0,75
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 η μικρότερη ισχύ από τη μέγιστη υπολογιζόμενη	1,00

Πίνακας 4.4. Συντελεστής μόνωσης n_{g2} μονάδας λέβητα - καυστήρα.

Ονομαστική ισχύς (kW)	20 - 100	100 - 200	200 - 300	300 - 400	≥ 400
Λέβητας με μόνωση Σε καλή κατάσταση μόνωσης	1,0				
Λέβητας γυμνός ή με κατεστραμμένη μόνωση	0,936	0,949	0,948	0,951	0,952

- **COP, συντελεστής επίδοσης**. Εισάγεται ο συντελεστής επίδοσης σε περίπτωση που γίνεται χρήση μονάδας αντλίας θερμότητας (ανάλογα με τον τύπο), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.1.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής θερμότητας*). (μόνο για τις αντλίες θερμότητας)

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση λέβητα εισάγεται ο βαθμός απόδοσης και το COP εισάγεται σαν μονάδα (1), ενώ σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το COP και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1).

- **Ιαν - Δεκ**. Εισάγεται το μέσο μηνιαίο ποσοστό κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για την θέρμανση της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης. Το 1 σημαίνει 100% και το 0 σημαίνει μηδενική κάλυψη.

Ανάλογα με την χρήση της θερμικής ζώνης, οι μήνες που το σύστημα θέρμανσης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει. Για κάθε χρήση θερμικής ζώνης κτιρίου και ανάλογα την κλιματική ζώνη έχουν καθοριστεί συγκεκριμένοι μήνες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, τις οποίες ενεργοποιεί αυτόματα το λογισμικό.

Για όλους τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης πρέπει να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής θερμικής ενέργειας, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος (€)**. Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής θερμότητας του συστήματος θέρμανσης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.1 (Πίνακας 12.1 – Μονάδες Παραγωγής).

6.7.1.1 Δίκτυο διανομής

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δικτύων διανομής: δίκτυο διανομής θερμού μέσου (σωληνώσεις) και αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης. Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής θερμού μέσου στη ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές ή την ίδια μονάδα παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοσή του λαμβάνεται ανάλογα με τη θερμική ισχύ που μεταφέρει.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η συνολική θερμική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης (δηλαδή η εγκατεστημένη ισχύς επί τον βαθμό απόδοσης του συστήματος παραγωγής). Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (π.χ. τοπικές αντλίες θερμότητας), τότε το πεδίο της ισχύος **πρέπει να μένει κενό**. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε η τιμή ισχύος που εισάγεται **πρέπει να είναι μηδέν (0).**

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται ΜΟΝΟ στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής του κτιρίου αναφοράς.

- **Χώρος διέλευσης**. Καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Διέλευση σωληνώσεων ή αεραγωγών σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση πάνω από 20% σε εξωτερικούς χώρους. Εάν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτίριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής θερμού μέσου. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.3.4*. Απώλειες δικτύων διανομής. Πίνακας 4.11. - *Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο*). Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων (π.χ. αντλιών θερμότητας) οι απώλειες λαμβάνονται μηδενικές και ο βαθμός απόδοσης μονάδα (1).

Πίνακας 4.11. Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την 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[1] κτηρίου αναφοράς	Μόνωση[2] ίση με την ακτίνα σωλ.	Ανεπαρκής μόνωση[3]	Χωρίς μόνωση	Μόνωση κτηρίου αναφοράς	Με μόνωση ίση με την ακτίνα σωλ.
[kW]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Θέρμανση με υψηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (90 - 70°C)						
20 - 100	5,5	4,5	11,0	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
Θέρμανση με χαμηλές θερμοκρασίες θερμικού μέσου (50 - 35°C)						
20 - 100	-	3,0	8,0	9,0	4,5	3,7
100 -2 00	-	2,2	7,2	8,3	4,0	3,1
200 - 300	-	1,8	6,0	6,2	3,3	2,5
300 - 400	-	1,2	4,5	5,0	2,2	1,2
> 400	-	0,8	3,3	4,0	1,7	1,0
Ψύξη με θερμοκρασίες ψυκτικού μέσου (7 - 12°C)						
20 - 100	2,0	1,5	3,0	4,5	2,5	2,0
100 - 200	1,8	1,4	2,8	3,6	2,3	1,9
200 - 300	1,5	1,1	2,2	3,0	2,0	1,6
300 - 400	1,2	0,7	1,8	2,4	1,5	1,2
> 400	0,7	0,4	1,1	2,0	1,0	0,8

[1] Για μόνωση σωλήνων σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.
[2] Για μόνωση σωλήνων με πάχος ίσο με την ακτίνα του σωλήνα.
[3] Ανεπαρκής μόνωση του δικτύου ή κλάδου (τμήματος) αυτού λόγω φθορών. Συνδέσεις και βάνες χωρίς μόνωση.

- **Μόνωση**. Ένδειξη ύπαρξης θερμομόνωσης για τους αεραγωγούς, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) θερμού μέσου. Ανάλογα την επιλογή «μόνωση» ή μη, διαμορφώνεται και η τελική απόδοση του συνολικού δικτύου διανομής.

*Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.5 (Πίνακας 12.5 – Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας)***.**

6.7.1.2 Τερματικές μονάδες

Η απόδοση θερμότητας στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (ΤΜ). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils), ή έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο).

Σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπων τερματικών μονάδων, εισάγεται μια σύντομη περιγραφή και σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται μια μέση τιμή, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των τερματικών μονάδων της ζώνης.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων (από 0 έως 1), λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την

αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.4.2. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας).*

Στην απόδοση της τερματικής μονάδας, λαμβάνονται υπόψη η απόδοση εκπομπής της τερματικής μονάδας διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας, διακοπτόμενης λειτουργίας και υδραυλικής ισορροπίας, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.4.2. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας).*

Εικόνα 6.9: Υπολογισμός βαθμού απόδοσης τερματικών μονάδων (ΤΟΤΕΕ 2010α)

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}} \qquad [4.7.]$$

όπου: f_{rad} ο παράγοντας για την αποτελεσματικότητα της ακτινοβολίας των τερματικών μονάδων και εξαρτάται από το ύψος των χώρων που θερμαίνονται. Ισχύει μόνο για τις τερματικές μονάδες ακτινοβολίας, ενώ για τα υπόλοιπα συστήματα ισούται με μονάδα, σύμφωνα με τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης σε χώρους	f_{rad}
με ύψος μικρότερο από 4 m	1,00
με ύψος από 4 έως 6 m	0,95
με ύψος από 6 έως 10 m	0,90
με ύψος μεγαλύτερο από 10 m	0,85
με ανακυκλοφορία αέρα για μεγάλα ύψη	1,00

f_{im} ο παράγοντας της διακοπτόμενης λειτουργίας με την έννοια της μείωσης (ρύθμισης) της θερμοκρασίας ανά χώρο του κτηρίου, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες θέρμανσης με:	f_{im}
συνεχή λειτουργία	1,00
διακοπτόμενη λειτουργία	0,97

f_{hydr} ο παράγοντας για την υδραυλική ισορροπία του δικτύου των τερματικών μονάδων, που παίρνει τιμές από τον ακόλουθο πίνακα:

Για τερματικές μονάδες με:	f_{hydr}
υδραυλικά εξισορροπημένο σύστημα	1,00
συστήματα εκτός ισορροπίας	1,03

Πίνακας 6.6: Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης (ΤΟΤΕΕ 2010α)

Απόδοση εκπομπής η_{em} τερματικών μονάδων θέρμανσης			
Τύπος τερματικής μονάδας	**Θερμοκρασία μέσου Τ [^oC]**		
	90 - 70	**70 - 50**	**50 - 35**
Άμεσης απόδοσης σε εσωτερικό τοίχο	0,85	0,89	0,91
Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο	0,89	0,93	0,95
Ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,90
Ενδοτοίχιο σύστημα θέρμανσης	–	–	0,87
Σύστημα θέρμανσης οροφής	–	–	0,85

Σε περίπτωση που υπάρχουν μόνο Κεντρικές Κλιματιστικές Μονάδες τότε στον τύπο των τερματικών εισάγεται η περιγραφή «Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ)» και σαν βαθμός απόδοσης **πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0)**. Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τις ίδιες τερματικές μονάδες με το υπό επιθεώρηση κτίριο ή θερμική ζώνη. Οι τερματικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς είναι πάντοτε σε άριστη κατάσταση, δηλαδή χωρίς φθορές.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος (€)**. Καταγράφεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις ΤΜ του συστήματος θέρμανσης / και ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδων, εγκατάσταση αυτοματισμών, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.2 (Πίνακας 12.2 – Τερματικές Μονάδες).

6.7.1.3 Βοηθητικές Μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης θέρμανσης.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάνα, Ανεμιστήρας.
- **Αριθμός**. Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα θέρμανσης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων **πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0)**.

