

**ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΑΣ**

**ΚΑΤΑΡΤΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΩΝ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ**

**Α. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΩΝ**

**ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ: ΔΚ3  
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ**

**Α΄ έκδοση**

**Αθήνα, Ιούνιος 2011**

**Ομάδα εργασίας θεματικής ενότητας ΔΚ3:**

Αραβαντινός Δημήτρης	Δρ. πολιτικός μηχανικός, αναπληρωτής καθηγητής στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Αξαρή Κλειώ	Δρ. αρχιτέκτων μηχανικός, αναπληρώτρια καθηγήτρια στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Γαγλία Αθηνά	Μηχανολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π., Μ.Sc.
Γιδάκου Λία	Χημικό μηχανικός, γενική επιθεωρήτρια, Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας, Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής.
Δρούτσα Πόπη	Φυσικός περιβάλλοντος Μ.Sc, ειδικός τεχνικός επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
Θεοδοσίου Θεόδωρος	Δρ. πολιτικός μηχανικός, λέκτορας στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Κοντογιαννίδης Σίμων	Φυσικός περιβάλλοντος Μ.Sc, ειδικός τεχνικός επιστήμονας, Ομάδα Εξοικονόμηση Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.
Λάσκος Κωνσταντίνος	Πολιτικός μηχανικός, υποψήφιος διδάκτορας, Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Μανασής Λάμπρος	Μηχανολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π., Μ.Sc. Applied Energy υποψήφιος διδάκτορας, Ε.Μ.Π.
Μαντάς Δημήτρης	Μηχανολόγος μηχανικός Ε.Μ.Π., Μ.Sc.
Μπαλαράς Κωνσταντίνος	Δρ. μηχανολόγος μηχανικός, δ/ντης ερευνών, Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Μπίκας Δημήτρης	Δρ. αρχιτέκτων μηχανικός, καθηγητής στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Τσικαλουδάκη Κατερίνα	Δρ. πολιτικός μηχανικός, λέκτορας στο Εργαστήριο Οικοδομικής και Φυσικής των Κτηρίων του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών Α.Π.Θ.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	5
1.1.	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ.....	6
2.	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ .....	8
2.1.	ΑΝΑΘΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΗ .....	9
2.1.1.	Ενημέρωση και όροι συμφωνίας .....	9
2.1.2.	Προετοιμασία ενεργειακής επιθεώρησης.....	10
2.2.	ΕΚΔΟΣΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ .....	11
2.3.	ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	11
2.3.1.	Μετρητικός εξοπλισμός.....	12
2.3.2.	Καταγραφή και προσδιορισμός δεδομένων.....	12
2.3.2.1.	Διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες.....	13
2.3.2.2.	Προσδιορισμός συνθηκών λειτουργίας κτηρίου.....	14
2.3.2.3.	Αποτύπωση της γεωμετρίας του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών.....	15
2.3.2.4.	Προσδιορισμός θερμοφυσικών ιδιοτήτων δομικών στοιχείων .....	18
2.3.2.5.	Προσδιορισμός συντελεστών σκίασης.....	21
2.3.2.6.	Προσδιορισμός αερισμού διείσδυσης μέσω χαραμάδων.....	22
2.3.2.7.	Καταγραφή εγκαταστάσεων θέρμανσης .....	23
2.3.2.8.	Καταγραφή εγκαταστάσεων ψύξης.....	25
2.3.2.9.	Καταγραφή εγκαταστάσεων μηχανικού αερισμού .....	26
2.3.2.10.	Καταγραφή εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης.....	28
2.3.2.11.	Καταγραφή συστημάτων φωτισμού .....	30
2.3.2.12.	Καταγραφή διατάξεων αυτόματου ελέγχου.....	31
2.3.2.13.	Καταγραφή ηλιοθερμικών συστημάτων .....	31
2.3.2.14.	Καταγραφή φωτοβολταϊκών μονάδων .....	32
2.3.2.15.	Καταγραφή εγκαταστάσεων συμπαραγωγής.....	33
2.3.2.16.	Καταγραφή προγράμματος συντήρησης και αναγκαίων επεμβάσεων .....	33
2.3.3.	Έλεγχος τήρησης ελάχιστων τεχνικών προδιαγραφών.....	34
2.4.	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	35
2.4.1.	Έλεγχος τήρησης ελάχιστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ.....	36
2.4.2.	Προσδιορισμός δεδομένων για τους υπολογισμούς.....	37
2.4.3.	Κλιματικά δεδομένα και λοιπές σταθερές .....	37
2.4.4.	Αποτελέσματα υπολογισμών .....	37
2.5.	ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	38
2.5.1.	Εντοπισμός προβλημάτων και επιλογή επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης .....	39
2.5.2.	Αξιολόγηση συστάσεων με οικονομοτεχνικά και ενεργειακά κριτήρια .....	41
2.6.	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	41
2.6.1.	Διαδικασία ηλεκτρονικής έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης .....	42
2.6.2.	Περιεχόμενα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.....	42
3.	ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ .....	44
3.1.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ.....	45
3.1.1.	Πραγματικά δεδομένα από την επιθεώρηση του κτηρίου.....	48
3.1.2.	Τυπικές τιμές.....	50
3.1.3.	Εθνικές βιβλιοθήκες σύμφωνα με τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.....	50
3.1.3.1.	Βιβλιοθήκη κλιματικών .....	51

3.1.3.2.	Βιβλιοθήκη καυσίμων .....	51
3.1.3.3.	Βιβλιοθήκη σταθερών .....	52
3.1.3.4.	Βιβλιοθήκη τυπικών τιμών .....	52
3.2.	ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ.....	53
3.2.1.	Περιβάλλον και δομή του λογισμικού.....	53
3.2.1.1.	Περιγραφή κτηρίου .....	56
3.2.1.2.	Ελάχιστα απαιτούμενα στοιχεία για την περιγραφή του κτηρίου .....	57
3.2.2.	Εισαγωγή δεδομένων .....	58
3.2.3.	Διαμόρφωση σεναρίων .....	63
3.2.4.	Υπολογισμοί.....	64
3.2.5.	Αποτελέσματα.....	65
3.2.6.	Διαδικασία υποβολής ηλεκτρονικού αρχείου υπολογισμών και ηλεκτρονικής έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.....	67
3.3.	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ (ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ).....	72
3.3.1.	Ενεργειακή επιθεώρηση σε κτήριο πολυκατοικίας .....	72
3.3.1.1.	Περιγραφή κτηρίου και δεδομένα υπολογισμών. ....	72
3.3.1.2.	Υπολογισμοί και αποτελέσματα - Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου .....	83
3.3.1.3.	Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Οικονομική αξιολόγηση .....	86
3.3.2.	Ενεργειακή επιθεώρηση σε διαμέρισμα της πολυκατοικίας .....	88
3.3.2.1.	Περιγραφή κτηρίου και δεδομένα υπολογισμών. ....	88
3.3.2.2.	Υπολογισμοί και αποτελέσματα. Ενεργειακή κατάταξη διαμερίσματος .....	90
3.3.2.3.	Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης διαμερίσματος.....	93
3.3.3.	Παράδειγμα ηλεκτρονικού εντύπου ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου & Π.Ε.Α. και διαδικασία έκδοσης τους. ....	93
4.	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	94
4.1.	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ .....	94
4.1.1.	Η επιλογή της προσφορότερης λύσης.....	94
4.1.2.	Οι συνηθέστερες οικοδομικές επεμβάσεις .....	96
4.1.3.	Η θερμομονωτική προστασία της εξωτερικής τοιχοποιίας .....	97
4.1.3.1.	Η εξωτερική θερμομονωτική προστασία.....	97
4.1.3.2.	Η εσωτερική θερμομονωτική προστασία .....	99
4.1.3.3.	Δικέλυφη τοιχοποιία με διάκενο αερισμού .....	101
4.1.4.	Η θερμομονωτική προστασία του δώματος.....	102
4.1.4.1.	Το συμβατικό μονοκέλυφο δώμα .....	103
4.1.4.2.	Το αντεστραμμένο μονοκέλυφο δώμα .....	105
4.1.4.3.	Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης κάτω από τη φέρουσα πλάκα .....	106
4.1.4.4.	Το αεριζόμενο δώμα .....	107
4.1.4.5.	Το φυτεμένο δώμα .....	108
4.1.5.	Η θερμομονωτική προστασία της στέγης .....	109
4.1.5.1.	Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη .....	109
4.1.5.2.	Στέγη από κεκλιμένη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος .....	110
4.1.5.3.	Θερμομόνωση κεκλιμένης ξύλινης στέγης .....	111
4.1.5.4.	Διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής .....	113
4.1.6.	Θερμομόνωση οροφής υπόστυλου χώρου.....	113
4.1.6.1.	Στερέωση της θερμομονωτικής στρώσης επί της οροφής.....	114
4.1.6.2.	Δημιουργία ψευδοροφής.....	115
4.1.7.	Θερμομόνωση δαπέδου επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο.....	116
4.1.8.	Θερμομόνωση δαπέδου σε επαφή με το έδαφος.....	117

4.1.9.	Κουφώματα.....	118
4.1.9.1.	Διατήρηση των υφιστάμενων κουφωμάτων και εφαρμογή εργασιών αναβάθμισης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς.....	119
4.1.9.2.	Αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα βελτιωμένα.....	121
4.2.	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	122
4.2.1.	Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, αερισμού.....	122
4.2.2.	Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.....	124
4.2.3.	Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.....	127
4.2.4.	Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις φωτισμού.....	128
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	130

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων εφαρμόζεται με στόχο την έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.), το οποίο αποτυπώνει την ενεργειακή συμπεριφορά (ενεργειακή απόδοση kWh/m<sup>2</sup>/έτος) του εξεταζόμενου κτηρίου. Η υποχρέωση έκδοσης Π.Ε.Α. επιβάλλεται μέσω του άρθρου 6 του ν.3661/2008, στις παρακάτω περιπτώσεις:

1. Μόλις ολοκληρωθεί η κατασκευή νέου κτηρίου ή η ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτηρίου. Τότε ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
2. Κατά την πώληση ή τη μίσθωση κτηρίων. Ο ιδιοκτήτης υποχρεούται να προσκομίσει στον αγοραστή ή στο μισθωτή του κτηρίου το αντίστοιχο Π.Ε.Α.

Επίσης σύμφωνα με σχετική εγκύκλιο 1603/4-10-2010 η οποία εκδόθηκε από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν.) της Ειδικής Γραμματείας Επιθεωρητών Περιβάλλοντος και Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, διευκρινίζονται τα εξής:

1. Η έκδοση ΠΕΑ απαιτείται μετά την ολοκλήρωση της κατασκευής νέου κτηρίου ή τη ριζική ανακαίνιση υφιστάμενου κτηρίου και συγκεκριμένα μετά την κατασκευή του κελύφους (τοποθέτηση κουφωμάτων, υαλοπινάκων, χρωματισμοί), την τοποθέτηση όλων των υδραυλικών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων και τη ρευματοδότησή του. Στην περίπτωση πώλησης ακινήτου βάσει σχεδίων, το ΠΕΑ εκδίδεται και προσκομίζεται μετά την πλήρη αποπεράτωση του κτηρίου μαζί με όλα τα απαραίτητα δικαιολογητικά προκειμένου να εξοφληθεί το ακίνητο.
2. Σε περίπτωση κτηρίων μεικτής χρήσης, το Π.Ε.Α. εκδίδεται ξεχωριστά για κάθε βασική κατηγορία χρήσης του κάθε τμήματος του κτηρίου, όπως αυτές ορίζονται στον Κτιριοδομικό Κανονισμό (κατοικίας, προσωρινής διαμονής, εμπορίου, εκπαίδευσης κ.ά.).
3. Στην περίπτωση της παραγράφου 2.9 του άρθρου 15 του Κ.Εν.Α.Κ. διευκρινίζεται ότι η τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ελέγχεται πάντοτε σε σχέση με την ενεργειακή κατηγορία που υποδεικνύεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, που έχει εκπονηθεί και θεωρηθεί από την πολεοδομική υπηρεσία. Συνεπώς, η συμμόρφωση και τα μέτρα βελτίωσης που οφείλει ο ιδιοκτήτης να εφαρμόσει, εντός προθεσμίας ενός έτους, πρέπει να καθιστούν το κτήριο ενεργειακά αποδοτικό σύμφωνα με τα οριζόμενα στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης αυτού.

Σύμφωνα πάντα με το άρθρο 6 του ν.3661/2008 όπως αυτό τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 (παράγραφος 5) του ν. 3851/2010, η ενεργειακή πιστοποίηση οριζόντιων ιδιοκτησιών κατά την έννοια του άρθρου 1 του ν. 3741/1929 (Φ.Ε.Κ. 4Α') και ιδιοκτησιών κατά την έννοια του άρθρου 1 του ν.δ.1024/1971 (Φ.Ε.Κ. 232Α') βασίζεται είτε σε μεμονωμένες πιστοποιήσεις των οριζόντιων ιδιοκτησιών (π.χ. διαμερίσματος είτε σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτηρίου, εφόσον πρόκειται για συγκροτήματα με κοινόχρηστα συστήματα θέρμανσης ή ψύξης, κ.ά. Η δαπάνη έκδοσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου βαρύνει κατά περίπτωση τον κύριο ή τους συγκυρίους ολόκληρου του κτηρίου, κατά το ποσοστό συγκυριότητας εκάστου. Το πιστοποιητικό που εκδίδεται για ένα κτήριο πολλών οριζόντιων ιδιοκτησιών, ισχύει τόσο για το σύνολο του κτηρίου, όσο και για κάθε οριζόντια ιδιοκτησία αυτού.

Σύμφωνα πάντα με το άρθρο 6 του ν. 3661/2008, το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου εκδίδεται από τους επιθεωρητές που εντάσσονται στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών, όπως αυτό καθορίζεται στο σχετικό προεδρικό διάταγμα (Π.Δ. 100/2010). Το Π.Ε.Α. ενός κτηρίου ή τμήματος κτηρίου εκδίδεται σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Κ.Εν.Α.Κ και ισχύει κατά ανώτατο όριο για δέκα (10) έτη. Εάν στο κτήριο γίνει ριζική ανακαίνιση ή προσθήκη σε έκταση που επηρεάζει την ενεργειακή

απόδοσή του, η ισχύς του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου λήγει κατά το χρόνο ολοκλήρωσης της ανακαίνισης ή της προσθήκης, πριν παρέλθει το διάστημα των δέκα (10) ετών.

Σε κτήρια, τα οποία χρησιμοποιούνται από δημόσιες υπηρεσίες και φορείς του ευρύτερου δημόσιου τομέα, τοποθετείται σε ευδιάκριτη θέση πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, η ισχύς του οποίου δεν μπορεί να υπερβαίνει τα δέκα (10) έτη.

Από την υποχρέωση έκδοσης Π.Ε.Α. εξαιρούνται οι περιπτώσεις κτηρίων που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν.3661/2008, όπως αυτό τροποποιήθηκε με το άρθρο 28 του νόμου 3889/2010 (ΦΕΚ 182 Α').

- Κτήρια και μνημεία που προστατεύονται από το νόμο ως μέρος συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή λόγω της ιδιαίτερης αρχιτεκτονικής ή ιστορικής αξίας τους, εφόσον η συμμόρφωση προς τις απαιτήσεις του Κανονισμού θα αλλοιώνε, κατά τρόπο μη αποδεκτό, το χαρακτήρα ή την εμφάνισή τους.
- Κτήρια που χρησιμοποιούνται ως χώροι λατρείας ή θρησκευτικών δραστηριοτήτων.
- Μη μόνιμα κτήρια, των οποίων η διάρκεια της χρήσης τους με βάση το σχεδιασμό τους δεν υπερβαίνει τα δύο (2) έτη, εκτός από τις κατοικίες που χαρακτηρίζονται ως «παραθεριστικές», δηλαδή με χρήση μέχρι 4 μήνες ετησίως και για τις οποίες, πλέον, δεν ισχύει η εξαίρεση από τις απαιτήσεις που καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ.
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις, βιοτεχνίες, χώροι αποθήκευσης, στάθμευσης αυτοκινήτων και πρατήρια υγρών καυσίμων .
- Εργαστήρια, δηλαδή τα κτήρια που στην πολεοδομική τους άδεια είναι χαρακτηρισμένα ως εργαστήρια λόγω των ειδικών συνθηκών λειτουργίας (θερμοκρασίας, υγρασία, παροχή νωπού αέρα κ.ά.), όπως ερευνητικά εργαστήρια, ιατρικά εργαστήρια, εργαστήρια παρασκευής τροφίμων, κ.ά.
- Κτήρια αγροτικών χρήσεων –πλην κατοικιών– με χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις.
- Αυτοτελή κτήρια, με συνολική επιφάνεια κάτω των πενήντα (50) m<sup>2</sup>.

Με κοινή απόφαση των συναρμόδιων υπουργείων, καθορίζονται οι ειδικότεροι όροι έκδοσης και διάθεσης του Π.Ε.Α, καθώς και οι διοικητικές κυρώσεις σε βάρος του υπόχρεου, σε περίπτωση μη έκδοσης ή μη διάθεσής του. Με την ίδια απόφαση καθορίζεται, σε περίπτωση επιβολής προστίμου, η διαδικασία είσπραξης αυτού, καθώς και κάθε άλλη αναγκαία λεπτομέρεια.

### 1.1. ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Η ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου διεξάγεται **αποκλειστικά** από επιθεωρητή εγγεγραμμένο στο μητρώο των ενεργειακών επιθεωρητών κτηρίων, το οποίο τηρείται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Επ.Εν. Το μητρώο ενεργειακών επιθεωρητών καταρτίζεται υπό τη μορφή ηλεκτρονικής βάσης δεδομένων και σ' αυτό εγγράφονται με αύξοντα αριθμό μητρώου όσοι αποκτούν άδεια ενεργειακού επιθεωρητή σύμφωνα με τις διατάξεις του Π.Δ. 100/2010 με όλα τα απαιτούμενα στοιχεία τους. Ο αριθμός μητρώου του ενεργειακού επιθεωρητή αναγράφεται υποχρεωτικά στην άδεια ενεργειακού επιθεωρητή που κατέχει και θα πρέπει να αναφέρεται σε όλα τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης κτηρίων (Π.Ε.Α.) που εκδίδει.

Ο επιθεωρητής δεν μπορεί να διενεργήσει επιθεώρηση σε κτήριο ή τμήμα αυτού, εφόσον:

- συμμετείχε με οποιοδήποτε τρόπο, ο ίδιος ή νομικό πρόσωπο του οποίου είναι μέλος στη μελέτη ή κατασκευή ή επίβλεψη ή διαχείριση ή λειτουργία ή συντήρηση τού προς επιθεώρηση ακινήτου,

- έχει ο ίδιος ή συγγενής του έως β' βαθμού ή νομικό πρόσωπο, του οποίου ο ίδιος είναι μέλος, δικαίωμα κυριότητας, νομής ή κατοχής,
- είναι μέλος της Γνωμοδοτικής Επιτροπής Ενεργειακών Επιθεωρητών (Γ.Επ.Ε.Ε.) και για το χρονικό διάστημα της θητείας του.

Το πλαίσιο που διέπει τη διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων παρουσιάζεται:

- στο νόμο 3661/2008 και στις τροποποιήσεις του με τους νόμους 3851/2010 και 3889/2010.
- στον Κ.Εν.Α.Κ.
- στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 σχετικά με τις παραμέτρους υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.
- στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-4/2010 σχετικά με τα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε., τα οποία κατευθύνουν τον επιθεωρητή για τα δεδομένα που πρέπει να συλλέξει και τους τρόπους συλλογής και προσδιορισμού τους,
- στο Π.Δ. 100/2010.
- σε τρεις διευκρινιστικές εγκυκλίους που έχουν εκδοθεί από το Υ.ΠΕ.Κ.Α.



## 2. ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΗΡΙΩΝ

Στο άρθρο 15 του Κ.Εν.Α.Κ. αναφέρεται η τυπική διαδικασία για την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου, η οποία περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:

1. **Ανάθεση ενεργειακής επιθεώρησης** από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου κατόπιν προσκλήσεως προς τον ενεργειακό επιθεωρητή. Κατά την ανάθεση, γίνεται η αρχική ενημέρωση από τον επιθεωρητή για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης και διατυπώνονται οι συμβατικές υποχρεώσεις του επιθεωρητή και του ιδιοκτήτη του ακινήτου. Ο επιθεωρητής κατά την ανάθεση ενεργειακής επιθεώρησης, ενημερώνει τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή για τις πληροφορίες που θα χρειαστεί για τη διενέργεια της επιθεώρησης και συλλέγει όλα τα διαθέσιμα στοιχεία του κτηρίου, όπως αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια και μελέτες του κτηρίου, μελέτη θερμομόνωσης (εφόσον υπάρχει), πιστοποιητικά και δελτία αποστολής υλικών, κ.ά. Επιπλέον, εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους, προκειμένου να διευκολύνει την επιθεώρησή τους.
2. **Ηλεκτρονική έκδοση του αριθμού πρωτοκόλλου της ενεργειακής επιθεώρησης.** Ο επιθεωρητής επισκέπτεται την ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr), καταχωρεί τα γενικά στοιχεία του ακινήτου που πρόκειται να επιθεωρήσει και λαμβάνει ηλεκτρονικά έναν αριθμό πρωτοκόλλου από το πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.Επ.Εν. Ο συγκεκριμένος αριθμός πρωτοκόλλου συνοδεύει όλη τη διαδικασία μέχρι το πέρας της, καθώς και τα σχετικά έγγραφα που υποβάλλονται ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Επ.Εν. και παραλαμβάνει ο ιδιοκτήτης. Επίσης, από την ίδια ιστοσελίδα ο επιθεωρητής λαμβάνει ένα αρχείο (xml), το οποίο περιέχει τα γενικά στοιχεία του προς επιθεώρηση κτηρίου και είναι απαραίτητο για την ολοκλήρωση της επιθεώρησης.
3. **Επιθεώρηση του κτηρίου με επί τόπου επίσκεψη** για τη συλλογή των απαιτούμενων δεδομένων και την επαλήθευση των στοιχείων που του έχουν παρασχεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή. Σ' αυτό το στάδιο συλλέγονται από τον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτηρίου, ενώ παράλληλα καταγράφονται και όσα στοιχεία είναι απαραίτητα και δεν περιλαμβάνονται στις διαθέσιμες μελέτες και σχέδια. Η συλλογή των στοιχείων για το υπό επιθεώρηση κτήριο κατά τη διάρκεια της επιτόπιας επίσκεψης του ενεργειακού επιθεωρητή γίνεται με τη βοήθεια των σχετικών εντύπων ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010. Ιδιαίτερα σε κτήρια μεγάλης επιφάνειας και σύνθετων Η/Μ εγκαταστάσεων ο επιθεωρητής μπορεί να προβεί στη διεξαγωγή μετρήσεων ορισμένων μεγεθών με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού. Επίσης κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης ο επιθεωρητής μπορεί να ενημερωθεί για τυχόν ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών του κτηρίου, τα σχέδια συντήρησης ή ανακαίνισης, τα προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κ.τ.λ. Για τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, ο επιθεωρητής ελέγχει επίσης την πιστή εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή του κτηρίου, διασταυρώνοντας ορισμένα στοιχεία, π.χ. τις ποσότητες των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν (από τα δελτία αποστολής) και τις ιδιότητές τους (από τα πιστοποιητικά που τα συνοδεύουν) σε σχέση με αυτά που προέβλεπε η μελέτη.
4. **Υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτηρίου.** Κατ' αυτό το στάδιο γίνεται η επεξεργασία και ο ακριβής προσδιορισμός των δεδομένων, οι υπολογισμοί και η ανάλυση των αποτελεσμάτων. Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτηρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, βασικό

εργαλείο αποτελεί το λογισμικό TEE-KENAK, το οποίο ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον Κ.Εν.Α.Κ. και τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση των υπολογισμών προσδιορίζεται η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $kWh/m^2/έτος$ ) του εξεταζόμενου κτηρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και κατατάσσεται το εξεταζόμενο κτήριο σε μια ενεργειακή κατηγορία.

5. **Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου:** Ο επιθεωρητής λαμβάνοντας υπόψη την υφιστάμενη κατάσταση του κτηρίου και την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών, διατυπώνει προτάσεις εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου. Αυτές οι προτάσεις εξετάζονται και οικονομοτεχνικά, μέσω υπολογισμών από το λογισμικό TEE-KENAK.
6. **Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου (Π.Ε.Α.):** Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Επ.Εν. το αρχείο δεδομένων (xml), το οποίο καταχωρείται επίσης ηλεκτρονικά στο αρχείο επιθεώρησης κτηρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου.

Τα παραπάνω στάδια της ενεργειακής επιθεώρησης παρουσιάζονται αναλυτικά στις ενότητες που ακολουθούν.

## 2.1. ΑΝΑΘΕΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΣΤΟΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΕΠΙΘΕΩΡΗΤΗ

### 2.1.1. Ενημέρωση και όροι συμφωνίας

Ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής επιλέγει αρχικά έναν επιθεωρητή από το μητρώο των ενεργειακών επιθεωρητών κτηρίων και του αναθέτει την επιθεώρηση του κτηρίου του. Κατά την αρχική συνάντηση του επιθεωρητή με τον υπεύθυνο του κτηρίου καταγράφεται η διαθεσιμότητα ή η έλλειψη των απαιτούμενων πληροφοριών. Στη δεύτερη περίπτωση, ο επιθεωρητής οφείλει να υποδείξει στον υπεύθυνο του κτηρίου τους τρόπους εξασφάλισης αυτών των δεδομένων, π.χ. μέσω ακριβούς αποτύπωσης των κτηριακών εγκαταστάσεων ή διενέργειας των απαιτούμενων ελέγχων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων (ανάλυσης καυσαερίων και σύνταξης φύλλου συντήρησης των εστιών καύσης (λέβητα - καυστήρα, κ.ά.). Κατά την ανάθεση της ενεργειακής επιθεώρησης, μεταξύ επιθεωρητή και ιδιοκτήτη / διαχειριστή γίνεται σχετική ενημέρωση και συμφωνία για τα εξής:

- Τη διαδικασία και τη διάρκεια εκπόνησης της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου.
- Τις υποχρεώσεις του ενεργειακού επιθεωρητή κατά την επιθεώρηση, όπως η καταγραφή των απαραίτητων στοιχείων για τη διεξαγωγή και ολοκλήρωση της επιθεώρησης, η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και η διατύπωση υποδείξεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.
- Τις υποχρεώσεις του ιδιοκτήτη / διαχειριστή για την παροχή στοιχείων και δεδομένων του κτηρίου που απαιτούνται για τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης, όπως γενικές πληροφορίες για τη χρήση, λειτουργία και κατασκευή του κτηρίου, το ιδιοκτησιακό καθεστώς, αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια του κτηρίου, αρχιτεκτονικές και ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες, μελέτη θερμομόνωσης, φύλλα συντήρησης Η/Μ εγκαταστάσεων.
- Την αμοιβή του ενεργειακού επιθεωρητή σύμφωνα με τα οριζόμενα στο Π.Δ 100/2010.
- Την εξασφάλιση προστασίας (συμπεριλαμβανομένου του απορρήτου) των δεδομένων του κτηρίου που καταγράφει ο επιθεωρητής.
- Τη δυνατότητα πρόσβασης του επιθεωρητή σε όλους τους εσωτερικούς και εξωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους του κτηρίου που είναι προς επιθεώρηση.

Ο ιδιοκτήτης/διαχειριστής είναι υποχρεωμένος να παράσχει, εφόσον του ζητηθεί από τον επιθεωρητή, τα απαραίτητα έγγραφα που σχετίζονται με την κατασκευή του κτηρίου όπως σχέδια, μελέτες κ.ά. Σε περίπτωση που η αρχιτεκτονική μελέτη δεν υφίσταται, π.χ. λόγω απώλειάς της, ή σε περίπτωση που στα αρχιτεκτονικά σχέδια δεν αποτυπώνεται η πραγματική μορφή του κτηρίου, ο υπεύθυνος του κτηρίου (ιδιοκτήτης / διαχειριστής) θα πρέπει να αναθέσει την αποτύπωση των τεχνικών χαρακτηριστικών του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονικών και Η/Μ σχεδίων) σε αρμόδιο μηχανικό, όπως ορίζεται στην ισχύουσα νομοθεσία. Η αμοιβή για την αποτύπωση του κτηρίου επιβαρύνει τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή και δεν περιλαμβάνεται στην αμοιβή του επιθεωρητή για την ενεργειακή επιθεώρηση και πιστοποίηση του κτηρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 15 του Κ.Εν.Α.Κ. δεν αποτελεί υποχρέωση του ενεργειακού επιθεωρητή η ακριβής αποτύπωση τού προς επιθεώρηση κτηρίου. Ο επιθεωρητής, εφόσον το επιθυμεί και κατόπιν συμφωνίας με τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου, δύναται να κάνει ο ίδιος αποτύπωση των κτηριακών εγκαταστάσεων που απαιτείται για την ενεργειακή επιθεώρηση, με την καθορισμένη από τη νομοθεσία σχετική αμοιβή.

Ο υπεύθυνος του κτηρίου είναι επίσης υποχρεωμένος να προσκομίσει στον επιθεωρητή, τα φύλλα ανάλυσης καυσαερίων και συντήρησης των εστιών καύσης (λέβητα - καυστήρα). Η διαδικασία ανάλυσης καυσαερίων και συντήρησης των εστιών καύσης είναι υποχρεωτική σύμφωνα με την Κ.Υ.Α. 10315/93 σε ετήσια ή εξαμηνιαία βάση ανάλογα με τη θερμική ισχύ των εστιών καύσης.

### 2.1.2. Προετοιμασία ενεργειακής επιθεώρησης

Στην περίπτωση κτηρίων μεγάλης επιφάνειας, κυρίως του τριτογενούς τομέα, με πολύπλοκες ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, θα ήταν σκόπιμο ο επιθεωρητής να προετοιμαστεί κατάλληλα πριν από την ενεργειακή επιθεώρηση, καθώς πρέπει να συλλέξει πληθώρα δεδομένων και τεχνικών προδιαγραφών των κτηριακών συστημάτων και εγκαταστάσεων. Η προετοιμασία δίνει στον ενεργειακό επιθεωρητή τη δυνατότητα να αποκτήσει και μια γενικότερη εικόνα για τη λειτουργία και την κατάσταση τού υπό επιθεώρηση κτηρίου. Στην περίπτωση κτηρίων μεγάλης επιφάνειας (πχ. ξενοδοχειακής μονάδας, νοσοκομείου, κ.ά.), η ενεργειακή επιθεώρηση μπορεί να διαρκέσει αρκετές ημέρες ίσως και εβδομάδες.

Κατά την προετοιμασία ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής ή τεχνικός υπεύθυνος ενημερώνεται αναλυτικότερα από τον επιθεωρητή για το σκοπό, τη διαδικασία επιθεώρησης του κτηρίου και τη μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου που θα εφαρμοστεί κατά την ενεργειακή επιθεώρηση.

Κατά την προετοιμασία ενεργειακής επιθεώρησης γίνονται οι απαραίτητες συναντήσεις μεταξύ του επιθεωρητή και του ιδιοκτήτη / διαχειριστή ή του αρμόδιου τεχνικού υπεύθυνου που συνήθως υπάρχει στα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Αυτές οι συναντήσεις αποσκοπούν στη συγκέντρωση όλων των απαραίτητων στοιχείων και πληροφοριών για το προς επιθεώρηση κτήριο και τη διάθεσή τους στον επιθεωρητή, σύμφωνα με αυτά που έχουν ήδη συμφωνηθεί κατά την ανάθεση της επιθεώρησης. Σ' αυτά τα στοιχεία ενδεικτικά συμπεριλαμβάνονται:

- Μελέτες, σχέδια και δεδομένα για τις κτηριακές και Η/Μ εγκαταστάσεις του κτηρίου (π.χ. αρχιτεκτονική μελέτη, μελέτη θερμομόνωσης, μελέτη διαστασιολόγησης Η/Μ συστημάτων, αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων κ.τ.λ.).
- Σχέδια ανακαίνισης ή επέκτασης των κτηριακών εγκαταστάσεων, περιλαμβανομένης και της εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, συμπαραγωγής και άλλων τεχνολογιών υψηλής απόδοσης.

- Τυχόν διαθέσιμες μετρήσεις για καταναλώσεις ενέργειας ανά τελική χρήση ή καύσιμο. Αυτές οι μετρήσεις μπορεί να είναι διαθέσιμες μέσω συστημάτων ελέγχου και διαχείρισης λειτουργίας του κτηρίου (BEMS) ή από λογαριασμούς ηλεκτρικού ρεύματος, κ.τ.λ.
- Πληροφορίες για τις προγραμματισμένες διαδικασίες συντήρησης και ελέγχου των κτηριακών και Η/Μ εγκαταστάσεων, καθώς και τη συχνότητα διενέργειάς τους (σχετικά φύλλα ελέγχου).
- Αναγκαίες ή προγραμματισμένες επεμβάσεις του ιδιοκτήτη / διαχειριστή, σχετικές με τη λειτουργία του κτηρίου και με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και των συνθηκών άνεσης. Συγκεκριμένα, ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής μπορεί να έχει ήδη εντοπίσει τις ανάγκες και τα προβλήματα λειτουργίας που σχετίζονται με την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου, για τα οποία ο επιθεωρητής μπορεί να υποδείξει κατάλληλους τρόπους αντιμετώπισής τους. Ως παράδειγμα αναφέρονται προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος (υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες εσωτερικών χώρων, εμφάνιση υγρασίας, οσμές κ.τ.λ.), που μπορεί να προέρχονται από την κακή λειτουργία και ανεπαρκή συντήρηση των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτηρίου.

## 2.2. ΕΚΔΟΣΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ

Μετά την ανάθεση ενεργειακής επιθεώρησης και εφόσον ο επιθεωρητής έχει συλλέξει τα απαραίτητα γενικά στοιχεία του κτηρίου, γίνεται ηλεκτρονική έκδοση του αριθμού πρωτοκόλλου (Α.Π.) της ενεργειακής επιθεώρησης από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν.). Η έκδοση του αριθμού πρωτοκόλλου γίνεται κατόπιν ηλεκτρονικής καταχώρησης των γενικών στοιχείων του κτηρίου στο αρχείο επιθεωρήσεως κτηρίων στην ιστοσελίδα [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr).

Ο αριθμός πρωτοκόλλου της ενεργειακής επιθεώρησης θα χρησιμοποιηθεί περαιτέρω και κατά την καταχώρηση των δεδομένων του κτηρίου στην ιστοσελίδα [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr) προκειμένου για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Ο επιθεωρητής, χρησιμοποιώντας τον αριθμό μητρώου του, μπορεί επίσης να διορθώσει ή να συμπληρώσει τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, εφόσον δεν έχει γίνει οριστική υποβολή του ηλεκτρονικού αρχείου για την έκδοση του Π.Ε.Α.

Με τον αριθμό πρωτοκόλλου ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής μπορεί να ζητήσει από την Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., οποιαδήποτε περαιτέρω διευκρίνιση ή διόρθωση ή επεξήγηση ή να υποβάλει ένσταση σχετικά με την διαδικασία πιστοποίησης του κτηρίου του.

Στα γενικά στοιχεία του κτηρίου καταχωρείται και ο αριθμός κτηματολογίου του ακινήτου. Αυτός ο αριθμός είναι απαραίτητος για τον ακριβή προσδιορισμό της θέσης του ακινήτου. Σε περίπτωση πολλών οριζόντιων ιδιοκτησιών μέσα σε ένα κτήριο (π.χ. πολλών διαμερισμάτων μέσα σε μια πολυκατοικία), όπου υπάρχουν πολλοί αριθμοί κτηματολογίου, ένας για κάθε οριζόντια ιδιοκτησία, τότε αρκεί η καταχώρηση ενός και μόνο από τους αριθμούς κτηματολογίου του κτηρίου. Τα πρώτα ψηφία του αριθμού είναι κοινά και προσδιορίζουν τη θέση του οικοπέδου.

## 2.3. ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ – ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το τρίτο και ουσιαστικότερο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου είναι η επί τόπου επίσκεψη στο κτήριο για συλλογή των απαραίτητων δεδομένων. Κατά την επί τόπου επίσκεψη των κτηριακών εγκαταστάσεων πρέπει να καταγραφούν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, με παράλληλη χρήση όσων στοιχείων έχουν συλλεχθεί από τις διαθέσιμες μελέτες και σχέδια του κτηρίου τα οποία θα πρέπει να επαληθεύονται.

### 2.3.1. Μετρητικός εξοπλισμός

Κατά τη διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης ο επιθεωρητής πρέπει να συλλέξει τα διαθέσιμα στοιχεία (μελέτες, σχέδια, κ.ά.) που απαιτούνται για τον προσδιορισμό των δεδομένων υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου. Ειδικότερα στην περίπτωση κτηρίων μεγάλης επιφάνειας με πολύπλοκες Η/Μ εγκαταστάσεις, πέρα από την απλή καταγραφή των στοιχείων του, δύναται να χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εξοπλισμός για τη μέτρηση και επαλήθευση των διαφόρων παραμέτρων που συμβάλλουν στην ακριβή αποτύπωση των κτηριακών εγκαταστάσεων και των συνθηκών λειτουργίας. Ο ενεργειακός επιθεωρητής εφόσον επιθυμεί μπορεί να προβεί σε εξειδικευμένες μετρήσεις.

Ο βασικός μετρητικός εξοπλισμός που μπορεί να χρησιμοποιείται από τον ενεργειακή επιθεωρητή, σχετίζεται με τα εξής στοιχεία:

- Τις μετρήσεις των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κτηρίου (ύψους, διαστάσεων ανοιγμάτων, προβόλων, κ.τ.λ.). Στην αγορά υπάρχουν διαθέσιμα ηλεκτρονικές συσκευές που με μεγάλη ακρίβεια και ευκολία καταγράφουν γεωμετρικές διαστάσεις.
- Τον ποιοτικό έλεγχο της κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτηρίου και κυρίως όσων σχετίζονται με την εφαρμογή της θερμομόνωσης. Ο ποιοτικός έλεγχος κατασκευής δομικών στοιχείων, γίνεται με θερμοφωτογράφιση ή άλλου τύπου θερμοκρασιακό έλεγχο μιας επιφάνειας. Σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει δυνατότητα προσδιορισμού θερμοφυσικών ιδιοτήτων, όπως η θερμοπερατότητα των δομικών στοιχείων.
- Την κατανάλωση ενέργειας των Η/Μ συστημάτων (για τη θέρμανση, ψύξη & κλιματισμό χώρων, την παροχή ζεστού νερού χρήσης, το φωτισμό, κ.ά.). Η κατανάλωση ενέργειας μπορεί να προσδιοριστεί με κατάλληλες συσκευές μέτρησης απορροφούμενης ηλεκτρικής ισχύος (π.χ. σε αντλία θερμότητας) ή κατανάλωσης καυσίμου (π.χ. μονάδες λέβητα - καυστήρα).
- Την ένταση και την τάση ηλεκτρικού ρεύματος, την απορροφούμενη ηλεκτρική ή θερμική ισχύ, το συντελεστή ισχύος και την ποιότητα ηλεκτρικού ρεύματος (αρμονικές κ.ά.),
- Τα επίπεδα φωτισμού και την απορροφούμενη ισχύ από τα συστήματα φωτισμού. Η καταγραφή των επιπέδων φωτισμού γίνεται με την χρήση λουξόμετρων.
- Τις εσωτερικές συνθήκες των χώρων, όπως θερμοκρασίας, υγρασίας, κυκλοφορίας αέρα κ.ά. με τη χρήση του κατάλληλου εξοπλισμού στιγμιαίας μέτρησης ή εξοπλισμού καταγραφής διαρκείας (data loggers).

### 2.3.2. Καταγραφή και προσδιορισμός δεδομένων

Η βασική διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η επί τόπου επίσκεψη του επιθεωρητή και η επιθεώρηση των κτηριακών εγκαταστάσεων για την καταγραφή και επαλήθευση των στοιχείων που έχουν διατεθεί από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή.

Κατά την επί τόπου επίσκεψη και επιθεώρηση του κτηρίου συμπληρώνονται τα τυποποιημένα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου που καθορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 και περιλαμβάνουν όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καθώς και άλλα στοιχεία των κτηριακών και ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων που σχετίζονται με την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου και τα οποία καταγράφονται προς το παρόν για στατιστικούς λόγους και περαιτέρω αξιοποίηση από την Ε.Υ.Επ.Εν. Η Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, εκτός από τα τυποποιημένα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου, περιλαμβάνει και τις σχετικές οδηγίες για τη συγκέντρωση και επαλήθευση των απαιτούμενων δεδομένων.

Μέρος των στοιχείων που καταγράφονται στα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης λαμβάνονται από τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν κατά το στάδιο ανάθεσης ή/και προετοιμασίας της ενεργειακής επιθεώρησης και κυρίως από:

- τα αρχιτεκτονικά και ηλεκτρομηχανολογικά σχέδια και οι μελέτες σχεδιασμού του κτηρίου. Από τις μελέτες και τα σχέδια μπορεί να γίνει ο αρχικός προσδιορισμός των γεωμετρικών στοιχείων του κτηρίου και των τεχνικών προδιαγραφών των εγκαταστάσεων θέρμανσης,
- τα δελτία αποστολής και τα πιστοποιητικά με τις τεχνικές προδιαγραφές των δομικών υλικών και Η/Μ συστημάτων (εφόσον είναι διαθέσιμα), λαμβανομένου υπόψη ότι για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια τα πιστοποιητικά είναι απαραίτητο να συνοδεύουν το φάκελο του κτηρίου που πρέπει να διατηρεί ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής,
- το αρχείο συντήρησης των κτηριακών και Η/Μ εγκαταστάσεων (εφόσον υπάρχει),
- τις καταναλώσεις ενέργειας (ηλεκτρισμού, πετρελαίου, κ.ά.), όπως αυτές προσδιορίζονται από τους αντίστοιχους λογαριασμούς ή από το τυχόν διαθέσιμο σύστημα ελέγχου, καταγραφής και διαχείρισης λειτουργίας του κτηρίου.
- άλλες σχετικές πληροφορίες και παρατηρήσεις που παρέχει ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής ή ο τεχνικός υπεύθυνος.

Επιπλέον, στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται κατευθυντήριες οδηγίες και επεξηγήσεις για τη διαδικασία επιλογής των κατάλληλων δεδομένων και παραμέτρων ανάλογα με τα τεχνικά χαρακτηριστικά τού υπό εξέταση κτηρίου, τα οποία θα πρέπει να καταγραφούν και να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Επίσης η συγκεκριμένη Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. περιέχει παραδοχές και εναλλακτικές τιμές, που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που δεν είναι διαθέσιμα κάποια δεδομένα ή άλλες παράμετροι.

Κατ' αυτό το στάδιο τα δεδομένα του κτηρίου που καταγράφονται θα χρησιμοποιηθούν για τους απαραίτητους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και για την κατάταξη του κτηρίου, καθώς και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Οι υπολογισμοί γίνονται με τη χρήση του λογισμικού, το οποίο χρησιμοποιείται κατά την ενεργειακή επιθεώρηση.

Ο επιθεωρητής επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα και τις διαθέσιμες πληροφορίες που συλλέγει γύρω από το κτήριο και συμπληρώνει το τυποποιημένο έντυπο. Τα κύρια βήματα για την συμπλήρωση του τυποποιημένου εντύπου ενεργειακής επιθεώρησης δίνονται αναλυτικά στις επόμενες παραγράφους.

### 2.3.2.1. Διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες

Για την καταγραφή των δεδομένων και τεχνικών χαρακτηριστικών ενός κτηρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης ο επιθεωρητής θα πρέπει αρχικά να διαχωρίσει το κτήριο σε θερμικές ζώνες. Όλα τα δεδομένα συλλέγονται ανά θερμική ζώνη, όπως απαιτείται και στη μεθοδολογία υπολογισμών για τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Οι θερμικές ζώνες είναι χώροι με παρόμοια χρήση και ίδιες συνθήκες λειτουργίας.

Ο καθορισμός ανεξάρτητων διαφορετικών θερμικών ζωνών, σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010), το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790:2009 και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 2.2), εφαρμόζεται στις περιπτώσεις:

- Όταν η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K (4°C) σε σχέση με τα άλλα τμήματα του κτηρίου κατά τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Όταν υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση και προφίλ λειτουργίας. Για παράδειγμα, σε ένα νοσοκομείο υπάρχουν αίθουσες νοσηλείας, γραφείων, χειρουργείων, ειδικών ιατρικών μηχανημάτων, εργαστηρίων κ.ά. Οι χώροι διαφορετικών χρήσεων συνήθως έχουν

διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες σχεδιασμού (θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, νωπού αέρα κ.τ.λ.).

- Όταν υπάρχουν χώροι στο κτήριο, που εξυπηρετούνται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού.
- Όταν υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν πολύ μεγάλες (σε σχέση με το υπόλοιπο κτήριο) ανταλλαγές ενέργειας (π.χ. εσωτερικά ή/και ηλιακά κέρδη, θερμικές απώλειες). Για παράδειγμα, οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους.
- Όταν υπάρχουν χώροι που καλύπτονται από ενιαίο σύστημα μηχανικού αερισμού (παροχής νωπού αέρα ή κλιματισμού), των οποίων η επιφάνεια είναι μικρότερη από το 80% της συνολικής επιφάνειας του κτηρίου.

Ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του επιθεωρητή. Πάντως, κατά τον καθορισμό τους πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια που αναφέρονται στο άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και στην παράγραφο 2.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ο διαχωρισμός σε θερμικές ζώνες αφορά κυρίως στα κτήρια του τριτογενούς τομέα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία κ.ά., που αποτελούνται από χώρους με εντελώς διαφορετικές εσωτερικές συνθήκες και ωράριο λειτουργίας. Ιδιαίτερα για τα κτήρια κατοικιών και για μικρά κτήρια του τριτογενούς τομέα, όπως τα κτήρια γραφείων, η ακρίβεια των υπολογισμών για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτηρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που προκύπτουν από την εφαρμογή των προτεινόμενων κριτηρίων. Ως εκ τούτου, προτείνεται ο διαχωρισμός του κτηρίου σε ζώνες να είναι κατά το δυνατόν μικρότερος. Αν το εξεταζόμενο κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές στις συνθήκες λειτουργίας μεταξύ των επί μέρους τμημάτων του, η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Γενικότερα, για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται:

- ο καθορισμός του μικρότερου δυνατού αριθμού θερμικών ζωνών στο κτήριο για ευκολία και συντομία στην εκπόνηση της επιθεώρησης και των υπολογισμών,
- ο καθορισμός των θερμικών ζωνών από τον επιθεωρητή να γίνεται αφότου αποκτήσει μια ολοκληρωμένη εικόνα των κτηριακών εγκαταστάσεων,
- κάθε επιφάνεια θερμικής ζώνης μικρότερη από 10% της συνολικής επιφάνειας των άλλων θερμικών ζωνών με παρόμοιες συνθήκες να κατανέμεται σε αυτές τις ζώνες.

### 2.3.2.2. Προσδιορισμός συνθηκών λειτουργίας κτηρίου

Οι πραγματικές εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας καθώς και το ωράριο λειτουργίας ενός κτηρίου μπορεί να διαφέρουν κατά περίπτωση, ανάλογα με τη χρήση ή/και τους χρήστες του κτηρίου. Γι' αυτό το λόγο στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παραγράφους 2.3. και 2.4.) καθορίζονται σε εθνικό επίπεδο συγκεκριμένες τιμές για τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης και σύμφωνα πάντα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τις ισχύουσες τεχνικές οδηγίες σχεδιασμού συστημάτων θέρμανσης/ψύξης/αερισμού. Με την παραδοχή και χρήση καθορισμένων τιμών για τις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης προσδιορίζεται κατά τους υπολογισμούς η εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας, η οποία και τελικά θα χαρακτηρίζει την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου. Οι συνθήκες λειτουργίας του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου είναι οι εξής:

- Η χρονική περίοδος και το ωράριο λειτουργίας του κτηρίου.
- Η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- Η επιθυμητή σχετική υγρασία του χώρου κατά τη θερινή και τη χειμερινή περίοδο.
- Ο απαιτούμενος νωπός αέρας του χώρου.

- Η στάθμη γενικού φωτισμού του χώρου.
- Η τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης ανά τύπο κτηρίου.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, η εισαγωγή των δεδομένων που αφορούν στις εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας ενός χώρου στο λογισμικό γίνεται αυτόματα με την επιλογή της χρήσης του κτηρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν χρειάζεται να προσδιορίσει και να συμπληρώσει τα δεδομένα για τις εσωτερικές συνθήκες του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης στο έντυπο επιθεώρησης, παρά μόνο τη χρήση: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.τ.λ. Όταν η χρήση του υπό εξέταση κτηρίου δεν περιλαμβάνεται στις βασικές κατηγορίες ή χρήσεις κτηρίων σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό, τότε επιλέγεται ως χρήση κτηρίου αυτή με το πλησιέστερο προφίλ λειτουργίας, όπως εσωτερικών συνθηκών λειτουργίας, ωραρίου λειτουργίας κ.τ.λ.

Παρ' όλα αυτά, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ελέγξει εάν πληρούνται οι συνθήκες άνεσης (θερμικής, οπτικής και ακουστικής) στους χώρους του υπό εξέταση κτηρίου και να τα εισαγάγει τις αντίστοιχες πληροφορίες στο λογισμικό, οι οποίες και καταγράφονται για στατιστικούς λόγους.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, λαμβάνονται υπόψη και τα εσωτερικά κέρδη (θερμικά φορτία), τα οποία συνεισφέρουν στη μείωση των φορτίων θέρμανσης χώρων και επιβαρύνουν τα φορτία ψύξης. Ως εσωτερικά θερμικά κέρδη ενός κτηρίου ή μιας θερμικής ζώνης θεωρούνται:

- η εκλυόμενη θερμότητα από τα ηλεκτρικά συστήματα φωτισμού (αισθητή θερμότητα),
- η εκλυόμενη θερμότητας από τους χρήστες (αισθητή και λανθάνουσα θερμότητα), η οποία καθορίζεται ανάλογα με τη δραστηριότητά τους, δηλαδή ανάλογα με τη χρήση των χώρων,
- ο ηλεκτρικός εξοπλισμός και οι συσκευές του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη από τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού και άλλων εγκαταστάσεων, τα οποία συνήθως βρίσκονται σε ανεξάρτητους μη θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου.