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει περισσότερες από μία ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία για τα βοηθητικά συστήματα, τότε επιλέγεται ένας τύπος, εισάγεται σαν αριθμός η μονάδα και σαν ισχύς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

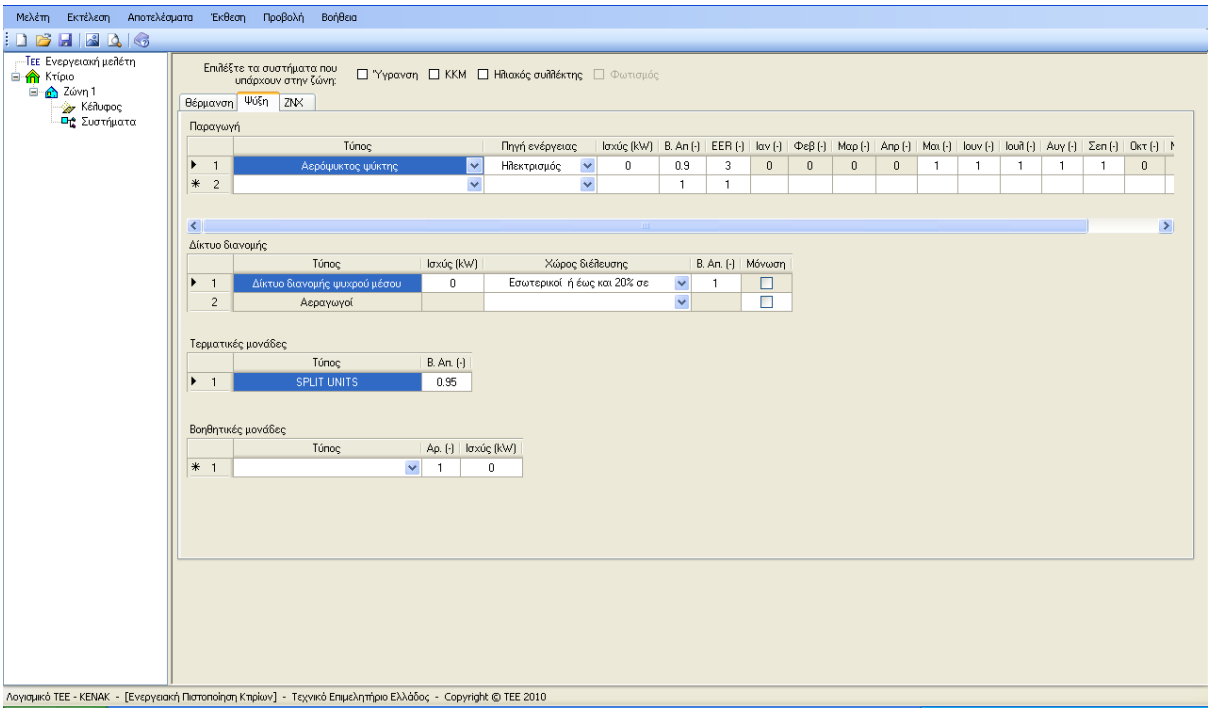
Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια βοηθητικά συστήματα με το υπό επιθεώρηση κτίριο ή θερμική ζώνη. Δηλαδή ίδια επιμέρους ισχύ και χρόνο λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων.

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.5 (Πίνακας 12.5 – Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας).

6.7.2 Σύστημα ψύξης

Στην επόμενη μάσκα δεδομένων (Εικόνα 6.10) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος ψύξης του υπό εξέταση κτιρίου, το οποίο θεωρούμε ότι δεν έχει σύστημα ψύξης.

Εικόνα 6.10: Δεδομένα συστήματος ψύξης του κτιρίου



Το σύστημα ψύξης αποτελείται από

- Την παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής
- Τις τερματικές μονάδες και
- Τις βοηθητικές μονάδες

Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας 3 για κατοικίες και 2.8 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας ίσο με 0.5), με δίκτυο διανομής (απόδοσης 100% για κατοικίες και 95% για τριτογενή τομέα), τερματικά (απόδοσης 95%) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 5 W/m2 για κατοικίες και 10 W/m2 για τριτογενή τομέα), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Αν το προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου ψύχεται μερικώς, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει και για το υπόλοιπο κτίριο ή θερμική ζώνη, ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης με αντλίες θερμότητας (ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας 3 για κατοικίες και 2.8 για τριτογενή τομέα και μέσο μηνιαίο βαθμό κάλυψης της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας ίσο με 0.5), με δίκτυο διανομής (απόδοσης 100% για κατοικίες και 95% για τριτογενή τομέα), τερματικά (απόδοσης 95%) και βοηθητικές μονάδες (ισχύος 5 W/m2 για κατοικίες και 10 W/m2 για τριτογενή τομέα), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής ψυκτικής ενέργειας. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αερόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτος ψύκτης, Υδρόψυκτη Α.Θ, Αερόψυκτη Α.Θ, Γεωθερμική Α.Θ. με οριζόντιο εναλλάκτη, Γεωθερμική Α.Θ. με κατακόρυφο εναλλάκτη, Α.Θ. απορρόφησης – προσρόφησης, Κεντρική Α.Θ. άλλου τύπου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου.
- **Πηγή ενέργειας**. Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ, ΣΗΘ.

Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει ΣΗΘ, τότε θα πρέπει σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος, να εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η ονομαστική ψυκτική ισχύς της κάθε μονάδας παραγωγής (kW) που καλύπτει το κτίριο ή την θερμική ζώνη. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε στο πεδίο της ισχύος **πρέπει** να εισαχθεί **μηδέν (0)**.

Θεωρούμε ότι η ονομαστική ψυκτική ισχύς είναι ίδια με τη θερμαντική ισχύ.

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου.

- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.2.2. Απόδοση μονάδας ψύξης).*
- **EER, ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας**. Εισάγεται ο ονομαστικός δείκτης αποδοτικότητας της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.2.2. Απόδοση μονάδας ψύξης)*

Στο λογισμικό απαιτείται η εισαγωγή και των δυο παραμέτρων, οι οποίες είναι προεπιλεγμένες ως μονάδα. Για παράδειγμα, σε περίπτωση αντλίας θερμότητας εισάγεται το EER και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται σαν μονάδα (1). Σε

περίπτωση συνδυασμού τηλεθέρμανσης ή ΣΗΘ με ψυκτικό συγκρότημα απορρόφησης εισάγεται και ο βαθμός απόδοσης του συστήματος παροχής θερμότητας και ο δείκτης αποδοτικότητας του ψυκτικού συγκροτήματος.

- **Ιαν - Δεκ**. Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη της ζώνης από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα ψύξης δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει.
Για τα **κτίρια κατοικιών**, για **όλους** τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης **πρέπει** να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, να κυμαίνεται **μεταξύ 0.5 και 1** σε μηνιαία βάση, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.
Για τα **κτίρια τριτογενή τομέα**, για **όλους** τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης **πρέπει** να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, να **ισούται με 1** σε μηνιαία βάση, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος (€)**. Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής ψύξης του συστήματος ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, αλλαγή καυσίμου, εγκατάσταση αυτοματισμών, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.1 (Πίνακας 12.1 – Μονάδες Παραγωγής).

6.7.2.1 Δίκτυο διανομής

Υπάρχουν δύο τύποι δικτύων διανομής: δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου και αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα. Ανάλογα με τον τύπο του δικτύου που υπάρχει στην συγκεκριμένη ζώνη, ο χρήστης εισάγει τα στοιχεία στην αντίστοιχη γραμμή της υπο-οθόνης.

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής ψυχρού μέσου στη ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα διανομής ψυχρού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές μονάδες παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (ποσότητα) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής η απόδοση λαμβάνεται ανάλογα με την επιμέρους ψυκτική ισχύ που μεταφέρει.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η συνολική εγκατεστημένη ψυκτική ισχύς την οποία μεταφέρει το δίκτυο διανομής (σωληνώσεις) ή ο κλάδος διανομής της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων που δεν διαθέτουν δίκτυο διανομής (π.χ. τοπικές αντλίες θερμότητας), τότε το πεδίο της ισχύος **πρέπει να μένει κενό**. Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ψύξης και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε η τιμή ισχύος που εισάγεται **πρέπει να είναι μηδέν (0)**.

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται **ΜΟΝΟ** στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης του δικτύου διανομής του κτιρίου αναφοράς.