Ανάλογα με το είδος των εσωτερικών κερδών και τη χρήση του κτηρίου καθορίζεται και ο αντίστοιχος συντελεστής ετεροχρονισμού, βάσει του οποίου εκτιμάται η πραγματική έκλυση θερμότητας στον εκάστοτε χώρο. Στην παράγραφο 2.6. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται αναλυτικά σε πίνακες οι τιμές για εσωτερικά κέρδη από τους χρήστες και τις συσκευές, καθώς επίσης και ο συντελεστής παρουσίας χρηστών και ο συντελεστής ετεροχρονισμού για τις συσκευές.

Η εισαγωγή των δεδομένων για τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου γίνεται αυτόματα, με την επιλογή της χρήσης του κτηρίου. Επομένως, ο επιθεωρητής δεν χρειάζεται να συλλέξει και να συμπληρώσει τα αντίστοιχα δεδομένα για την εκλυόμενη θερμότητα από ηλεκτρικές συσκευές και χρήστες στο έντυπο επιθεώρησης, παρά μόνο να προσδιορίσει τη χρήση του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης: π.χ. ξενοδοχείο, νοσοκομείο, κατοικία, κ.τ.λ.

### 2.3.2.3. Αποτύπωση της γεωμετρίας του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών

Τα γεωμετρικά στοιχεία του κτηρίου είναι μερικές από τις πιο βασικές παραμέτρους που εισάγονται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Ο επιθεωρητής καταγράφει τα απαιτούμενα γεωμετρικά δεδομένα του κτηρίου με βάση τα αρχιτεκτονικά του σχέδια. Σε περίπτωση απόκλισης των γεωμετρικών δεδομένων του κτηρίου από τα σχέδια ή έλλειψης αρχιτεκτονικών σχεδίων, ο επιθεωρητής έχει δύο εναλλακτικές λύσεις:

- Να κάνει αποτύπωση των αποκλίσεων των γεωμετρικών δεδομένων του κτηρίου επάνω στα υφιστάμενα αρχιτεκτονικά σχέδια, με την προϋπόθεση ότι το κτήριο είναι μικρής επιφάνειας



και η αποτύπωση των αποκλίσεων μπορεί να συμβάλει αποτελεσματικά στην εκτίμηση των γεωμετρικών δεδομένων που απαιτούνται. Σε καμία περίπτωση, ο επιθεωρητής δεν είναι υποχρεωμένος να κάνει αυτήν την αποτύπωση συντάσσοντας νέα σχέδια.

- Να ζητήσει από τον ιδιοκτήτη / διαχειριστή ή τον τεχνικό υπεύθυνο του κτηρίου την ακριβή αποτύπωση των κτηριακών εγκαταστάσεων σε νέα αρχιτεκτονικά σχέδια πριν από τη διεξαγωγή της επιθεώρησης του κτηρίου. Η αποτύπωση και η σύνταξη των νέων σχεδίων θα πρέπει να γίνει από αρμόδιο μηχανικό σύμφωνα με τα όσα ορίζει η νομοθεσία. Σε περίπτωση που υπάρχουν αντίγραφα σχεδίων στην αρμόδια διεύθυνση πολεοδομίας, ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής μπορεί να ζητήσει αντίγραφο και να το προσκομίσει για την επιθεώρηση.

Κατά την καταγραφή των γεωμετρικών παραμέτρων του κτηρίου στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης θα πρέπει να εφαρμόζονται τα εξής:

- Ο έλεγχος των αρχιτεκτονικών σχεδίων και η καταγραφή στα έντυπα επιθεώρησης όλων των απαραίτητων γεωμετρικών δεδομένων του κτηρίου.
- Η επιβεβαίωση των γεωμετρικών δεδομένων κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης. Σε περίπτωση επέκτασης ή τροποποίησης των χώρων (π.χ. ημιυπαίθριων χώρων) σε σχέση με τα κατασκευαστικά σχέδια, ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα πραγματικά δεδομένα του κτηρίου που παρατηρεί (ως κατασκευασθέντος) και όχι των σχεδίων.
- Εκτίμηση των γεωμετρικών μεγεθών των δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη του κτηρίου, όπως τις έχει καθορίσει ο επιθεωρητής προς διευκόλυνση των υπολογισμών.

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην παράγραφο 3.1. δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον προσδιορισμό των γεωμετρικών στοιχείων σε επίπεδο κτηρίου ή θερμικής ζώνης, ενώ στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 (παράρτημα Α1) δίνεται το σχετικό τυποποιημένο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου για την καταγραφή αυτών των δεδομένων. Ο επιθεωρητής καταγράφει τα απαραίτητα για το σκοπό της ενεργειακής επιθεώρησης γεωμετρικά δεδομένα, τα οποία αφορούν στις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων και είναι τα εξής:

- Η συνολική μεικτή επιφάνεια δαπέδου του κτηρίου ή τμήματος του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών, συμπεριλαμβανομένων και των κοινόχρηστων και των μη θερμαινόμενων χώρων, όταν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.
- Η συνολική επιφάνεια δαπέδου των θερμαινόμενων και ψυχόμενων χώρων του κτηρίου ή τμήματος του κτηρίου ή των θερμικών ζωνών.
- το ύψος του ορόφου τού υπό μελέτη κτηρίου ή τμήματος κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.
- Ο μεικτός όγκος τού υπό μελέτη κτηρίου ή τμήματος κτηρίου ή της θερμικής ζώνης,
- Ο μεικτός όγκος των θερμαινόμενων και ψυχόμενων χώρων τού υπό μελέτη κτηρίου ή τμήματος κτηρίου ή της θερμικής ζώνης,
- Η εξωτερική επιφάνεια (συνολική ή επί μέρους) των κατακόρυφων δομικών στοιχείων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων δομικών στοιχείων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τα οποία έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με το έδαφος.
- Το πάχος των εξωτερικών κατακόρυφων δομικών στοιχείων, δηλαδή της τοιχοποιίας πλήρωσης, των δοκών, των υποστυλωμάτων και των τοιχίων ανά προσανατολισμό, καθώς και των οριζόντιων ή κεκλιμένων εξωτερικών δομικών στοιχείων, δηλαδή του δαπέδου ή της πυλωτής, της επιστέγασης, κ.τ.λ.
- Οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (κουφωμάτων), το ποσοστό πλαισίου επί της επιφάνειας κάθε ανοίγματος, καθώς και η περίμετρος και το εμβαδό κάθε κουφώματος ανά προσανατολισμό,

- Οι διαχωριστικές μεικτές επιφάνειες των θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης προς τους μη θερμαινόμενους χώρους ή/και προς τους ηλιακούς χώρους ή/και προς άλλα παθητικά ηλιακά συστήματα.
- Οι εξωτερικές διαστάσεις όλων των κατακόρυφων αδιαφανών και διαφανών δομικών στοιχείων του κελύφους των μη θερμαινόμενων χώρων ή/και ηλιακών χώρων ή/και παθητικών ηλιακών συστημάτων του κτηρίου, που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με το έδαφος, ανά προσανατολισμό.

Για όλους τους υπολογισμούς των γεωμετρικών δεδομένων του κτηρίου, γίνεται χρήση μόνον εξωτερικών διαστάσεων για όλα τα δομικά στοιχεία. Συγκεκριμένα, τα μήκη των δομικών στοιχείων (οριζόντιες διαστάσεις) μετρώνται στις κατόψεις των ορόφων ως εξής:

- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία (π.χ. τοιχοποιία) που είναι σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (αέρα, έδαφος) λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της εξωτερικής επιφάνειας που διαμορφώνεται μετά και την τελική της επίστρωση.
- Για τα κατακόρυφα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο λαμβάνονται υπόψη οι διαστάσεις της τελικής επιφάνειας που βρίσκεται προς την πλευρά του μη θερμαινόμενου χώρου.

Το ύψος των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (κατακόρυφες διαστάσεις) μετράται από τα σχέδια των τομών της αρχιτεκτονικής μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τα παρακάτω:

- Στους ενδιάμεσους ορόφους το ύψος ορόφου ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών άνω σταθμών της φέρουσας πλάκας, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι επιστρώσεις του δαπέδου, ανεξαρτήτως της ύπαρξης θερμομόνωσης.
- Στον τελευταίο όροφο το ύψος ορόφου ορίζεται μεταξύ της στάθμης της άνω επιφάνειας της φέρουσας πλάκας του ορόφου και της άνω στάθμης του δαπέδου της φέρουσας πλάκας οροφής (δηλαδή συμπεριλαμβανομένων όλων των επιστρώσεων της). Στην περίπτωση ύπαρξης οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη, ως ανώτερο όριο για τη μέτρηση του ύψους ορίζεται η άνω στάθμη της ανώτερης στρώσης επάνω στην πλάκα οροφής.
- Στον κατώτερο όροφο του κτηρίου το ύψος ορόφου μετράται από τη στάθμη της κάτω επιφάνειας της φέρουσας πλάκας δαπέδου (συμπεριλαμβανομένων και των στρώσεων κάτω από τη φέρουσα πλάκα), είτε αυτό έρχεται σε επαφή με το έδαφος είτε σε επαφή με αέρα (π.χ. πυλωτή) είτε με μη θερμαινόμενο χώρο (π.χ. υπόγειο) και της στάθμης της άνω στάθμης της φέρουσας πλάκας της οροφής αυτού του ορόφου. Σε περίπτωση που η πλάκα πατά επάνω στο έδαφος οι στρώσεις που βρίσκονται κάτω από αυτήν και είναι ευπρόσβλητες από την υγρασία δεν λαμβάνονται υπόψη και το πάχος τους δεν συμπεριλαμβάνεται στο ύψος του ορόφου. Συνήθως ως κατώτερη στρώση λαμβάνεται η στεγανοποιητική, εφόσον όμως υπάρχει και θερμομονωτική κάτω από αυτήν που δεν προσβάλλεται από την υγρασία, συμπεριλαμβάνεται και αυτή.
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε προεσοχή το ύψος ορόφου μετράται από την κάτω στάθμη της κατώτερης στρώσης κάτω από τη φέρουσα πλάκα του δαπέδου που έρχεται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα μέχρι τη στάθμη της άνω επιφάνειας της φέρουσας πλάκας του επόμενου ορόφου.
- Σε όροφο του κτηρίου που βρίσκεται σε εσοχή το ύψος ορόφου μετράται από την άνω στάθμη της φέρουσας πλάκας του δαπέδου μέχρι την άνω στάθμη της πλάκας ορόφου (αν ακολουθεί άλλος όροφος) ή μέχρι την άνω στάθμη της ανώτερης στρώσης της πλάκας οροφής (αν πρόκειται για τον τελευταίο όροφο του κτηρίου).

Οι εξώθυρες λαμβάνονται ως αδιαφανή δομικά στοιχεία ή ως διαφανή δομικά στοιχεία με μηδενική διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία εάν αποτελούν μέρος τοιχοποιίας που είναι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Η διείσδυση αέρα (λόγω ύπαρξης χαραμάδων) από την εξώθυρα πρέπει να συνυπολογίζεται στον αερισμό, όπως γίνεται και με τα υπόλοιπα κουφώματα.

Τα υαλότουβλα λαμβάνονται ως διαφανή δομικά στοιχεία στον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου. Ομοίως, και οι ανοιγόμενες ή μη ανοιγόμενες διαφανείς επιφάνειες των επιστεγάσεων (κουπόλες), λαμβάνονται ως διαφανείς επιφάνειες.

❗ Επισημαίνεται ότι κατά την διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμερίσματος), το οποίο εφάπτεται με μη θερμαινόμενους χώρους (π.χ. κλιμακοστάσιο), για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου θεωρείται κατά απλοποιητική παραδοχή πως εφάπτεται με τον εξωτερικό αέρα. Σ' αυτήν την περίπτωση, όλα τα δομικά αδιαφανή και διαφανή στοιχεία του τμήματος κτηρίου που εφάπτονται με το μη θερμαινόμενο χώρο (τοιχοποιίες, δάπεδα, οροφές, ανοίγματα, γυάλινες προσόψεις κ.ά.), περιγράφονται ως εφάπτομενα με τον εξωτερικό αέρα αλλά με συντελεστή θερμοπερατότητας (U) μειωμένο κατά το ήμισυ του υπολογιζόμενου (δηλαδή ως ερχόμενα σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο) και με πλήρη σκίαση (0) χειμώνα - καλοκαίρι. Κάθε υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας U δομικού στοιχείου ερχόμενου σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο ακολουθεί τη διαδικασία υπολογισμού που περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.4. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010. Τονίζεται και πάλι εμφαντικά ότι ο παραπάνω απλοποιητικός τρόπος υπολογισμού δεν ισχύει στην περίπτωση υπολογισμού ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του κτηρίου.

#### **2.3.2.4. Προσδιορισμός θερμοφυσικών ιδιοτήτων δομικών στοιχείων**

Για όλα τα δομικά στοιχεία (αδιαφανή και διαφανή) του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, καθώς και των μη θερμαινόμενων ή/και ηλιακών χώρων ή/και παθητικών ηλιακών συστημάτων, που λαμβάνονται υπόψη για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καταγράφονται τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά και οι θερμοφυσικές ιδιότητές τους. Αυτά τα δομικά στοιχεία μπορεί να είναι εξωτερικές επιφάνειες σε επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον (εξωτερικός αέρας ή έδαφος) ή οι διαχωριστικές επιφάνειες μεταξύ θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενων ή/και ηλιακών χώρων.

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην παράγραφο 3.2. (3.2.1. έως και 3.2.7.), δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον προσδιορισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων και τεχνικών χαρακτηριστικών για όλα τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου, ενώ στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 (παράρτημα Α1) δίνεται το σχετικό τυποποιημένο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου για την καταγραφή αυτών των δεδομένων.

Τα μεγέθη που προσδιορίζουν την ποιότητα κατασκευής, τις θερμοφυσικές και οπτικές ιδιότητες των δομικών στοιχείων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (αδιαφανή και διαφανή) σύμφωνα με τις παραπάνω Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. είναι:

1. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτηριακού κελύφους σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Προσδιορίζεται ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής του κτηρίου και το βαθμό θερμομονωτικής προστασίας που παρέχει το δομικό στοιχείο, σύμφωνα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-1/2010 (παράγραφος 3.2.2.1.).
2. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτηριακού κελύφους σε επαφή με το έδαφος. Ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής του κτηρίου και το βαθμό θερμομονωτικής προστασίας που παρέχει το δομικό στοιχείο προσδιορίζεται ο ονομαστικός συντελεστής θερμοπερατότητας. Κατόπιν, το λογισμικό με βάση το βάθος έδρασης του δομικού στοιχείου και τη χαρακτηριστική διάσταση του δομικού

στοιχείου που είναι σε επαφή με το έδαφος (στην περίπτωση οριζόντιου δομικού στοιχείου), εκτιμά τον ισοδύναμο συντελεστή θερμοπερατότητας. Αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας υπολογισμού γίνεται στις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.2.2.).

3. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  των εξωτερικών δομικών αδιαφανών στοιχείων του κτηριακού κελύφους σε επαφή με μη θερμαινόμενους ή/και ηλιακούς χώρους. Προσδιορίζεται ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής του κτηρίου και το βαθμό θερμομονωτικής προστασίας που παρέχει το δομικό στοιχείο, όπως ορίζεται στις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.2.3.) και 20701-2/2010.
4. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας  $U$  των διαφανών επιφανειών (κουφωμάτων) του κτηριακού κελύφους. Προσδιορίζεται σε σχέση με τον τύπο του υαλοπίνακα και του πλαισίου, καθώς και σε συνάρτηση με το ποσοστό του πλαισίου, όπως ορίζεται στις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.3.) και 20701-2/2010.
5. Ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας  $\Psi$  όλων των θερμογεφυρών που εμφανίζονται στο κτηριακό κέλυφος. Ανάλογα με τον τύπο των θερμογεφυρών και τη χρονολογία κατασκευής του κτηρίου προσδιορίζεται και ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας για τα αδιαφανή και διαφανή δομικά στοιχεία του κτηρίου. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 γίνεται αναφορά σε όλους τους τύπους θερμογεφυρών, καθώς και στον τρόπο προσδιορισμού της γραμμικής τους θερμοπερατότητας. Ομοίως, στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται αναλυτικές οδηγίες για τον τρόπο με τον οποίο θα λαμβάνονται υπόψη οι θερμογέφυρες στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, ανάλογα με τη χρονολογία και τη θερμομονωτική προστασία που παρέχει η κατασκευή.
6. Ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g$  (SHGC) των κουφωμάτων. Αφορά στους υαλοπίνακες των κουφωμάτων και προσδιορίζεται ανάλογα με τον τύπο τους και το ποσοστό πλαισίου του κουφώματος στο συνολικό εμβαδό του ανοίγματος σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.7.). Για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, όταν υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές προδιαγραφές για τους υαλοπίνακες, ελέγχονται και επιβεβαιώνονται από τον επιθεωρητή.
7. Η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων του κτηρίου. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.4.) δίνονται εναλλακτικά τυπικές τιμές της ανηγμένης θερμοχωρητικότητας κτηρίων ανάλογα με τον τύπο της κατασκευής, προκειμένου να χρησιμοποιηθούν στους υπολογισμούς.
8. Ο συντελεστής απορροφητικότητας στην ηλιακή ακτινοβολία των αδιαφανών δομικών στοιχείων. Εξαρτάται κυρίως από την υφή της εξωτερικής τελικής επιφάνειας (τραχιά ή λεία) και το χρώμα της. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.5.) δίνονται τυπικές τιμές της απορροφητικότητας της ηλιακής ακτινοβολίας για διάφορους τρόπους διαμόρφωσης των εξωτερικών επιφανειών των κτηρίων.
9. Ο συντελεστής εκπομπής στη θερμική ακτινοβολία των εξωτερικών επιφανειών. Διαφοροποιείται ανάλογα με το δομικό υλικό και την τελική διαμόρφωση της επιφάνειάς του. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.6.) δίνονται τυπικές τιμές του συντελεστή θερμικής ακτινοβολίας για διάφορους τρόπους διαμόρφωσης των εξωτερικών επιφανειών.