- **Χώρος διέλευσης**. Καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση πάνω από 20% σε εξωτερικούς χώρους. Εάν δεν καθοριστεί στους αεραγωγούς ο χώρος διέλευσης, θεωρείται ότι το κτίριο δεν διαθέτει δίκτυο αεραγωγών, παρά μόνο δίκτυο διανομής με σωληνώσεις.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) για το δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή ψυκτικών απωλειών, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.3.4.* Απώλειες *δικτύων διανομής.* Πίνακας 4.11. - *Ποσοστό θερμικών/ψυκτικών απωλειών (%) δικτύου διανομής κεντρικής εγκατάστασης θέρμανσης ή/και ψύξης ως προς την συνολική θερμική / ψυκτική ενέργεια που μεταφέρει το δίκτυο*). Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για τους αεραγωγούς.
- **Μόνωση**. Ένδειξη ύπαρξης θερμομόνωσης για τους αεραγωγούς, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Το πεδίο είναι απενεργοποιημένο για το δίκτυο διανομής ψυχρού μέσου.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος** (€). Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.15.5 (Πίνακας 12.5 – Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας).

6.7.2.2 Τερματικές μονάδες

Η απόδοση ψύξης στους εσωτερικούς χώρους γίνεται μέσω των τερματικών μονάδων (ΤΜ). Για παράδειγμα, το ζεστό νερό που παράγεται από το λέβητα τροφοδοτείται μέσω της υδραυλικής εγκατάστασης του δικτύου διανομής σε μονάδες άμεσης απόδοσης, για παράδειγμα, θερμαντικά σώματα (καλοριφέρ) ή τοπικές κλιματιστικές μονάδες (ανεμιστήρα-στοιχείου γνωστά σαν fan coils), ή

έμμεσης απόδοσης, για παράδειγμα ενσωματωμένες τερματικές μονάδες σε δομικά στοιχεία (ενδοδαπέδιο, ενδοτοίχιο).

Σε περίπτωση ύπαρξης περισσότερων του ενός τύπων ΤΜ εισάγεται μια σύντομη περιγραφή και σαν βαθμός απόδοσης καταχωρείται μια μέση τιμή, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή των ΤΜ της ζώνης.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης των ΤΜ (από 0 έως 1), λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση των συστημάτων, την αποδοτική λειτουργία και την επαρκή συντήρηση, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.4.3. Τερματικές μονάδες απόδοσης ψύξης).* Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ψύξης, η απόδοση των τερματικών μονάδων λαμβάνεται 0,95, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Για την απόδοση της ΤΜ, χρησιμοποιείται η απόδοση εκπομπής της ΤΜ διορθωμένη με τους παράγοντες αποτελεσματικότητας της ακτινοβολίας, διακοπτόμενης λειτουργίας και υδραυλικής ισορροπίας, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Σε περίπτωση που υπάρχουν μόνο ΚΚΜ τότε στον τύπο των τερματικών μονάδων εισάγεται η περιγραφή «Στόμια (ΜΟΝΟ για ΚΚΜ)» και σαν βαθμός απόδοσης **πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0)**.

Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τις ίδιες τερματικές μονάδες με το υπό επιθεώρηση κτίριο ή θερμική ζώνη. Οι τερματικές μονάδες του κτιρίου αναφοράς είναι πάντοτε σε άριστη κατάσταση, δηλαδή χωρίς φθορές.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος (€)**. Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στις ΤΜ του συστήματος θέρμανσης / και ψύξης (π.χ. αντικατάσταση μονάδων, εγκατάσταση αυτοματισμών, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.2 (Πίνακας 12.2 – Τερματικές Μονάδες).

6.7.2.3 Βοηθητικές Μονάδες

Στο στάδιο αυτό καταγράφονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά των ηλεκτροκινητήρων και των άλλων βοηθητικών μονάδων της εγκατάστασης ψύξης.

Το υπό εξέταση κτίριο, θεωρούμε ότι δεν έχει βοηθητικές μονάδες.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος των βοηθητικών μονάδων. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Αντλία, Κυκλοφορητής, Ηλεκτροβάνα, Ανεμιστήρας, Πύργος ψύξης.
- **Αριθμός**. Εισάγεται ο αριθμός των μονάδων του συγκεκριμένου τύπου.
- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της κάθε βοηθητικής μονάδας του συγκεκριμένου τύπου. Αν δεν υπάρχουν βοηθητικές μονάδες στο σύστημα θέρμανσης, ως ισχύς βοηθητικών μονάδων **πρέπει να εισάγεται η τιμή μηδέν (0)**.

Αν το ίδιο σύστημα (π.χ. κυκλοφορητής), καλύπτει περισσότερες από μία ζώνες, τότε γίνεται επιμερισμός της ισχύος του συστήματος, ανάλογα το επιμέρους ποσοστό του θερμικού ή ψυκτικού φορτίου που παρέχει σε κάθε ζώνη

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα αναλυτικά στοιχεία για τα βοηθητικά συστήματα, τότε επιλέγεται ένας τύπος, εισάγεται σαν αριθμός η μονάδα και σαν ισχύς η συνολική εγκατεστημένη ισχύς.

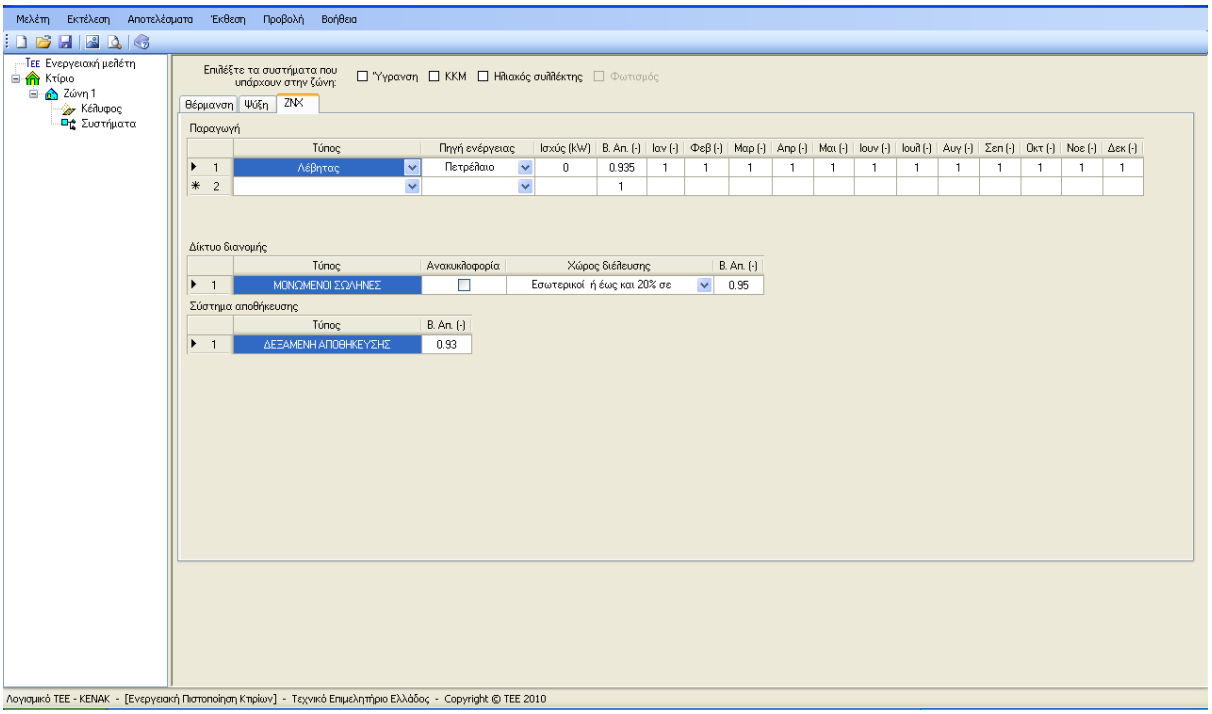
Το κτίριο αναφοράς διαθέτει τα ίδια βοηθητικά συστήματα με το υπό επιθεώρηση κτίριο ή θερμική ζώνη. Δηλαδή ίδια επιμέρους ισχύ και χρόνο λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων.

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.14.5 (Πίνακας 12.5 – Βοηθητικές Μονάδες και Διανομή Θερμικής & Ψυκτικής Ενέργειας).

6.7.3 Σύστημα ΖΝΧ

Στην επόμενη μάσκα δεδομένων (Εικόνα 6.11) εισάγονται τα δεδομένα του συστήματος ζεστού νερού χρήσης του υπό εξέταση κτιρίου, το οποίο θεωρούμε ότι έχει τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα.

Εικόνα 6.11: Δεδομένα συστήματος ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου



Το σύστημα ΖΝΧ αποτελείται από

- Την παραγωγή
- Το δίκτυο διανομής, και
- Το σύστημα αποθήκευσης

Αν στο προς επιθεώρηση κτίριο / τμήμα κτιρίου δεν υπάρχει σύστημα ΖΝΧ, τότε ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ορίσει ένα θεωρητικό σύστημα ΖΝΧ με λέβητα πετρελαίου (απόδοσης 93.5%), με δίκτυο διανομής θερμού μέσου (απόδοσης 95%), και αποθήκευση (απόδοσης 93%). Στην περίπτωση κτιρίων του τριτογενή τομέα με περιορισμένη κατανάλωση ΖΝΧ μικρότερη από 10 ℓ/άτομο/ημέρα, τότε το σύστημα ΖΝΧ είναι τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες (απόδοση 100%), διανομή (απόδοση 100%) και αποθήκευση (απόδοση 98%), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

Εάν υπάρχει ηλιακός συλλέκτης τότε τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος καταγράφονται στην ενότητα 5.3.7, ενώ η ηλεκτρική αντίσταση καταγράφεται στην συγκεκριμένη ενότητα.