Πρέπει να επισημανθεί ότι στην πράξη τα περισσότερα από τα παραπάνω θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηρίου δεν μπορούν να μετρηθούν με ακρίβεια (απαιτούνται μακροχρόνιες μετρήσεις σε πειραματικό επίπεδο), αλλά ούτε να εκτιμηθούν εύκολα λόγω έλλειψης δεδομένων. Γι' αυτό το λόγο στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνονται όλα τα απαραίτητα εφόδια στον επιθεωρητή για τον προσδιορισμό των απαραίτητων παραμέτρων για κάθε τύπο δομικού στοιχείου με προσεγγιστικό τρόπο, ιδιαίτερα στην περίπτωση των υφιστάμενων κτηρίων. Οι

επιθεωρητές υποχρεούνται να εφαρμόζουν αυτές τις οδηγίες, ώστε να μηδενίζεται το ενδεχόμενο αποκλίσεων των εξαγόμενων αποτελεσμάτων λόγω του υποκειμενικού παράγοντα (διαφορετικής εκτίμησης) και να διασφαλίζεται η ομοιομορφία και η συνεκτικότητα των δεδομένων εισόδου. Μ' αυτό τον τρόπο, διασφαλίζεται επίσης και ο ίδιος ο επιθεωρητής σε κάθε περίπτωση επανελέγχου.

Συγκεκριμένα, σύμφωνα με την τεχνική οδηγία τα κτήρια χωρίζονται σε 3 γενικές κατηγορίες, ανάλογα με τη χρονολογία κατασκευής και σε υποκατηγορίες ανάλογα με την ποιότητα θερμομονωτικής προστασίας. Για κάθε περίπτωση, ο συντελεστής θερμοπερατότητας είτε υπολογίζεται σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, αν υπάρχουν τα διαθέσιμα στοιχεία, είτε εκτιμάται από τους σχετικούς πίνακες της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.2.).

Στα **υφιστάμενα κτήρια**, ο προσδιορισμός των θερμοφυσικών ιδιοτήτων κάθε αδιαφανούς κατακόρυφου και οριζόντιου δομικού στοιχείου αφορά στην εκτίμηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου και του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας των θερμογεφυρών. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας μπορεί να προσδιοριστεί με τη βοήθεια σχετικών πινάκων που περιλαμβάνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφο 3.2.) συναρτήσει του βαθμού θερμομονωτικής προστασίας που παρέχει το δομικό στοιχείο και της κατασκευαστικής του διαμόρφωσης στις περιπτώσεις γειννιάσής του με τον εξωτερικό αέρα, με μη θερμαινόμενο χώρο και με το έδαφος. Ειδικά για τα κτήρια που μελετήθηκαν σύμφωνα με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτηρίων (Κ.Θ.Κ.) και δεν αμφισβητείται η εφαρμογή της μελέτης θερμομόνωσης στην κατασκευή, ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει τους συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ίσους με αυτούς που προέβλεπε η μελέτη. Εάν η μελέτη δεν υφίσταται, π.χ. λόγω απώλειας ή καταστροφής, τότε ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει ως συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου το μέγιστο επιτρεπόμενο που προβλεπόταν από τον Κ.Θ.Κ. για τον τύπο του δομικού στοιχείου και την κλιματική ζώνη του κτηρίου. Οι γραμμικές θερμογέφυρες υπεισέρχονται στον υπολογισμό των θερμικών απωλειών μόνο στην περίπτωση δομικών στοιχείων που παρέχουν κάποια θερμομονωτική προστασία, έστω και ανεπαρκή. Ποσοτικά, η συνεισφορά τους στη διαμόρφωση των θερμικών απωλειών γίνεται με την προσαύξηση του συντελεστή θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου κατά  $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Για τα **νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια** ο προσδιορισμός των απαιτούμενων για τους υπολογισμούς των θερμοτεχνικών χαρακτηριστικών γίνεται βάσει των τεχνικών χαρακτηριστικών και των προδιαγραφών που αναγράφονται στα σχετικά πιστοποιητικά που πρέπει να προσκομίζονται στον κατασκευαστή / ιδιοκτήτη από τους προμηθευτές υλικών κατά την κατασκευή του κτηρίου. Τα πιστοποιητικά είναι υποχρεωτικά και θα πρέπει να φυλάσσονται από τον ιδιοκτήτη. Βάσει αυτών των στοιχείων ο επιθεωρητής ελέγχει την ποιότητα κατασκευής του κτηρίου. Παράλληλα, ο επιθεωρητής θα πρέπει να έχει στη διάθεσή του και τα δελτία αποστολής των δομικών υλικών που σχετίζονται άμεσα με την ενεργειακή συμπεριφορά του κτηρίου στο έργο, ώστε εκτός από την ποιότητα να μπορεί να διασταυρώσει και την ποσότητα των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με αυτήν που προβλεπόταν από τη μελέτη. Στην περίπτωση που από τη διασταύρωση των στοιχείων δεν προκύψει σημαντική απόκλιση, ο επιθεωρητής μπορεί να εισαγάγει στο λογισμικό τις τιμές των θερμοφυσικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτηρίου, οι οποίες εκτιμήθηκαν κατά τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου (συντελεστή θερμοπερατότητας, γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας θερμογεφυρών).

Σε περίπτωση που η εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης δεν τίθεται εμφανώς υπό αμφισβήτηση, αλλά δεν είναι εφικτή η εύρεσή της, π.χ. λόγω απώλειας ή καταστροφής, ο επιθεωρητής μπορεί να θεωρήσει το συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων ίσο με το μέγιστο

επιτρεπόμενο που προβλέπεται από τον Κ.Εν.Α.Κ. για την κλιματική ζώνη που εντάσσεται το προς επιθεώρηση κτήριο. Η εκτίμηση του μήκους και του γραμμικού συντελεστή θερμοπερατότητας των θερμογεφυρών γίνεται σ' αυτήν την περίπτωση αναλυτικά από τον επιθεωρητή.

Σε οποιαδήποτε περίπτωση ο ιδιοκτήτης θελήσει να κάνει αναλυτική μελέτη και προσδιορισμό των πραγματικών θερμοφυσικών χαρακτηριστικών των υλικών και της ποιότητας κατασκευής των δομικών στοιχείων του κτηρίου, μπορεί να προβεί σε διαδικασίες μέτρησης από αρμόδιο μηχανικό. Για παράδειγμα, για τον προσδιορισμό της ποιότητας κατασκευής μια τοιχοποιίας (δρομικής, μπατικής κ.τ.λ.) μπορεί να χρησιμοποιηθούν καταστρεπτικές μέθοδοι, όπως είναι η λήψη δοκιμίου («καρότου»), ή, σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να γίνει και προσδιορισμός μόνον από το πάχος της τοιχοποιίας. Όμως ακόμη και σ' αυτές τις περιπτώσεις οι δειγματοληπτικές μετρήσεις δεν μπορούν να δώσουν την ακριβή εικόνα για όλο το κτηριακό κέλυφος. Η ίδια τοιχοποιία, σε πολλές περιπτώσεις, παρουσιάζει διαφοροποιήσεις και ασυνέχεια στον τρόπο δόμησης και στην ποιότητα κατασκευής.

Εφόσον, όμως, ο ιδιοκτήτης προσκομίσει στον επιθεωρητή έγγραφα αποδεικτικά στοιχεία, από αρμόδιο μηχανικό, που αναμφισβήτητα αποδεικνύουν ότι τα θερμοφυσικά χαρακτηριστικά των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν έχουν καλύτερες τιμές των καθορισμένων και προτεινόμενων στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (στον πίνακα 3.5.), ο επιθεωρητής οφείλει να διεξαγάγει τον έλεγχο και τους υπολογισμούς βάσει αυτών των στοιχείων.

### 2.3.2.5. Προσδιορισμός συντελεστών σκίασης

Ο βέλτιστος σχεδιασμός ενός κτηρίου πρέπει να εξασφαλίζει τον ηλιασμό κατά τη χειμερινή περίοδο και την ηλιοπροστασία (σκίαση) κατά τη θερινή περίοδο. Μ' αυτόν τον τρόπο περιορίζεται η ζήτηση για θερμική και ψυκτική ενέργεια αντίστοιχα.

Η σκίαση των επιφανειών του κτηρίου λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης μέσω των εποχικών συντελεστών σκίασης (χειμερινής, θερινής περιόδου). Κάθε εποχικός συντελεστής σκίασης μιας επιφάνειας προκύπτει ως το γινόμενο τριών επί μέρους συντελεστών σκίασης και εκφράζεται ως ποσοστό μείωσης (περιορισμού) της συνολικής ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει επάνω σε μια επιφάνεια του κτηριακού κελύφους. Οι τρεις επί μέρους συντελεστές σκίασης είναι οι εξής:

- Ο συντελεστής σκίασης λόγω περιβάλλοντος χώρου, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του γειτονικού εμποδίου ως προς το μέσο της εξεταζόμενης επιφάνειας. Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών φυσικών ή τεχνητών εμποδίων με διαφορετικό ύψος ως ανώτερη παρειά εμποδίου λαμβάνεται το μέσο ύψος όλων των εμποδίων.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης του οριζόντιου σταθερού σκιάστρου (προβόλου, τέντας, κ.τ.λ.) ως προς το μέσο της εξεταζόμενης επιφάνειας. Στην περίπτωση ύπαρξης πολλών οριζόντιων εξωτερικών σκιάστρων με διαφορετικό πλάτος, ως πλάτος προβόλου λαμβάνεται το μέσο πλάτος όλων των προβόλων.
- Ο συντελεστής σκίασης λόγω των πλευρικών εξωτερικών σκιάστρων, ο οποίος εξαρτάται από τη γωνία θέασης της πλευρικής προεξοχής (δεξιά ή αριστερά) ως προς την εξεταζόμενη επιφάνεια.

Ως εξωτερικά σκιάστρα λαμβάνονται μόνον οι σταθερές διατάξεις που διαθέτει ένα κτήριο ανά προσανατολισμό επιφάνειας, οι εξωτερικές περσίδες και οι τέντες. Ειδικά στην τελευταία περίπτωση, ο συντελεστής σκίασης αφορά μόνο στην περίοδο ψύξης. Τα εσωτερικά σκιάστρα ή τα προστατευτικά φύλλα των ανοιγμάτων (ρολά, κ.ά) δεν λαμβάνονται υπόψη στον προσδιορισμό των συντελεστών σκίασης, δεδομένου ότι η χρήση τους είναι υποκειμενική.

Οι εποχικοί συντελεστές σκίασης προσδιορίζονται σύμφωνα με την **T.O.T.E.E. 20701-1/2010, παράγραφο 3.3.** ανάλογα με τον προσανατολισμό της επιφάνειας και τη γεωμετρία της διάταξης που προσφέρει σκίαση. Για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, ο επιθεωρητής μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές που περιλαμβάνονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Ο υπολογισμός των παραπάνω συντελεστών γίνεται ανά δομικό στοιχείο και προσανατολισμό. Για λόγους απλοποίησης, στην περίπτωση δομικών στοιχείων με συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο από  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , ο συντελεστής σκίασης μπορεί να θεωρηθεί ίσος με 0,9. Επειδή σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. τα αδιαφανή δομικά στοιχεία όλων των νέων κτηρίων σε όλες τις κλιματικές ζώνες οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας μικρότερο ή ίσο από το μέγιστο επιτρεπόμενο, που δεν υπερβαίνει τα  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , κατά την επιθεώρηση των νέων κτηρίων ο επιθεωρητής μπορεί να θεωρήσει το συντελεστή σκίασης για τα συμπαγή δομικά στοιχεία ίσο με 0,9.

Ο συντελεστής σκίασης για τις επιστεγάσεις οριζόντιες ή κεκλιμένες (π.χ. δώματα ή στέγες), εξαρτάται από τη μορφολογία του περιβάλλοντος χώρου (φυσικά ή τεχνητά εμπόδια) και τις εγκαταστάσεις που υπάρχουν επάνω στις επιστεγάσεις, όπως η απόληξη κλιμακοστασίου, οι ηλιακοί συλλέκτες, οι εγκαταστάσεις κλιματισμού κ.ά. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων ο συντελεστής σκίασης για τις επιστεγάσεις λαμβάνεται ίσος με:

- 0,9 για συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων μικρότερο από  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  ανεξαρτήτως του βαθμού σκίασμού των επιφανειών.
- 0,9 για συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων μεγαλύτερο ή ίσο των  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και περιορισμένη σκίαση των επιστεγάσεων. Ως περιορισμένη σκίαση νοείται η έλλειψη φυσικών ή τεχνητών εμποδίων, καθώς και η ύπαρξη Η/Μ εγκαταστάσεων μικρής επιφάνειας.
- 0,6 για συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων μεγαλύτερο ή ίσο των  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και μερική σκίαση των επιστεγάσεων.
- 0,3 για συντελεστή θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων μεγαλύτερο ή ίσο των  $0,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  και με σημαντική σκίαση των επιστεγάσεων (π.χ. μεγάλου ύψους κτήρια, μεγάλο ποσοστό κάλυψη επιστεγάσεων από Η/Μ εγκαταστάσεις κ.ά.).

Οι ως άνω συντελεστές σκίασης για επιστεγάσεις μπορούν να ληφθούν υπόψη και για ανοίγματα οροφής, σε περίπτωση που αυτά δεν διαθέτουν κάποιο ειδικό σύστημα σκίασης.

### 2.3.2.6. Προσδιορισμός αερισμού διείσδυσης μέσω χαραμάδων

Η αεροστεγανότητα ενός κτηρίου εξαρτάται από το είδος των κουφωμάτων (ανοιγόμενων, συρόμενων επάλληλα, συρόμενων χωνευτών), την ποιότητα των χαραμάδων των ανοιγμάτων (ύπαρξη ψυκτρών), τη συναρμογή των κουφωμάτων με την τοιχοποιία, το είδος του πλαισίου (μεταλλικό, συνθετικό, ξύλινο), την επιφάνεια και τον προσανατολισμό των κουφωμάτων, καθώς επίσης και από τις θυρίδες αερισμού (π.χ. εστιών καύσης) που πιθανόν υπάρχουν στο κτήριο. Ο ακούσιος αερισμός που προκύπτει λόγω διείσδυσης του αέρα με τους παραπάνω τρόπους εξαρτάται από πολλές συνιστώσες και γι' αυτό το λόγο δεν μπορεί εύκολα να εκτιμηθεί. Στην πράξη, για τον υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα χρησιμοποιούνται διάφορες εμπειρικές σχέσεις, παραμετροποιημένες.

Η μέτρηση της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων ενός κτηρίου κατά την ενεργειακή επιθεώρηση δεν είναι εύκολα εφικτή. Όμως ακόμη και στις περιπτώσεις πιστοποιημένων ως προς την αεροστεγανότητα τους κουφωμάτων, η διεισδύουσα ποσότητα του αέρα δεν μπορεί να προσδιοριστεί με ακρίβεια, αφού εξαρτάται και από την τελική θέση των κουφωμάτων στο κτηριακό κέλυφος, την ποιότητα εγκατάστασης, τη δυνατότητα διαμπερούς αερισμού και άλλες παραμέτρους.

Στην παράγραφο 3.4.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτικά ο τρόπος προσδιορισμού του αερισμού λόγω χαραμάδων από τα κουφώματα ενός κτηρίου, ανάλογα με τον τύπο του κουφώματος, την ανεμόπτωση και το υλικό του πλαισίου, καθώς επίσης και λόγω της διείσδυσης του αέρα από τις θυρίδες αερισμού. Σε κάθε περίπτωση εξεταζόμενου κτηρίου, προκειμένου να υπολογισθεί η ενεργειακή του απόδοση, για τον προσδιορισμό του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμάδων καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνεια των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού [ $m^3/(h/m^2)$ ] λόγω χαραμάδων από τον πίνακα 3.26. στην παράγραφο 3.4.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Σε περίπτωση που υπάρχουν πιστοποιημένες τιμές από τον κατασκευαστή του κουφώματος για τον αερισμό λόγω χαραμάδων, ο επιθεωρητής μπορεί να λάβει υπόψη για τους υπολογισμούς αυτές τις πιστοποιημένες τιμές.