6.7.3.1 Παραγωγή

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Λέβητας, Τηλεθέρμανση, ΣΗΘ, Αντλία Θερμότητας, Τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας (θερμοσίφωνας ή ταχυθερμοσίφωνας), Τοπική μονάδα φυσικού αερίου, Μονάδα παραγωγής άλλου τύπου (κεντρική).
- **Πηγή ενέργειας**. Καθορίζεται η πηγή ενέργειας της συγκεκριμένης μονάδας: Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Φυσικό αέριο, Πετρέλαιο θέρμανσης, Πετρέλαιο κίνησης, Ηλεκτρική ενέργεια, Υγραέριο, Βιομάζα, Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ, ΣΗΘ.

Σε περίπτωση που στο κτίριο υπάρχει ΣΗΘ, τότε θα πρέπει σαν βαθμός απόδοσης του συστήματος, να εισάγεται ο βαθμός απόδοσης του εναλλάκτη.

- **Ισχύς (kW)**. Εισάγεται η ονομαστική ισχύς της μονάδας παραγωγής ΖΝΧ σε kW (π.χ. λέβητας πετρελαίου). Σε περίπτωση που το υπάρχον κτίριο δεν διαθέτει σύστημα ΖΝΧ και εισάγουμε τα στοιχεία για το θεωρητικό σύστημα, τότε στο πεδίο της ισχύος **πρέπει** να εισαχθεί το **μηδέν (0).**

Η ισχύς δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπάρχοντος κτιρίου, αλλά χρησιμοποιείται **ΜΟΝΟ** στον καθορισμό του βαθμού απόδοσης της μονάδας παραγωγής του κτιρίου αναφοράς, στην περίπτωση που πρόκειται για κεντρικό λέβητα..

- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) όπως μετρήθηκε κατά την ανάλυση της συγκεκριμένης μονάδας (ανάλογα με τον τύπο), ή από τυπικές τιμές σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.8.2. Απόδοση μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης*). Για την απόδοση της μονάδας λέβητα-καυστήρα, χρησιμοποιείται ο πραγματικός βαθμός απόδοσης μειωμένος με τους συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.8.2.1. Βαθμός απόδοσης μονάδων λέβητα – καυστήρα*. Πίνακας 4.3. - *Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης ng1 μονάδας λέβητα – καυστήρα*, Πίνακας 4.4. - Συντελεστής *μόνωσης ng2 μονάδας λέβητα – καυστήρα*). Σε περίπτωση τοπικού ηλεκτρικού θερμαντήρα εισάγεται η τιμή 1, ενώ για τοπικό θερμοσίφωνα φυσικού αερίου εισάγεται η τιμή 0,85, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α.

- **Ιαν - Δεκ**. Εισάγεται ο μέσος μηνιαίος βαθμός κάλυψης (από 0 μέχρι 1) της απαιτούμενης θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ από την συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής, κατά την περίοδο λειτουργίας της θερμικής ζώνης.

Ανάλογα με την χρήση της ζώνης, οι μήνες που το σύστημα δεν λειτουργεί εμφανίζονται με την προεπιλεγμένη τιμή 0, την οποία ο χρήστης δεν μπορεί να τροποποιήσει.
Για **<u>όλους</u>** τους υπόλοιπους μήνες ο χρήστης **<u>πρέπει</u>** να εισάγει τιμές ώστε το άθροισμα όλων των βαθμών κάλυψης, από όλες τις μονάδες παραγωγής, για την υπό επιθεώρηση θερμική ζώνη, να ισούται με μονάδα (1) σε μηνιαία βάση.

Στην περίπτωση συστημάτων τριπλής ενέργειας (π.χ. λέβητας-καυστήρας, ηλεκτρική αντίσταση και ηλιακοί συλλέκτες), για την παραγωγή θερμικής ενέργειας για ΖΝΧ, όπου η χρήση των συστημάτων διαφοροποιείται ανά χρονική περίοδο (χειμώνας, καλοκαίρι), ο καθορισμός του ποσοστού κάλυψης θερμικού φορτίου διαφοροποιείται για κάθε μήνα, ανάλογα με την εποχική χρήση του κάθε συστήματος και την αποδιδόμενη θερμική ισχύ τους. Αν η ηλεκτρική αντίσταση λειτουργεί ως εφεδρική στην διάρκεια όλου του έτους, τότε δεν συμμετέχει καθόλου στο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος (€)**. Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στην συγκεκριμένη μονάδα παραγωγής του συστήματος ΖΝΧ (π.χ. αντικατάσταση μονάδας, εγκατάσταση αυτοματισμών, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.16.

6.7.3.2 Δίκτυο διανομής

Σε περίπτωση ύπαρξης άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής ΖΝΧ στη ζώνη, απαιτείται ο προσδιορισμός μίας μόνο απόδοσης δικτύου, η οποία θα είναι σταθμισμένη. Κατά συνέπεια αν στη ζώνη υπάρχουν περισσότερα από ένα δίκτυα (κλάδοι) διανομής θερμού μέσου (που τροφοδοτούνται από διαφορετικές ή την ίδια μονάδα παραγωγής) και παρουσιάζουν διαφορετική ποιότητα και επάρκεια (πάχος) θερμομόνωσης, τότε ο βαθμός απόδοσής τους λαμβάνεται ενιαίος και ίσος με αυτόν του τμήματος που βρίσκεται στη χειρότερη ποιοτικά κατάσταση. Για το κάθε δίκτυο διανομής ΖΝΧ η απόδοσή του λαμβάνεται ανάλογα με την ημερήσια ζήτηση που καλύπτει.

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή του συνολικού δικτύου διανομής που καλύπτει την ζώνη.
- **Ανακυκλοφορία**. Ένδειξη ύπαρξης ανακυκλοφορίας ΖΝΧ, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.

- **Χώρος διέλευσης**. Καθορίζεται ο χώρος διέλευσης του δικτύου. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Διέλευση σε εσωτερικούς χώρους ή/και μέχρι 20% σε εξωτερικούς χώρους και Διέλευση > 20% σε εξωτερικούς χώρους.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) του δικτύου διανομής ΖΝΧ από την μονάδα παραγωγής προς την αποθήκευση. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή απωλειών, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.8.3. Σύστημα διανομής θερμότητας ζεστού νερού χρήσης .* Πίνακας 4.16. - *Ποσοστό απωλειών (%) κεντρικού δικτύου διανομής για ζεστό νερό χρήσης (50oC)*). Σε περίπτωση τοπικών συστημάτων παραγωγής ΖΝΧ, ο βαθμός απόδοσης του δικτύου διανομής ΖΝΧ λαμβάνεται μονάδα (1), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α. Σε περίπτωση που η θερμική ζώνη τροφοδοτείται με άνω του ενός δικτύων (κλάδων) διανομής, με διαφορετικές τιμές ισχύος και αποδόσεις (λόγω ποιότητας), τότε εισάγεται η ισχύς του κλάδου με την χαμηλότερη απόδοση.

Πίνακας 4.16. *Ποσοστό απωλειών (%) κεντρικού δικτύου διανομής για ζεστό νερό χρήσης (50°C)*

	Χωρίς ανακυκλοφορία		Με ανακυκλοφορία	
Ημερήσια ζήτηση Ζ.Ν.Χ. [σε ℓ]	**Μόνωση* κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής ή καθόλου μόνωση**	**Μόνωση κτηρίου αναφοράς**	**Ανεπαρκής ή καθόλου μόνωση**
50 - 200	8,0	22,4	12,8	35,8
200 - 1000	7,7	20,8	12,4	33,5
1000 - 4000	7,5	19,5	12,1	31,5
4000 - 7000	7,3	18,3	11,8	29,5
>7000	7,0	16,8	11,5	27,6
* Για μόνωση δικτύου διανομής σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πίνακα 4.7.				

Σε περίπτωση τοπικών μονάδων παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (π.χ. σε κτήρια γραφείων, καταστημάτων, κατοικιών), όπου το δίκτυο διανομής είναι μικρό (< 6 m), οι απώλειες δικτύου λαμβάνονται μηδενικές.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

- **Κόστος** (€). Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) από επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας συγκεκριμένο δίκτυο διανομής (π.χ. θερμομόνωση δικτύου, κ.α.).

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.15 (Πίνακας 13 – Συστήματα Παραγωγής & Διανομής ΖΝΧ).