### 2.3.2.7. Καταγραφή εγκαταστάσεων θέρμανσης

Ως σύστημα θέρμανσης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει θερμική ενέργεια μέσα στο κτήριο για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι κεντρικά σε επίπεδο κτηρίου (π.χ. μονάδα λέβητα - καυστήρα) ή τοπικά (π.χ. ηλεκτρικά σώματα) ή μεγαλύτερης κλίμακας σε επίπεδο περιοχής (π.χ. τηλεθέρμανση).

Κατά την επιθεώρηση του κτηρίου καταγράφονται τα δεδομένα του συστήματος θέρμανσης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη θέρμανσης, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κάθε σύστημα θέρμανσης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- **Μονάδα παραγωγής θερμότητας**, η οποία μπορεί να είναι κεντρική μονάδα λέβητα - καυστήρα, αντλία θερμότητας (τοπική ή κεντρική), τοπικές μονάδες υγρών ή αέριων καυσίμων (θερμάστρες πετρελαίου, ξύλου κ.ά.), ηλεκτρικά σώματα καλοριφέρ, τοπικές αντλίες θερμότητας κ.τ.λ.
- **Δίκτυο διανομής θερμότητας**, το οποίο μπορεί να αποτελείται από σωληνώσεις μεταφοράς θερμού μέσου (π.χ. νερού), αεραγωγούς διανομής κλιματιζόμενου αέρα.
- **Τερματικές μονάδες** εκπομπής (απόδοσης) θερμότητας, που μπορεί να είναι θερμαντικά σώματα καλοριφέρ, στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επίτοιχο σύστημα κ.τ.λ.

❗ Σε περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα του κτηρίου δεν διαθέτει σύστημα θέρμανσης, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο επιθεωρητής θα θεωρήσει (και θα λάβει υποχρεωτικά υπόψη κατά τους υπολογισμούς) ένα θεωρητικό σύστημα θέρμανσης, που θα καλύπτει το κτήριο ή το τμήμα του κτηρίου, το οποίο θα διαθέτει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς όπως αναφέρονται στην ενότητα 4.1.1. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στις περιοχές που υπάρχει εγκατάσταση τηλεθέρμανσης το κτήριο θεωρείται ότι καλύπτεται από αντίστοιχο κεντρικό σύστημα θέρμανσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, από τη μονάδα παραγωγής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας (π.χ. για λέβητας ( $\eta_g$ ), αντλία θερμότητας (COP), εστίες καύσης, κ.ά.), το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, οι ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων, το ποσοστό του θερμικού φορτίου για το κτήριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής θέρμανσης, ενώ συνυπολογίζεται και η ενδεχόμενη χρήση ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση των χώρων.



Στην παράγραφο 4.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης μιας μονάδας παραγωγής θερμότητας. Ιδιαίτερα για τις υφιστάμενες μονάδες λέβητα - καυστήρα, για τον προσδιορισμό της θερμικής απόδοσης πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι μετρήσεις από την ανάλυση καυσαερίων που επιβάλλεται για όλες τις σταθερές εστίες καύσης κλειστού τύπου. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, οι μονάδες λέβητα - καυστήρα, ελέγχονται ως προς την υπερδιαστασιολόγηση από τον λόγο  $P_m / P_{gen}$  όπου:

- $P_m$  είναι η πραγματική μετρούμενη θερμική ισχύς της μονάδας λέβητα - καυστήρα όπως μετράται κατά την ανάλυση καυσαερίων στα υφιστάμενα κτήρια ή όπως δίνεται από τον κατασκευαστή για τα νέα κτήρια με καινούργιες μονάδες.
- $P_{gen}$  είναι η υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύς της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου και υπολογίζεται από την σχέση 4.1.

Από τον λόγο  $P_m / P_{gen}$  προσδιορίζονται κατόπιν οι συντελεστές  $\eta_{g1}$  και  $\eta_{g2}$ , μέσω των οποίων υπολογίζεται ο συνολικός βαθμός απόδοσης ( $\eta_{gen}$ ) της μονάδας λέβητα - καυστήρα βάσει της σχέσης 4.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Αυτός ο βαθμός απόδοσης παραμένει ο ίδιος και χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης είτε πρόκειται για ενεργειακή επιθεώρηση ολόκληρου του κτηρίου είτε για τμήμα του κτηρίου (π.χ. διαμέρισμα).

Σε περίπτωση που η μονάδα λέβητα - καυστήρα είναι κοινή τόσο για τη θέρμανση χώρων, όσο και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ο βαθμός απόδοσης της μονάδας που λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς παραμένει ο ίδιος κατά τη χειμερινή περίοδο και για τις δύο χρήσεις (θέρμανση χώρων και παραγωγή Ζ.Ν.Χ.). Αντίθετα, κατά τη θερινή περίοδο στην περίπτωση αποκλειστικής χρήσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ο βαθμός απόδοσης μειώνεται σημαντικά και εκτιμάται μέσω της ίδιας διαδικασίας, υπερδιαστασιολόγησης με  $P_{gen}$  την υπολογιζόμενη μέγιστη απαιτούμενη θερμική ισχύ για παραγωγή Ζ.Ν.Χ., όπως δίνεται στην σχέση 4.10. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Σ' αυτήν την περίπτωση ο λέβητας - καυστήρας ορίζεται ως δύο μονάδες λέβητα - καυστήρα, εκ των οποίων η μια καλύπτει το φορτίο για Ζ.Ν.Χ. τους χειμερινούς μήνες (περίοδο θέρμανσης κλιματικής ζώνης) και η δεύτερη καλύπτει το φορτίο του Ζ.Ν.Χ. για τους υπόλοιπους μήνες με το χαμηλότερο βαθμό θερμικής απόδοσης.

Στην παράγραφο 4.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό των δεδομένων για τα βοηθητικά συστήματα θέρμανσης. Σε περίπτωση επιθεώρησης τμήματος κτηρίου (π.χ. διαμερίσματος), η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων επιμερίζεται συναρτήσει της επιφάνειας του υπό εξέταση χώρου. Τα τοπικά συστήματα θέρμανσης δεν διαθέτουν βοηθητικά συστήματα, οπότε δεν ορίζεται ηλεκτρική ισχύς βοηθητικών συστημάτων.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, από το δίκτυο διανομής θερμότητας χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής και το μήκος του δικτύου θέρμανσης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα ως άνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον αυτή υπάρχει και αφού ελέγξει την ορθότητα των δεδομένων· αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες ανά περίπτωση τιμές που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.3. Η συνολική θερμική ισχύς (kW), με την οποία τροφοδοτείται το δίκτυο διανομής, είναι το γινόμενο της πραγματικής θερμικής ισχύος της μονάδας λέβητα - καυστήρα  $P_m$ , μειωμένη κατά τον συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης  $\eta_g = \eta_{g1} \cdot \eta_{g2}$ . Σε περίπτωση που το δίκτυο διανομής αποτελείται από πολλούς κεντρικούς παράλληλους κλάδους, η θερμική ισχύς του κάθε κλάδου υπολογίζεται από τον επιμερισμό της συνολικής θερμικής ισχύος βάσει των χιλιοστών θέρμανσης των χώρων που τροφοδοτεί κάθε κλάδος. Βάσει της επί μέρους θερμικής ισχύος κάθε κλάδου υπολογίζεται και ο

συντελεστής θερμικής απόδοσης του κλάδου, καθώς και ο μέσος σταθμισμένος συντελεστής θερμικής απόδοσης όλου του δικτύου διανομής.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται επίσης ως δεδομένος και ο συντελεστής θερμικής απόδοσης των τερματικών μονάδων απόδοσης θέρμανσης, ανάλογα με τον τύπο, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτη κ.ά.), τη θέση τοποθέτησης μέσα στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης θέρμανσης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα ως άνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον αυτή υπάρχει και αφού ελέγξει την ορθότητα των δεδομένων· αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.4.2. Σε περίπτωση διαφορετικών τύπων τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας, ως συντελεστής θερμικής απόδοσης λαμβάνεται μια μέση σταθμισμένη τιμή όλων των τερματικών μονάδων της εγκατάστασης.

❗ Σε περίπτωση που το κτήριο διαθέτει συστήματα θέρμανσης που είναι για εφεδρική χρήση, αυτά δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς. Για παράδειγμα, όταν μια εστία καύσης (τζάκι) χρησιμοποιείται ως εφεδρική μονάδα θέρμανσης, δεν δηλώνεται ως μονάδα θέρμανσης. Όταν όμως η εστία καύσης καλύπτει σε μόνιμη βάση τμήμα του κτηρίου ή όλο το κτήριο, επειδή δεν υπάρχει άλλη συμβατική εγκατάσταση για τη θέρμανση των χώρων, τότε δηλώνεται ως κανονικό σύστημα θέρμανσης.

#### 2.3.2.8. Καταγραφή εγκαταστάσεων ψύξης

Ως σύστημα ψύξης χώρων νοείται κάθε σύστημα που παράγει και διανέμει ψυκτική ενέργεια μέσα στο κτήριο για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων για ψύξη. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι κεντρικά σε επίπεδο κτηρίου (π.χ. ψύκτες ή αντλίες θερμότητας) ή τοπικές αντλίες θερμότητας .

Κατά την επιθεώρηση του κτηρίου καταγράφονται στο έντυπο τα δεδομένα του συστήματος ψύξης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει μελέτη ψύξης χώρων, ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης χώρων και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς από τη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κάθε σύστημα ψύξης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας παράλληλα για τον καθένα ορισμένες παραμέτρους:

- Μονάδα παραγωγής ψύξης, η οποία μπορεί να είναι κεντρικό σύστημα παραγωγής ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, τοπικές αντλίες θερμότητας.
- Δίκτυο διανομής ψύξης, το οποίο μπορεί να αποτελείται από σωληνώσεις μεταφοράς ψυχρού μέσου (π.χ. νερού), αεραγωγούς διανομής κλιματιζόμενου αέρα.
- Μονάδες εκπομπής ψύξης, οι οποίες μπορεί να είναι στοιχείο μονάδας ανεμιστήρα, ενδοδαπέδιο σύστημα, επίτοιχο σύστημα κ.τ.λ.

❗ Σε περίπτωση που ένα κτήριο ή τμήμα κτηρίου δεν διαθέτει σύστημα ψύξης, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ο επιθεωρητής θα θεωρήσει (και θα λάβει υποχρεωτικά υπόψη κατά τους υπολογισμούς) ένα θεωρητικό σύστημα ψύξης που θα καλύπτει το κτήριο ή το τμήμα του κτηρίου, το οποίο θα διαθέτει όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου αναφοράς όπως αναφέρονται στην ενότητα 4.2.1. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα για τα κτήρια κατοικίας, το ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου από το θεωρητικό σύστημα ψύξης λαμβάνεται 50%.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, από τη μονάδα παραγωγής ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το δείκτη ενεργειακής απόδοσης EER της μονάδας, το είδος καυσίμου, τα βοηθητικά ηλεκτρικά συστήματα, τις ώρες λειτουργίας των βοηθητικών συστημάτων

ψύξης, το ποσοστό του ψυκτικού φορτίου για το κτήριο ή τη θερμική ζώνη που καλύπτει κάθε μονάδα παραγωγής ψύξης. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.2. δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό της ψυκτικής απόδοσης μιας μονάδας παραγωγής ψύξης. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης EER ενός κεντρικού συστήματος ψύξης παραμένει ο ίδιος και χρησιμοποιείται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης είτε πρόκειται για ενεργειακή επιθεώρηση ολόκληρου του κτηρίου είτε για τμήμα του κτηρίου (π.χ. εμπορικό κατάστημα σε εμπορικό κέντρο).

Επίσης, στην παράγραφο 4.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή για τον προσδιορισμό των δεδομένων για τα βοηθητικά συστήματα ψύξης. Σε περίπτωση επιθεώρησης τμήματος κτηρίου με κεντρικό σύστημα ψύξης, η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων του κεντρικού συστήματος (π.χ. κυκλοφορητής) επιμερίζεται συναρτήσει της επιφάνειας τού υπό εξέταση χώρου.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, από το δίκτυο διανομής ψύξης χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για τους συντελεστές ψυκτικής απόδοσης του δικτύου διανομής, οι οποίοι εκτιμώνται λαμβάνοντας υπόψη τις ψυκτικές απώλειες από σωληνώσεις και αεραγωγούς, τη θερμοκρασία του ρευστού μέσου διανομής και το μήκος του δικτύου διανομής ψύξης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα ως άνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον αυτή υπάρχει και αφού ελέγξει την ορθότητα των δεδομένων· αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση που δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.3. Σε περίπτωση τοπικών μονάδων ψύξης, όπως τοπικές αντλίες θερμότητας (split units), ο συντελεστής ψυκτικής απόδοσης λαμβάνεται ίσος με μονάδα (1), δηλαδή θεωρείται ότι έχει μηδενικές απώλειες.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου λαμβάνεται επίσης ως δεδομένος και ο συντελεστής ψυκτικής απόδοσης των τερματικών μονάδων απόδοσης ψύξης ανάλογα με τον τύπο, το σύστημα ελέγχου (θερμοστάτη κ.τ.λ.), τη θέση εγκατάστασης μέσα στο χώρο και τη θερμοκρασία λειτουργίας της ψυκτικής εγκατάστασης. Ο ενεργειακός επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη τα ως άνω δεδομένα από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, εφόσον αυτή υπάρχει και αφού ελέγξει την ορθότητα των δεδομένων· αλλιώς χρησιμοποιεί τις παραμετροποιημένες τιμές ανά περίπτωση, οι οποίες δίνονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην παράγραφο 4.4.3.

### **2.3.2.9. Καταγραφή εγκαταστάσεων μηχανικού αερισμού**

Τα συστήματα μηχανικού αερισμού είναι διατάξεις παροχής νωπού αέρα, που εφαρμόζονται κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα, οι οποίες εξυπηρετούν τις ανάγκες για νωπό αέρα, όπως απαιτείται από τις συνθήκες λειτουργίας των διαφόρων εσωτερικών χώρων και ανάλογα με τη χρήση τους. Οι κατοικίες θεωρείται ότι καλύπτουν τις ανάγκες τους για νωπό αέρα μέσω του φυσικού αερισμού, καθώς η πυκνότητα χρηστών σ' αυτά τα κτήρια είναι πολύ μικρή.

Ο μηχανικός αερισμός ενός κτηρίου ή τμήματος κτηρίου, μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- Μέσω ενός αυτόνομου τοπικού ή κεντρικού συστήματος αερισμού με προσαγωγή νωπού αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από φιλτράρισμα του αέρα.
- Μέσω ενός συστήματος εξαερισμού με απαγωγή και απόρριψη του εσωτερικού αέρα στο εξωτερικό περιβάλλον. Σ' αυτήν την περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται και η προσαγωγή νωπού αέρα μέσω κατάλληλων θυρίδων, η οποία προκαλείται από την υποπίεση που δημιουργεί ο ανεμιστήρας εξαερισμού.
- Μέσω κεντρικών δικτύων αεραγωγών, οι οποίοι τροφοδοτούνται από μια ή περισσότερες κεντρικές μονάδες διαχείρισης και προσαγωγής αέρα (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες Κ.Κ.Μ.) και η οποία δύναται να θερμάνει, να ψύξει, να ρυθμίσει την υγρασία (ύγρανση, αφύγρανση) και να φιλτράρει το νωπό αέρα. Δηλαδή εφαρμόζεται πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.

Για κάθε κτήριο του τριτογενούς τομέα ή για κάθε θερμική ζώνη αυτού ο επιθεωρητής καταγράφει στο σχετικό έντυπο επιθεώρησης τα απαιτούμενα δεδομένα του συστήματος μηχανικού αερισμού, όπως τον τύπο μηχανικού αερισμού, την παροχή νωπού αέρα, τη θερμοκρασία προσαγωγής για κάθε εποχή (αν πρόκειται για Κ.Κ.Μ.), το χρόνο λειτουργίας του συστήματος (ίδιος με το χρόνο λειτουργίας του κτηρίου), την ισχύ των ανεμιστήρων, το βαθμό απόδοσης των εναλλακτών ανάκτησης θερμότητας (αν υπάρχουν), το ποσοστό ανακυκλοφορίας του κλιματιζόμενου αέρα (αν εφαρμόζεται), κ.ά. Για τον προσδιορισμό των ως άνω δεδομένων, τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, υπάρχει αναλυτική περιγραφή στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 4.6.

Όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αερισμού, συνήθως αναφέρονται επάνω στο πλαίσιο τους σε ειδικό καρτελάκι, το οποίο, εκτός από τα απαραίτητα δεδομένα που αναφέρθηκαν προηγουμένως, θα πρέπει να αναφέρει μεταξύ άλλων τον τύπο και την επωνυμία του κατασκευαστή. Ο ιδιοκτήτης / διαχειριστής του κτηρίου δύναται να διαθέτει τα αντίστοιχα εγχειρίδια τεχνικών προδιαγραφών του κάθε συστήματος, τα οποία παρέλαβε κατά την αγορά των συστημάτων αερισμού.