6.7.3.3 Σύστημα αποθήκευσης

Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Εισάγεται μια σύντομη περιγραφή της/ των δεξαμενών αποθήκευσης ΖΝΧ.
- **Β. Απ., Βαθμός Απόδοσης**. Εισάγεται ο μέσος βαθμός απόδοσης (από 0 έως 1) των συστημάτων αποθήκευσης ΖΝΧ. Ο βαθμός απόδοσης προκύπτει σαν το συμπληρωματικό του συντελεστή θερμικών απωλειών, σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§4.8.4. Τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας για ζεστό νερό χρήσης)*. Στις θερμικές απώλειες των συστημάτων αποθήκευσης λαμβάνονται υπόψη οι πλευρικές απώλειες από τον θερμαντήρα και οι αποδόσεις συναλλαγής (από εναλλάκτη ή ηλεκτρική αντίσταση) κατά περίπτωση. *Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.15 (Πίνακας 13 – Συστήματα Παραγωγής & Διανομής ΖΝΧ*)

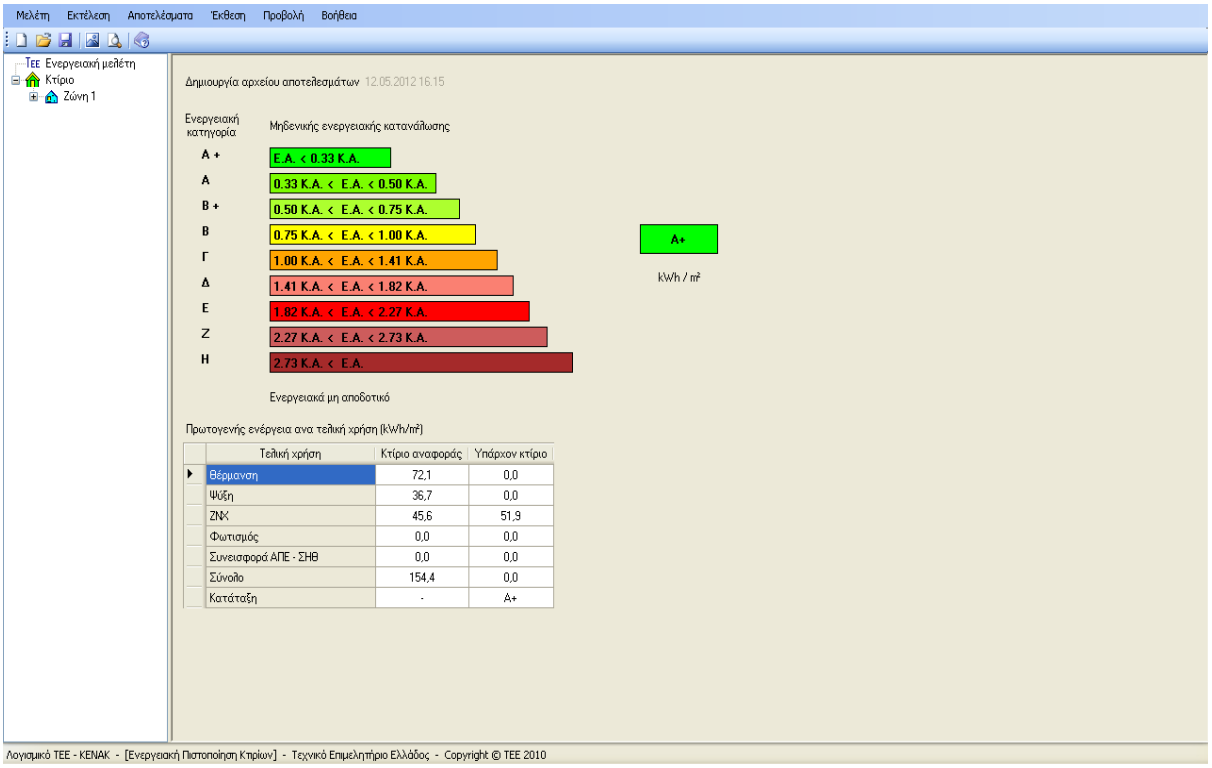
6.8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται για το υπάρχον κτίριο και το κτίριο αναφοράς.

Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται στις οθόνες των αποτελεσμάτων είναι θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ και για κτίρια του τριτογενή τομέα, φωτισμός. Η κατανάλωση για τον αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη, όπως επίσης και η κατανάλωση ενέργειας των βοηθητικών συστημάτων (θέρμανσης, ψύξης και αερισμού) και του συστήματος ύγρανσης, αν υπάρχει.

6.8.1 Ενεργειακή Κατάταξη

Εικόνα 6.11: Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου



Τελική χρήση	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο
Θέρμανση	72,1	0,0
Ψύξη	36,7	0,0
ΖΝΧ	45,6	51,9
Φωτισμός	0,0	0,0
Συνεισφορά ΑΠΕ - ΣΗΘ	0,0	0,0
Σύνολο	154,4	0,0
Κατάταξη	-	A+

Εμφανίζεται η ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου καθώς επίσης και ένας συγκριτικός πίνακας με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ΖΝΧ, φωτισμός και συνεισφορά από ΑΠΕ και ΣΗΘ)και την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου, όπως θα εμφανίζονται στο ΠΕΑ, για το υπάρχον κτίριο, το κτίριο αναφοράς καθώς επίσης και για κάθε σενάριο από τα τρία τελικά, που έχει διαμορφώσει ο χρήστης.

Το υπό εξέταση κτίριο κατατάσσεται στην κατηγορία Α+, το οποίο σημαίνει ότι έχει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας από το κτίριο αναφοράς.

6.8.2 Απαιτήσεις, Κατανάλωση

Αρχικά στον πίνακα αποτελεσμάτων εμφανίζεται το κτίριο αναφοράς (Εικόνα 6.12) και στη συνέχεια το υπάρχον κτίριο (Εικόνα 6.13).

Εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα του κτιρίου σε μηνιαία και ετήσια βάση για:

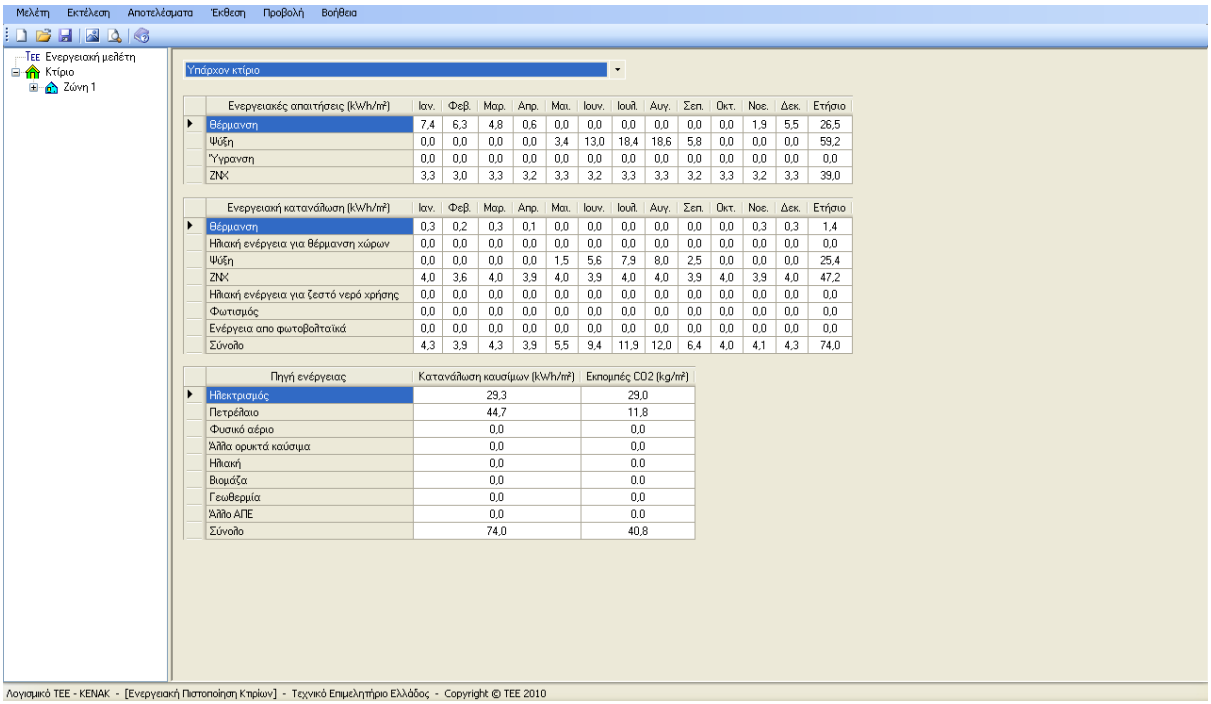
- **Ενεργειακές απαιτήσεις kWh/m2**. Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ΖΝΧ.
- **Ενεργειακή κατανάλωση, kWh/m2**. Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για:

- θέρμανση (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους χειμερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
- συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση),
- ψύξη (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
- ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ),
- συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ΖΝΧ (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για ΖΝΧ),
- φωτισμό,
- συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ (η οποία αφαιρείται από την συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση) και
- συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.

Εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα του κτιρίου σε ετήσια βάση για:

- **Εκπομπές CO2, kg/m2**. Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO2, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτιρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τις συνολικές εκπομπές.
- **Κατανάλωση καυσίμων, kWh/m2**. Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτιρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τη συνολική κατανάλωση.

Εικόνα 6.12: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση του υπό μελέτη κτιρίου



Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη
Κτίριο
Ζώνη 1

Υπάρχον κτίριο

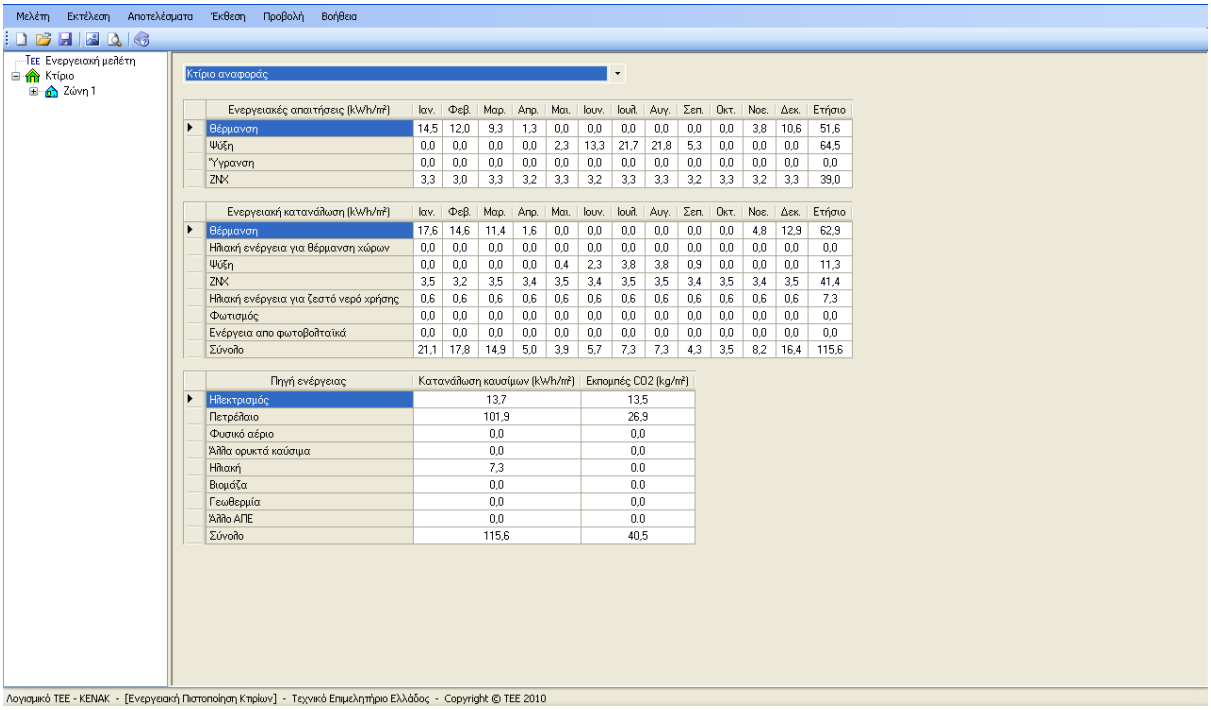
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,4	6,3	4,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,5	26,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	13,0	18,4	18,6	5,8	0,0	0,0	0,0	59,2
Ύγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	3,3	3,0	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	39,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,4
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,6	7,9	8,0	2,5	0,0	0,0	0,0	25,4
ΖΝΧ	4,0	3,6	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	4,0	3,9	4,0	3,9	4,0	47,2
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	4,3	3,9	4,3	3,9	5,5	9,4	11,9	12,0	6,4	4,0	4,1	4,3	74,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	29,3	29,0
Πετρέλαιο	44,7	11,8
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	74,0	40,8

Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

Εικόνα 6.13: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς



Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη
Κτίριο
Ζώνη 1

Κτίριο αναφοράς

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14,5	12,0	9,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	10,6	51,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	13,3	21,7	21,8	5,3	0,0	0,0	0,0	64,5
Ύγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	3,3	3,0	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	39,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	17,6	14,6	11,4	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	12,9	62,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,3	3,8	3,8	0,9	0,0	0,0	0,0	11,3
ΖΝΧ	3,5	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	41,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,3
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	21,1	17,8	14,9	5,0	3,9	5,7	7,3	7,3	4,3	3,5	8,2	16,4	115,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	13,7	13,5
Πετρέλαιο	101,9	26,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	7,3	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	115,6	40,5

Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

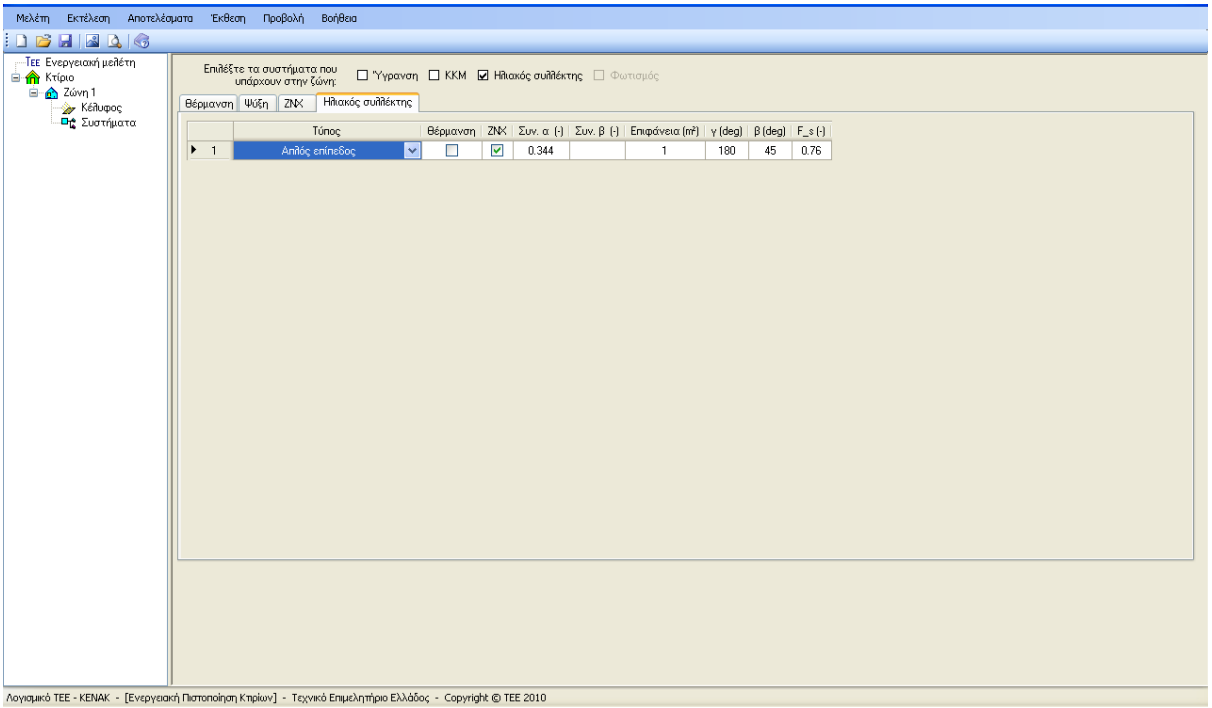
6.9 Παραμετρική μεταβολή

Το υπό εξέταση κτίριο κατατάσσεται στην ανώτατη κατηγορία Α+. Για την επιπλέον βελτίωση της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου θα δοκιμάσουμε μια παρέμβαση στα συστήματα του κτιρίου.

6.9.1 Προσθήκη ηλιακού συλλέκτη

Στην ενότητα αυτή εισάγονται καταγράφονται τα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή θερμικής ενέργειας και τα χαρακτηριστικά τους που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη θερμική ζώνη.

Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια σύμφωνα με το άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ είναι υποχρεωτική η κάλυψη σημαντικού μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Εισάγεται μόνο ένας τύπος συλλέκτη ανά θερμική ζώνη.



Τα δεδομένα που εισάγονται είναι τα παρακάτω:

- **Τύπος**. Καθορίζεται ο τύπος του ηλιακού συλλέκτη. Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από τον διαθέσιμο κατάλογο μεταξύ των εξής: Απλός επίπεδος συλλέκτης, Επιλεκτικός επίπεδος συλλέκτης, Συλλέκτης κενού. Εμείς επιλέξαμε να βάλουμε απλό επίπεδο συλλέκτη.
- **Θέρμανση**. Ένδειξη κάλυψης φορτίων θέρμανσης από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου.
- **ΖΝΧ**. Ένδειξη κάλυψης φορτίων ΖΝΧ από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών, επιλέγοντας το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου. Ο ηλιακός συλλέκτης θα χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

- **Συν. α, Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ**. Εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για ΖΝΧ, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης ή με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§5.3.1.2. Συντελεστής ηλιακής αξιοποίησης από ηλιακούς συλλέκτες*. Πίνακας 5.8. - *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες,* Πίνακας 5.9. - *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κτήρια του τριτογενούς τομέα*). Η τιμή του συντελεστή αξιοποίησης προκύπτει για κλίση 45^0, στην Αθήνα.

Πίνακας 5.8. *Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες.*

Πόλεις της Ελλάδας	Τύπος ηλιακού συλλέκτη								
	Απλός			Επιλεκτικός			Κενού		
	Γωνία κλίσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών (^{o})								
	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0	15^0	45^0	65^0
Αλεξαν/πολη	0,318	0,325	0,329	0,341	0,353	0,350	0,360	0,367	0,369
Αθήνα	0,338	0,344	0,351	0,359	0,369	0,369	0,374	0,381	0,383
Ηράκλειο	0,333	0,339	0,343	0,355	0,364	0,361	0,370	0,375	0,378
Καστοριά	0,307	0,314	0,316	0,333	0,344	0,340	0,356	0,363	0,363
Λάρισα	0,327	0,334	0,341	0,350	0,360	0,360	0,369	0,376	0,378
Λήμνος	0,319	0,327	0,331	0,343	0,354	0,352	0,360	0,368	0,370
Νάξος	0,332	0,340	0,344	0,355	0,365	0,363	0,372	0,378	0,381
Πάτρα	0,335	0,342	0,348	0,357	0,366	0,366	0,373	0,381	0,382
Θεσσαλονίκη	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,358	0,368	0,375	0,376
Τρίπολη	0,317	0,324	0,327	0,340	0,349	0,347	0,363	0,369	0,370
Μέσος όρος	0,325	0,332	0,337	0,348	0,358	0,357	0,366	0,373	0,375

- **Συν. β, Συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων**. Εισάγεται ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης της διαθέσιμης ηλιακής ακτινοβολίας για θέρμανση χώρων, σύμφωνα με τις αντίστοιχες τιμές που προέρχονται από τους υπολογισμούς διαστασιολόγησης της εγκατάστασης.
- **Επιφάνεια (m2)**. Εισάγεται η συνολική απορροφητική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών (m2). Επιλέχθηκε επιφάνεια $1m^2$, καθώς ορίζεται ελάχιστη επιφάνεια συλλέκτη $1m^2$/άτομο.
- **γ (deg), Προσανατολισμός**. Εισάγεται ο προσανατολισμός της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών (συνήθως νότιος). Σύμφωνα με την σύμβαση, επιφάνεια προς Βορά 0°, προς Ανατολή 90°, προς Νότο 180° και προς Δύση 270°. Επιλέχθηκε ο βέλτιστος προσανατολισμός προς το Νότο.
- **β (deg), Κλίση**. Εισάγεται η κλίση της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, μετρούμενη μεταξύ της καθέτου στην επιφάνεια και της κατακόρυφου (ζενίθ περιοχής), σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2010α (*§5.3.1.1. Παράμετροι θέσης εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών)*. Η κλίση του συλλέκτη είναι 45^0.
- **F_s, Συντελεστής σκίασης**. Εισάγεται ο συντελεστής σκίασης της επιφάνειας των ηλιακών συλλεκτών, λόγω της σκίασης από εμπόδια στον περιβάλλοντα χώρο, σύμφωνα με τυπικές τιμές από την ΤΟΤΕΕ 2010α. Σε περίπτωση ελεύθερου ορίζοντα ο συντελεστής ισούται με τη μονάδα (1), ενώ για πλήρη σκίαση ισούται με μηδέν (0). Ο συντελεστής σκίασης της στέγης λαμβάνεται σαν η μέση τιμή των συντελεστών, για χειμώνα και καλοκαίρι, για γωνία σκίασης 35^0.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων για επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας εισάγεται επιπλέον:

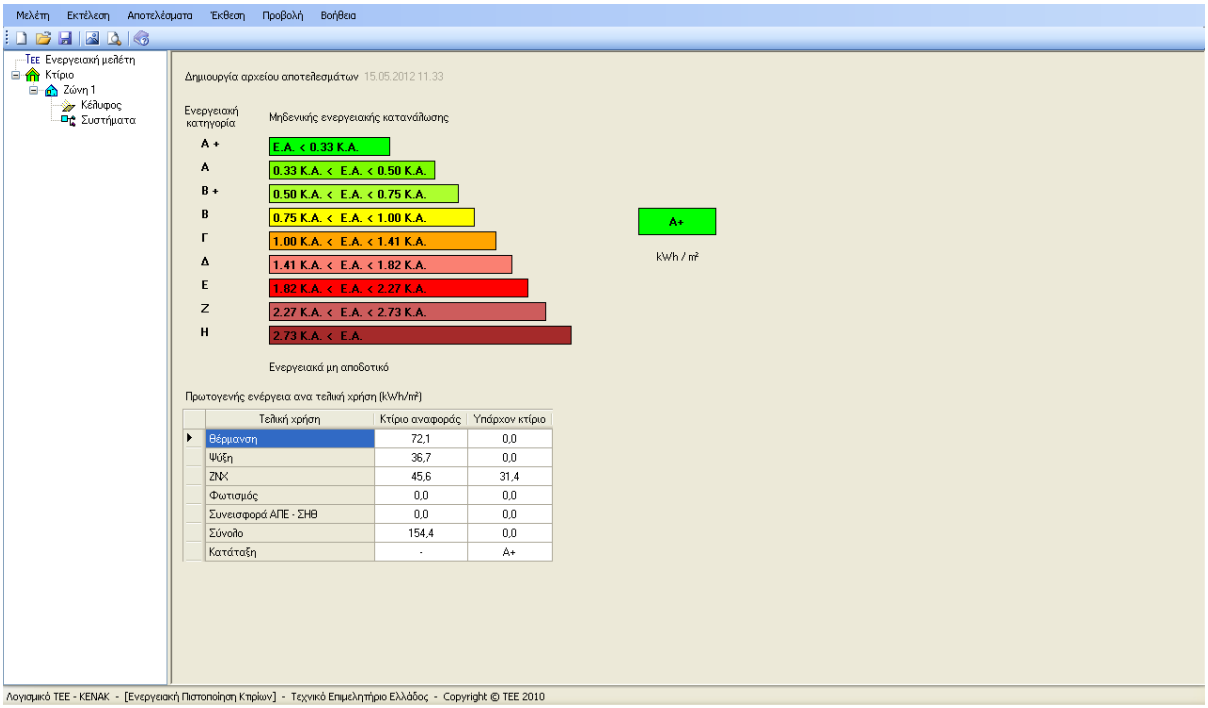
- **Κόστος (€)**. Εισάγεται το συνολικό κόστος επένδυσης (υλικά, εργασίες κλπ) ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη από την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πλήρης περιγραφή περιλαμβάνεται στην ΤΟΤΕΕ 2010δ, στην ενότητα 2.1.17.1 (Πίνακας 15.1 – Ηλιακοί Συλλέκτες).