❗ Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν διαθέσιμα τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά, ώστε να προσδιοριστούν τα δεδομένα για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο επιθεωρητής θα θεωρήσει ότι το κτήριο διαθέτει ένα θεωρητικό σύστημα αερισμού, το οποίο δεν θα διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτη) και η παροχή αέρα στο κτήριο θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα ( $m^3/h/m^2$ ) όπως αυτός ορίζεται στον πίνακα 2.3. (ενότητα 2.4.3.) στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

❗ Σε περίπτωση που η παροχή νωπού αέρα ενός υφιστάμενου συστήματος μηχανικού αερισμού του εξεταζόμενου κτηρίου ή τμήματος αυτού είναι μικρότερη σε σχέση με την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα όπως ορίζεται στον πίνακα 2.3. (ενότητα 2.4.3.) στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, ο επιθεωρητής, πέραν του υφιστάμενου συστήματος μηχανικού αερισμού, θα θεωρήσει (και θα λάβει υπόψη κατά τους υπολογισμούς) ότι το κτήριο διαθέτει ένα επιπλέον θεωρητικό σύστημα αερισμού. Αυτό το θεωρητικό σύστημα, δεν θα διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτη) και η παροχή αέρα του στο κτήριο θα είναι ίση με ποσό νωπού αέρα που υπολείπεται από το ποσό του απαιτούμενου νωπού αέρα ( $m^3/h/m^2$ ), όπως αυτός ορίζεται στον πίνακα 2.3. και η οποία δεν καλύπτεται από το υφιστάμενο σύστημα μηχανικού αερισμού.

❗ Σε περίπτωση που ένα κτήριο του τριτογενούς τομέα δεν διαθέτει κανένα σύστημα μηχανικού αερισμού, για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου ο επιθεωρητής θα θεωρήσει (και θα λάβει υπόψη κατά τους υπολογισμούς) ένα θεωρητικό σύστημα μηχανικού αερισμού, το οποίο δεν θα διαθέτει σύστημα ανάκτησης θερμότητας (εναλλάκτη) και η παροχή αέρα του στο κτήριο θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα ( $m^3/h/m^2$ ), όπως αυτός ορίζεται στον πίνακα 2.3. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

### **Σύστημα ύγρανσης κλιματιζόμενου αέρα**

Οι εγκαταστάσεις μηχανικού αερισμού και κυρίως οι μονάδες διαχείρισης και προσαγωγής νωπού αέρα (κεντρικές κλιματιστικές μονάδες, Κ.Κ.Μ.) στην πλειονότητά τους διαθέτουν και σύστημα ύγρανσης του κλιματιζόμενου αέρα που προσάγεται στο κτήριο ή τη θερμική ζώνη, προκειμένου να καλυφθούν οι ανάγκες για ύγρανση του εσωτερικού αέρα των χώρων. Οι ανάγκες για ύγρανση του αέρα των χώρων προκύπτουν ανάλογα με την υγρασία του εξωτερικού αέρα της περιοχής στην οποία βρίσκεται το κτήριο και τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες υγρασίας, οι οποίες ορίζονται στην παράγραφο 2.4.2. (πίνακα 2.2.) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Κατά την επιθεώρηση των Κ.Κ.Μ. του κτηρίου καταγράφεται και το σύστημα παραγωγής και παροχής υγρασίας, το οποίο μπορεί να είναι:

- Μια κεντρική μονάδα ατμοπαραγωγής (π.χ. λέβητας), η οποία καλύπτει ταυτόχρονα πολλές μονάδες διαχείρισης και προσαγωγής νωπού αέρα (Κ.Κ.Μ.), καθώς και άλλες ανάγκες του κτηρίου σε ατμό ή ζεστό νερό χρήσης.
- Ένα τοπικό σύστημα ψεκασμού θερμού νερού ή ατμού που παράγεται με τοπική ηλεκτρική αντίσταση, ενσωματωμένη στην Κ.Κ.Μ. Αυτή είναι η συνηθέστερη περίπτωση συστήματος ύγρανσης νωπού αέρα.

Στην παράγραφο 4.7. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 αναλύονται όλες οι παράμετροι του συστήματος ύγρανσης, που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Το σύστημα παραγωγής υγρασίας αποτελείται από δύο τομείς:

- **Μονάδα παραγωγής υγρασίας (ατμού):** Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής, το είδος καυσίμου και το ποσοστό κάλυψης της απαιτούμενης παροχής υγρασίας στις μονάδες διαχείρισης και προσαγωγής νωπού αέρα.
- **Δίκτυο διανομής ατμού:** Χρειάζεται ο προσδιορισμός του συντελεστή θερμικής απόδοσης του δικτύου διανομής, ο οποίος προσδιορίζεται σε σχέση με τη θερμοκρασία του δικτύου και την ποιότητα της θερμομόνωσης.

### 2.3.2.10. Καταγραφή εγκαταστάσεων ζεστού νερού χρήσης

Ως σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) νοείται κάθε σύστημα που παράγει, διανέμει και αποθηκεύει ζεστό νερό προς χρήση. Αυτά τα συστήματα μπορεί να είναι κεντρικά σε επίπεδο κτηρίου (π.χ. μονάδες λέβητα - καυστήρα) ή τοπικά (π.χ. ηλεκτρικοί θερμοαντήρες, ταχυθερμαντήρες) ή μεγαλύτερης κλίμακας σε επίπεδο περιοχής (π.χ. τηλεθέρμανση).

Κατά την επιθεώρηση καταγράφονται τα δεδομένα του συμβατικού συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Σε περίπτωση που υπάρχει διαθέσιμη μελέτη για το σύστημα Ζ.Ν.Χ., ο επιθεωρητής επιβεβαιώνει και καταγράφει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς από την παράγραφο 4.8. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Το σύστημα Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης χωρίζεται σε τρεις τομείς, οι οποίοι αναλύονται παρακάτω, καταγράφοντας για καθένα τις απαραίτητες παραμέτρους:

- Μονάδα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η οποία μπορεί να είναι κεντρικό σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. όπως λέβητες (νερού ή ατμού) ή αντλίες θερμότητας, τοπικές μονάδες παραγωγής Ζ.Ν.Χ., όπως μονάδες αερίου, ηλεκτρικοί θερμοαντήρες, ταχυθερμαντήρες, κ.ά.
- Δίκτυο διανομής ζεστού νερού χρήση, το οποίο αποτελείται από τις σωληνώσεις μεταφοράς και επανακυκλοφορίας (σε μεγάλα κτήρια) θερμού μέσου ή ατμού.
- Τερματική μονάδα απόδοσης (αποθήκευσης) Ζ.Ν.Χ., η οποία μπορεί να είναι ένας θερμοαντήρας με εναλλάκτη ή με ηλεκτρική αντίσταση ή άλλο σύστημα αποθήκευσης.

Επίσης καταγράφονται τα δεδομένα του ηλιοθερμικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης (εφόσον υπάρχει), σύμφωνα με τα όσα αναφέρονται στη σχετική μελέτη σχεδιασμού του συστήματος ή στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης για τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια και ακολουθεί επιβεβαίωση των δεδομένων από τον επιθεωρητή. Αν δεν υπάρχει μελέτη (π.χ. σε υφιστάμενα κτήρια πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ.) για τα ηλιοθερμικά συστήματα ενός κτηρίου, ο επιθεωρητής καταγράφει όσα από τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιοθερμικού συστήματος είναι διαθέσιμα και εκτιμάει τα απαραίτητα δεδομένα για τους

υπολογισμούς, σύμφωνα με όσα αναφέρονται στη σχετική παράγραφο 5.3.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

❗ Σε περίπτωση συστήματος διπλής ενέργειας (ηλεκτρικός θερμαντήρας και ηλιακός συλλέκτης) για την κάλυψη των αναγκών σε Ζ.Ν.Χ. ο επιθεωρητής θα πρέπει να ακολουθήσει τα εξής βήματα για να προσδιορίσει το σύστημα:

- Αρχικά καταγράφει τον ηλεκτρικό θερμαντήρα (ηλεκτρική αντίσταση) ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. από τον ηλεκτρικό θερμαντήρα ορίζεται στο 100% για όλους του μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).
- Κατόπιν καταγράφει και ορίζει ξεχωριστά τον ηλιακό συλλέκτη με τα απαιτούμενα δεδομένα. Το λογισμικό υπολογίζει τη συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ.

❗ Σε περίπτωση συστημάτων τριπλής ενέργειας (κεντρικός λέβητας με ηλιακό συλλέκτη και ηλεκτρική αντίσταση) για την κάλυψη των αναγκών σε Ζ.Ν.Χ., ο επιθεωρητής θα πρέπει να ακολουθήσει τα εξής βήματα για να προσδιορίσει το σύστημα:

- Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για Ζ.Ν.Χ. όλο το χρόνο (και τους δώδεκα μήνες) με την ηλεκτρική αντίσταση ως εφεδρικό σύστημα, τότε θα καταγράφει το λέβητα ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. από τον λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους του μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).
- Εάν ο λέβητας λειτουργεί για την κάλυψη των αναγκών για Ζ.Ν.Χ. και για τη θέρμανση χώρων του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης ταυτόχρονα, τότε καταγράφει το λέβητα ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. κατά τη χειμερινή περίοδο (χρόνος λειτουργίας θέρμανσης ανάλογα με την κλιματική ζώνη), ενώ την ηλεκτρική αντίσταση καταγράφει ως το μόνο συμβατικό σύστημα που καλύπτει τις ανάγκες για Ζ.Ν.Χ. τη θερινή περίοδο (όλους τους μήνες που δεν εφαρμόζεται θέρμανση χώρων). Το ποσοστό κάλυψης του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. από το λέβητα ορίζεται στο 100% για όλους του χειμερινούς μήνες και από την ηλεκτρική αντίσταση ορίζεται στο 100% για όλους του θερινούς μήνες. Πρέπει οπωσδήποτε να ορίζεται και η απόδοση του δικτύου διανομής και του συστήματος εκπομπής (αποθήκευσης).
- Κατόπιν καταγράφει και ορίζει ξεχωριστά τον ηλιακό συλλέκτη με τα απαιτούμενα δεδομένα. Το λογισμικό υπολογίζει τη συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών και την αφαιρεί από την αρχικά υπολογιζόμενη συμβατική κατανάλωση θερμικής ενέργειας για Ζ.Ν.Χ..

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, από το σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. καταγράφονται και χρησιμοποιούνται τα δεδομένα για το συντελεστή θερμικής απόδοσης της μονάδας παραγωγής Ζ.Ν.Χ., το είδος καυσίμου (ηλεκτρικό, πετρέλαιο, κ.ά.) και το ποσοστό του θερμικού φορτίου για Ζ.Ν.Χ. που καλύπτει το σύστημα.

Σε περίπτωση κεντρικής μονάδας λέβητα - καυστήρα, που είναι κοινή τόσο για την θέρμανση χώρων, όσο και για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, ισχύουν όσα αναφέρθηκαν στην ενότητα 2.3.2.7. για το σύστημα θέρμανσης.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καταγράφονται επίσης η θερμική απόδοση του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ., η θερμική απόδοση των τερματικών μονάδων απόδοσης θερμότητας (αποθήκευσης) Ζ.Ν.Χ., καθώς και η ισχύς των βοηθητικών συστημάτων (π.χ. κυκλοφορητών διανομής ή ανακυκλοφορίας), που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση κεντρικού συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ.

Ο υπολογισμός του φορτίου για Ζ.Ν.Χ. σε ένα κτήριο γίνεται με βάση την κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. ( $m^3/έτος$ ) για κάθε χρήση κτηρίου, η οποία ορίζεται στην παράγραφο 2.7. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, την επιθυμητή θερμοκρασία νερού ( $45^{\circ}C$ ), καθώς επίσης και τις θερμοκρασίες του νερού στο δίκτυο της περιοχής.

### 2.3.2.11. Καταγραφή συστημάτων φωτισμού

Η κατανάλωση ενέργειας από το γενικό φωτισμό των χώρων ενός κτηρίου ή τμήματος αυτού ή της θερμικής ζώνης λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης, μόνο για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα. Η θερμική ενέργεια που παράγεται από τα συστήματα γενικού φωτισμού, λαμβάνεται υπόψη ως εσωτερικό θερμικό φορτίο του κτηρίου τόσο για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα, όσο και για τα κτήρια κατοικιών. Ο επιθεωρητής καταγράφει όλα τα δεδομένα του συστήματος γενικού φωτισμού του κτηρίου ή του τμήματος κτηρίου ή της θερμικής ζώνης, τα οποία χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και είναι: τα εξής

- Η εγκατεστημένη ισχύς των φωτιστικών λαμπτήρων που χρησιμοποιούνται για το γενικό φωτισμό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης. Από τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λαμπτήρων αποτυπώνεται αναλυτικά η ηλεκτρική ισχύς τους (kW) και η φωτιστική τους απόδοση (φωτεινή δραστηριότητα) σε  $lm/W$ .
- Το ποσοστό του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού. Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, στην παράγραφο 5.1.3.2. περιγράφεται μια απλή μέθοδος για τον προσδιορισμό των ζωνών φυσικού φωτισμού ενός χώρου.
- Οι διατάξεις αυτόματου ελέγχου του συστήματος γενικού φωτισμού, περιλαμβανομένων και των διατάξεων ελέγχου φυσικού φωτισμού χώρων, όπως λουξόμετρων (στάθμη φωτισμού), χρονοδιακοπών κ.ά.
- Το σύστημα απομάκρυνσης της εκλυόμενης θερμότητας από τα φωτιστικά, σε περίπτωση που υπάρχει στο κτήριο.
- Η ύπαρξη συστήματος φωτισμού ασφαλείας στο κτήριο ή στη θερμική ζώνη.
- Η ύπαρξη συστήματος εφεδρείας για την κάλυψη των αναγκών φωτισμού των χώρων.

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, λαμβάνεται υπόψη και η περίοδος αξιοποίησης του φυσικού φωτισμού και η περίοδος χρήσης του τεχνητού φωτισμού. Αυτές οι παράμετροι είναι καθορισμένες ανά χρήση κτηρίου και λαμβάνονται από τον πίνακα 5.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Στο λογισμικό οι τιμές εισάγονται αυτόματα και σε σχέση με το ποσοστό των χώρων που λαμβάνεται ως ζώνη φυσικού φωτισμού.

⚠ Σε περίπτωση που το υπό επιθεώρηση κτήριο διαθέτει σύστημα γενικού φωτισμού που αποδίδει χαμηλότερη στάθμη ( $lx$ ) γενικού φωτισμού από τα καθορισμένα στον πίνακα 2.4. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, τότε για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ο επιθεωρητής θα θεωρήσει (και θα λάβει υποχρεωτικά υπόψη κατά τους υπολογισμούς) μεγαλύτερη εγκατεστημένη ηλεκτρική ισχύ γενικού φωτισμού, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η ελάχιστη στάθμη ( $lx$ ) γενικού φωτισμού στο κτήριο ή στην θερμική ζώνη.

! Επισημαίνεται και πάλι ότι σε κτήρια κατοικίας δεν λαμβάνεται υπόψη η κατανάλωση ενέργειας από φωτισμό για την ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου.

### 2.3.2.12. Καταγραφή διατάξεων αυτόματου ελέγχου

Η χρήση τοπικών ή κεντρικών διατάξεων αυτόματου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS) μειώνει την τελική κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου, της οποίας ο ακριβής προσδιορισμός είναι αρκετά πολύπλοκος, γιατί υπεισέρχονται πολλές παράμετροι. Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τη μέχρι σήμερα πρακτική, ανάλογα με τις διατάξεις αυτόματου ελέγχου που διαθέτει ένα κτήριο, κατατάσσεται σε μια από τις κατηγορίες Α, Β, Γ ή Δ, όπως περιγράφονται στον πίνακα 5.5, στην παράγραφο 5.2 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Για να καταταχθεί ένα κτήριο σε μια από τις κατηγορίες αυτές, θα πρέπει να διαθέτει όλες τις διατάξεις αυτοματισμών (τοπικές ή κεντρικές) που αντιστοιχούν στην κατηγορία αυτή, αλλιώς κατατάσσεται στην αμέσως χαμηλότερη.

Η κατηγορία του κτηρίου σε σχέση με τις διατάξεις αυτόματου ελέγχου που διαθέτει προσδιορίζεται από τον επιθεωρητή με την εξακρίβωση ύπαρξης και σωστής λειτουργίας των διατάξεων αυτών.