6.9.2 Αποτελέσματα παραμετρικής μεταβολής

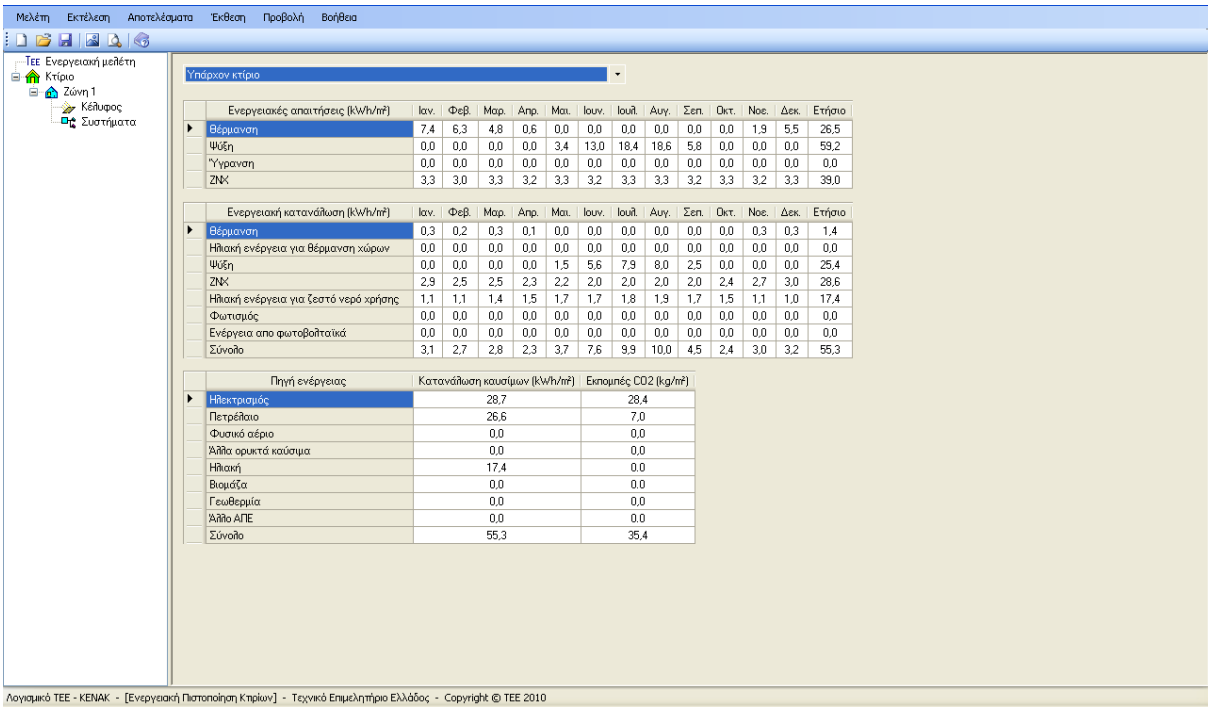
Μετά την προσθήκη ηλιακού συλλέκτη για ζεστό νερό χρήσης, το υπό εξέταση κτίριο έχει μικρότερη κατανάλωση ενέργειας για το ζεστό νερό χρήσης από το κτίριο αναφοράς.

Εικόνα 6.13: Ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου



Στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 6.14, 6.15) εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα νέα αποτελέσματα του κτιρίου σε μηνιαία και ετήσια βάση.

Εικόνα 6.14: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση του υπό μελέτη κτιρίου



Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη
Κτίριο
Ζώνη 1
Κέλυφος
Συστήματα

Υπάρχον κτίριο

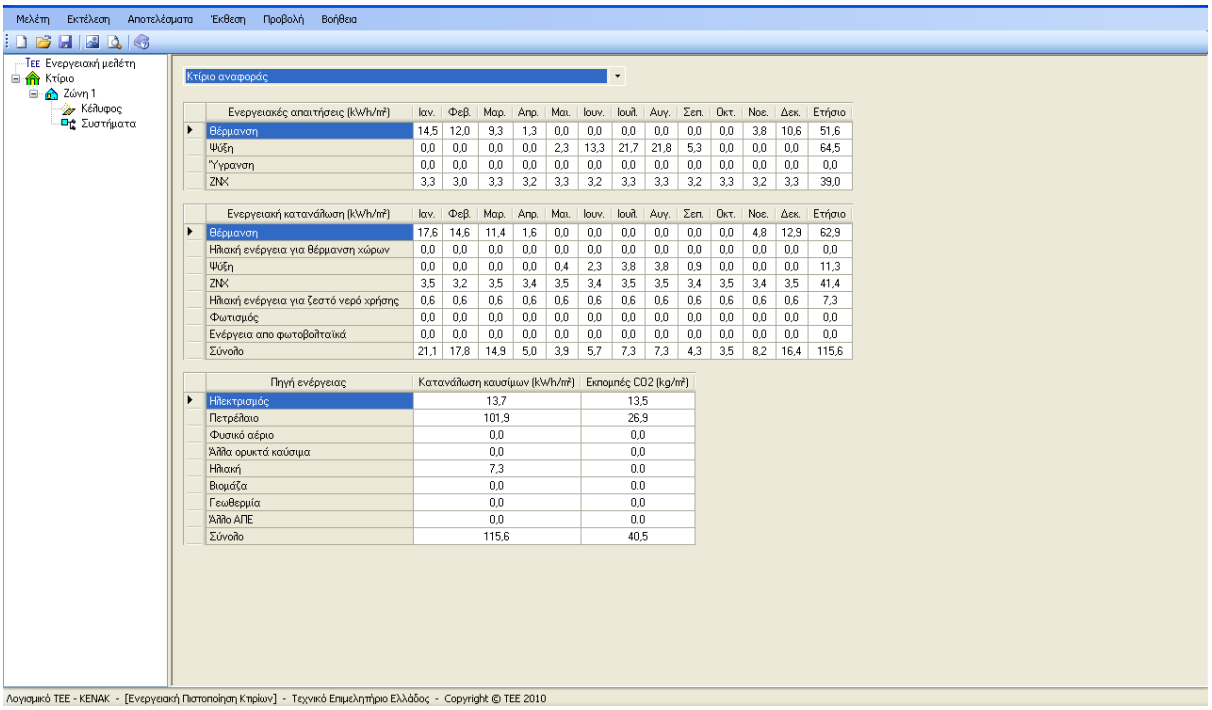
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,4	6,3	4,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	5,5	26,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	13,0	18,4	18,6	5,8	0,0	0,0	0,0	59,2
Ύγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	3,3	3,0	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	39,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	0,3	0,2	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,4
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,6	7,9	8,0	2,5	0,0	0,0	0,0	25,4
ΖΝΧ	2,9	2,5	2,5	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,4	2,7	3,0	28,6
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1,1	1,1	1,4	1,5	1,7	1,7	1,8	1,9	1,7	1,5	1,1	1,0	17,4
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	3,1	2,7	2,8	2,3	3,7	7,6	9,9	10,0	4,5	2,4	3,0	3,2	55,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	28,7	28,4
Πετρέλαιο	26,6	7,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	17,4	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	55,3	35,4

Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

Εικόνα 6.15: Ενεργειακές απαιτήσεις και ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου αναφοράς



Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή μελέτη
Κτίριο
Ζώνη 1
Κέλυφος
Συστήματα

Κτίριο αναφοράς

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14,5	12,0	9,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	10,6	51,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	13,3	21,7	21,8	5,3	0,0	0,0	0,0	64,5
Ύγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	3,3	3,0	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	3,3	3,2	3,3	3,2	3,3	39,0

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	17,6	14,6	11,4	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	12,9	62,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,3	3,8	3,8	0,9	0,0	0,0	0,0	11,3
ΖΝΧ	3,5	3,2	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	3,5	3,4	3,5	3,4	3,5	41,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	7,3
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σύνολο	21,1	17,8	14,9	5,0	3,9	5,7	7,3	7,3	4,3	3,5	8,2	16,4	115,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m²)	Εκπομπές CO2 (kg/m²)
Ηλεκτρισμός	13,7	13,5
Πετρέλαιο	101,9	26,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	7,3	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	115,6	40,5

Λογισμικό ΤΕΕ - ΚΕΝΑΚ - [Ενεργειακή Πιστοποίηση Κτιρίων] - Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος - Copyright © ΤΕΕ 2010

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από τη διπλωματική εργασία είναι τα εξής:

- Η εξοικονόμηση ενέργειας ενός κτιρίου βασίζεται στο σωστό σχεδιασμό και στις σωστές προδιαγραφές του κελύφους (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο, ανοίγματα) αλλά ολοκληρώνεται από τα κατάλληλα συστήματα και αυτοματισμούς.
- Είναι πολύ σημαντικό, ένα κτίριο να είναι σχεδιασμένο ώστε να έχει τα περισσότερα ανοίγματα στο νότιο προσανατολισμό και κανένα ή όσο το δυνατόν λιγότερα ανοίγματα στο βόρειο προσανατολισμό. Επίσης είναι σημαντικό να έχει θερμοπρόσοψη, για να ελαχιστοποιούνται οι θερμογέφυρες, και ενεργειακά κουφώματα με διπλά τζάμια, αλλά είναι εξίσου σημαντικό να έχει σύστημα αντιστάθμισης στη θέρμανση και θερμοστατικό έλεγχο.
- Η συμβολή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, στην προκειμένη περίπτωση η ηλιακή ενέργεια, με την προσθήκη ηλιακού συλλέκτη για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, είναι σημαντική στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου άρα και στη βελτίωση της κατηγορίας που αυτό κατατάσσεται.
- Οι διατάξεις ελέγχου και οι αυτοματισμοί μπορούν να συμβάλουν καθοριστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας που καταναλώνει το κτίριο.

Εκ των αποτελεσμάτων της εργασίας αυτής, αναδεικνύεται η ανάγκη για προσεκτική μελέτη του κτιριακού κελύφους, όσον αφορά στη θερμομονωτική επάρκεια του αλλά και στην ενεργειακή απόδοση του, αλλά και η ανάγκη για προσεκτική μελέτη των συστημάτων του κτιρίου για την αποφυγή υπερδιαστασιολογήσεων τους η οποία οδηγεί σε υπερβολική και άσκοπη κατανάλωση ενέργειας.

Επίσης αναδεικνύεται η ανάγκη για ενσωμάτωση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σχεδιασμό νέων κτιρίων.