Για την κατάταξη ενός κτηρίου ή τμήματος αυτού σε μια κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου, θα πρέπει να ισχύουν τα ακόλουθα:

- Στην κατηγορία διατάξεων Δ ανήκει ένα κτήριο που δεν διαθέτει καμία διάταξη αυτόματου ελέγχου για τη διαχείριση της ενέργειας. Δηλαδή καμία θερμοστατική ρύθμιση στους χώρους και κυρίως κανένα σύστημα αντιμετώπισης των μερικών φορτίων θέρμανσης ή/και ψύξης (σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων).
- Στην κατηγορία διατάξεων Γ ανήκει ένα κτήριο όταν οι διατάξεις αυτοματισμού που διαθέτει ελέγχουν ενεργειακά το κτήριο σε επίπεδο οριζόντιας ιδιοκτησίας. Δηλαδή διαθέτει κατ' ελάχιστον θερμοδομέτρηση (σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων θέρμανση ή ψύξης που καλύπτουν πολλές ιδιοκτησίες), θερμοστατικό έλεγχο σε επίπεδο οριζόντιας ιδιοκτησίας (π.χ. ανά διαμέρισμα) και σύστημα αντιμετώπισης μερικών φορτίων (σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων). Όλα τα τοπικά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης υπάγονται κατ' ελάχιστον στην κατηγορία Γ.
- Στην κατηγορία διατάξεων Β ανήκει ένα κτήριο όταν οι διατάξεις αυτοματισμού που διαθέτει ελέγχουν ενεργειακά το κτήριο σε επίπεδο επί μέρους χώρων ανά οριζόντια ιδιοκτησία. Δηλαδή διαθέτει κατ' ελάχιστον θερμοδομέτρηση (σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων θέρμανση ή ψύξης που καλύπτουν πολλές ιδιοκτησίες), θερμοστατικό έλεγχο για κάθε επί μέρους χώρο (ανά δωμάτιο) της οριζόντιας ιδιοκτησίας και σύστημα αντιμετώπισης μερικών φορτίων (σε περίπτωση κεντρικών συστημάτων). Όλα τα τοπικά συστήματα θέρμανσης ή ψύξης που διαθέτουν θερμοστάτη λειτουργίας υπάγονται στην κατηγορία Β.
- Στην κατηγορία διατάξεων Α ανήκει ένα κτήριο όταν οι διατάξεις αυτοματισμού που διαθέτει, ελέγχουν ενεργειακά το κτήριο σε επίπεδο επί μέρους χώρων ανά οριζόντια ιδιοκτησία αλλά και σε σχέση με άλλες παραμέτρους, όπως την πυκνότητα χρηστών (οπότε ελέγχεται η απαίτηση για νωπό αέρα). Δηλαδή η κατηγορία Α περιλαμβάνει όλους του αυτοματισμούς της κατηγορίας Β και επιπλέον μια σειρά από έξυπνες διατάξεις, με τις οποίες ελέγχεται η χρήση (με ανιχνευτές παρουσίας) των επί μέρους χώρων μιας οριζόντιας ιδιοκτησίας (με αυτόματη ρύθμιση της εσωτερικής θερμοκρασίας), ο αριθμός χρηστών κ.τ.λ. Σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις δύναται να ελέγχεται και να ρυθμίζεται ταυτόχρονα η ενεργειακή απόδοση των επί μέρους συστημάτων παραγωγής θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας.

### 2.3.2.13. Καταγραφή ηλιοθερμικών συστημάτων

Η χρήση ηλιοθερμικών συστημάτων (ηλιακών συλλεκτών) έχει μεγάλη συνεισφορά στη μείωση της θερμικής ενέργειας από συμβατικές μορφές καυσίμων, ιδιαίτερα στην Ελλάδα, στην οποία το διαθέσιμο δυναμικό ηλιακής ενέργειας είναι πολύ υψηλό. Η εφαρμογή ηλιοθερμικών συστημάτων στα



κτήρια βελτιώνει κατά πολύ την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου και θα πρέπει να προτείνεται από τον επιθεωρητή ως μία από τις πιο αποδοτικές επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου. Τα ηλιοθερμικά συστήματα είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για εφαρμογή σε κτηριακές εγκαταστάσεις.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση καταγράφονται όλα τα δεδομένα των ηλιοθερμικών συστημάτων που υπάρχουν στο κτήριο και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, όπως περιγράφονται στην παράγραφο 5.3.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και είναι τα εξής:

- Ο τύπος ηλιακών συλλεκτών: Επίπεδοι με μονό ή διπλό τζάμι, κενού κ.τ.λ.
- Ο ετήσιος συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας του ηλιακού συλλέκτη. Αυτή η τιμή προκύπτει από τη μελέτη διαστασιολόγησης του συλλέκτη με μια δοκιμασμένη μέθοδο, όπως οι μέθοδοι που αναφέρονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15316.4-3:2008 ή η μέθοδος καμπυλών  $f$  των S. Klein, W.A. Beckman και J.A Duffie.
- Η συνολική επιφάνεια των ηλιακών συλλεκτών.
- Ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των ηλιακών συλλεκτών.
- Το ποσοστό και το είδος θερμικού φορτίου (θέρμανσης χώρων, Ζ.Ν.Χ.) που καλύπτουν οι ηλιακοί συλλέκτες.

! Σε περίπτωση που προτείνεται η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές του συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης που δίνονται στους πίνακες 5.8. και 5.9. της παραγράφου 5.3.1.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

#### 2.3.2.14. Καταγραφή φωτοβολταϊκών μονάδων

Η χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των ηλεκτρικών φορτίων ενός κτηρίου. Παρόλο που η απόδοσή τους είναι χαμηλή, η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνουν σε ένα κτήριο αφορά στην ηλεκτρική ενέργεια, η οποία είναι ιδιαίτερα επιβαρυντική για την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου, όταν μετατρέπεται σε πρωτογενή ενέργεια. Η εφαρμογή φωτοβολταϊκών συστημάτων (Φ/Β) στα κτήρια δεν είναι πολύ διαδεδομένη, καθώς είναι ακόμη μη βιώσιμη οικονομικά.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση καταγράφονται όλα τα δεδομένα των φωτοβολταϊκών συστημάτων που υπάρχουν στο κτήριο και χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, όπως περιγράφονται στην παράγραφο 5.3.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και είναι τα εξής:

- Ο τύπος του Φ/Β συστήματος: μονοκρυσταλλικό, άμορφο κ.τ.λ.
- Η χρονολογία εγκατάστασης και λειτουργίας του Φ/Β.
- Η απόδοση του Φ/Β συστήματος. Ενδεικτικές τιμές απόδοσης στην ελληνική αγορά δίνονται στον πίνακα 5.12. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.
- Η επιφάνεια των Φ/Β.
- Ο προσανατολισμός των Φ/Β, συνήθως νότιος.
- Η κλίση των Φ/Β, συνήθως για την Ελλάδα για ετήσια χρήση  $26^\circ$  έως  $30^\circ$ .
- Ο συντελεστής σκίασης, ο οποίος προσδιορίζεται από τη γωνία θέασης και τον πίνακα 3.18. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 3.3.2.

! Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και την ενεργειακή κατάταξη ενός κτηρίου λαμβάνονται υπόψη μόνο τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιούνται για την κάλυψη των ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου και **όχι** αυτά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και διάθεσής της στο ηλεκτρικό δίκτυο.

! Σε περίπτωση που προτείνεται η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου από τον επιθεωρητή με τη χρήση Φ/Β., μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές των παραμέτρων που αναφέρονται στον πίνακα 5.12. στην παράγραφο 5.3.2.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

### 2.3.2.15. Καταγραφή εγκαταστάσεων συμπαραγωγής

Τα συστήματα συμπαραγωγής έχουν ευρεία εφαρμογή, κυρίως σε κτήρια του τριτογενούς τομέα αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις και σε κτήρια κατοικιών. Τα συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να καταναλώσουν πολλές μορφές καυσίμων. Η εφαρμογή τους είναι αποδοτική και οικονομικά βιώσιμη σε περίπτωση που τα θερμικά φορτία είναι τουλάχιστον 1,5 έως 2,0 φορές μεγαλύτερη από τα ηλεκτρικά φορτία του κτηρίου.

Προκειμένου να προσδιοριστεί η συνεισφορά ενός συστήματος συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (Σ.Η.Θ.) σε ένα κτήριο, χρησιμοποιούνται κατά τους υπολογισμούς διάφορα δεδομένα, τα οποία προσδιορίζονται από τις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή και τη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος (εφόσον υπάρχει). Τα απαιτούμενα δεδομένα για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου είναι:

- η κατανάλωση καυσίμου του συστήματος (kg/h),
- ο ονομαστικός ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης του συστήματος (%),
- ο ονομαστικός θερμικός βαθμός απόδοσης του συστήματος(%),
- το ποσοστό και το είδος θερμικού φορτίου (θέρμανση χώρων, Ζ.Ν.Χ.) που καλύπτει το Σ.Η.Θ.

! Σε περίπτωση που προτείνεται η ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου, μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τιμές της θερμικής και ηλεκτρικής απόδοσης συστήματος Σ.Η.Θ. που δίνονται στον πίνακα 5.14. της παραγράφου 5.4. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

### 2.3.2.16. Καταγραφή προγράμματος συντήρησης και αναγκάων επεμβάσεων

Εκτός από την καταγραφή των δεδομένων στο έντυπο ενεργειακής επιθεώρησης, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ενημερωθεί και να καταγράψει τις προγραμματισμένες συντηρήσεις και να εντοπίσει τις αναγκαίες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που έχουν προγραμματιστεί να γίνουν στο κτήριο. Ο επιθεωρητής ενημερώνεται από τον υπεύθυνο / διαχειριστή του κτηρίου για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει το κτήριο σχετικά με τη λειτουργία του, καθώς και για τα παράπονα των χρηστών, σε περίπτωση που υπάρχουν. Συνοπτικά, ο επιθεωρητής για την ολοκληρωμένη αξιολόγηση του κτηρίου πρέπει επίσης να καταγράψει:

- τις προγραμματισμένες και αναγκαίες συντηρήσεις που πρέπει να εφαρμοστούν στα δομικά στοιχεία ή/και στις εγκαταστάσεις του κτηρίου,
- τις επεμβάσεις βελτίωσης (λόγω λειτουργικών προβλημάτων ή γήρανσης) που πρέπει να πραγματοποιηθούν ή που έχουν προγραμματιστεί για άμεση υλοποίηση από τους υπεύθυνους του κτηρίου.

Ο επιθεωρητής εντοπίζει επίσης και επιβεβαιώνει τις ανάγκες του κτηρίου για ενεργειακή αναβάθμιση και συντήρηση κατά τη διάρκεια της ενεργειακής επιθεώρησης. Επίσης, από τη συνολική

εικόνα του κτηρίου εκτιμάει τις προτεραιότητες που πρέπει να δοθούν για την εφαρμογή διαφόρων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου και συντήρησης των εγκαταστάσεών του. Οι συντηρήσεις που θα πρέπει να εφαρμόζονται σε ένα κτήριο για τη βέλτιστη λειτουργία του είναι:

- Τακτική επισκευή τυχόν ζημιών στο κτηριακό κέλυφος: Αποκατάσταση επιχρίσματος, στεγανοποίηση ανοιγμάτων, στεγανοποίηση αρμών, διόρθωση θερμογεφυρών κ.ά.
- Ετήσιος έλεγχος και συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού του κτηρίου όπως λεβήτων, ψυκτικών μηχανημάτων, τερματικών μονάδων, δικτύων διανομής, κ.τ.λ.
- Τακτικός έλεγχος των συστημάτων φωτισμού: Καθαρισμός λαμπτήρων και φωτιστικών σωμάτων, αντικατάσταση λαμπτήρων σε υπολειτουργία κ.τ.λ.
- Έλεγχος διατήρησης των κατάλληλων εσωτερικών συνθηκών στο κτήριο: Θερμοκρασίας, σχετικής υγρασίας, αερισμού, κ.τ.λ.

### 2.3.3. Έλεγχος τήρησης ελάχιστων τεχνικών προδιαγραφών

Πέρα από την ενεργειακή κατάσταση των κτηρίων, στα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων ο επιθεωρητής θα πρέπει να ελέγξει ταυτόχρονα κατά πόσο το κτήριο πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, όπως αυτές ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και οι οποίες θα πρέπει να έχουν εφαρμοστεί κατ' ελάχιστον στην κατασκευή του κτηρίου.

Οι ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά το σχεδιασμό του κτηρίου και την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης και σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής θα πρέπει να τεκμηριώνεται επαρκώς. Σε περίπτωση που οι ελάχιστες προδιαγραφές, όπως αυτές αναφέρονται στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης, δεν εφαρμόστηκαν κατά την κατασκευή του νέου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου κτηρίου, ο επιθεωρητής θα πρέπει να κάνει σύσταση συμμόρφωσης στο ιδιοκτήτη, κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 2.9. του άρθρου 15 του Κ.Εν.Α.Κ., Συνοπτικά οι ελάχιστες προδιαγραφές αφορούν στις εξής επί μέρους ενότητες:

- Στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο οι ενεργειακές απαιτήσεις του κτηρίου. Κατά το σχεδιασμό θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η χωροθέτηση του κτηρίου στο οικόπεδο, η ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, η ηλιοπροστασία του κτηρίου, η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού κ.ά.
- Στη θερμική θωράκιση του κτηριακού κελύφους με την εφαρμογή κατάλληλης θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία και την εφαρμογή κατάλληλων ενεργειακά αποδοτικών κουφωμάτων, ώστε τόσο οι επί μέρους τιμές για κάθε δομικό στοιχείο, όσο και η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνουν τα όρια που ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.
- Στην εφαρμογή ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων για τη θέρμανση, την ψύξη, τον αερισμό, το φωτισμό και το Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές που ορίζονται στην παράγραφο 3 του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ.

## 2.4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Το τέταρτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαδικασία υπολογισμών για την ενεργειακή κατάσταση και πιστοποίηση του κτηρίου, καθώς και ο προσδιορισμός των βέλτιστων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτηρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, η οποία περιγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790, καθώς και στα υπόλοιπα υποστηρικτικά πρότυπα, που αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα πάντα με τον Κ.Εν.Α.Κ. (άρθρο 5), για τους υπολογισμούς κατά την ενεργειακή επιθεώρηση θα πρέπει να χρησιμοποιούνται λογισμικά, τα οποία θα έχουν αξιολογηθεί από την Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.Επ.Εν.) του Υ.Π.Ε.Κ.Α., με κριτήριο την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου γίνονται με λογισμικό, το οποίο έχει δημιουργηθεί βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. (ευρωπαϊκά πρότυπα) και της αντίστοιχης τεχνικής οδηγίας του Τ.Ε.Ε. «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010).

Το λογισμικό διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Τ.Ε.Ε.), μαζί με όλες τις σχετικές πληροφορίες εγκατάστασης μέσω της ηλεκτρονικής διεύθυνσης:

[http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC\\_WORK/GR\\_ENERGEIAS/kenak/tee\\_kenak](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/SCIENTIFIC_WORK/GR_ENERGEIAS/kenak/tee_kenak)

Η τεχνική οδηγία Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 κατευθύνει διεξοδικά τον επιθεωρητή για τις παραμέτρους που θα χρησιμοποιήσει κατά τους υπολογισμούς, ανάλογα με τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά των κτηριακών εγκαταστάσεων που κατέγραψε. Για την υπολογιστική διαδικασία επισημαίνονται τα εξής:

- Η ακρίβεια των υπολογισμών επηρεάζεται από την ακρίβεια των δεδομένων που εισάγονται. Απαιτείται, λοιπόν, να εισάγονται τα δεδομένα όπως έχουν αποτυπωθεί κατά τη διαδικασία επιθεώρησης στο σχετικό έντυπο και σύμφωνα πάντα με τις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και 20701-4/2010. Επίσης χρειάζεται προσοχή κατά τη χρήση μεθόδων / τεχνικών, όπως ο καθορισμός θερμικών ζωνών για τους υπολογισμούς.
- Χρησιμοποιούνται βιβλιοθήκες που εμπεριέχονται στο λογισμικό και έχουν καθοριστεί από τις σχετικές τεχνικές οδηγίες (π.χ. για τα κλιματικά δεδομένα).
- Εξετάζεται η δυνατότητα εφαρμογής συγκεκριμένων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας στο κτήριο, με βάση οικονομικά και ενεργειακά κριτήρια.

Οι υπολογισμοί που πραγματοποιούνται κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου και καταλήγουν στην έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, αφορούν:

- στα μηνιαία φορτία και στην ενεργειακή κατανάλωση (για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης, φωτισμό και βοηθητικά Η/Μ συστήματα) βάσει της υφιστάμενης κατάστασης του κτηρίου.
- στην ενεργειακή ταξινόμηση του κτηρίου (κατάταξή του σε ενεργειακή κλάση)
- στη διαμόρφωση και αξιολόγηση σεναρίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια με υπολογισμό της εξοικονόμησης θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και της αντίστοιχης μείωσης εκλυόμενων ρύπων, καθώς και υπολογισμό του κόστους της κάθε επέμβασης και του χρόνου αποπληρωμής του.

#### 2.4.1. Έλεγχος τήρησης ελάχιστων απαιτήσεων του Κ.Εν.Α.Κ.

Όλα τα νέα και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, τα οποία δεν ανήκουν στις εξαιρέσεις του άρθρου 11 του ν. 3661/2008, θα πρέπει να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, σύμφωνα με τα οριζόμενα στο άρθρο 7 του Κ.Εν.Α.Κ. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν:

- το κτήριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ.
- η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $\text{kWh/m}^2$ ) του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη ή ίση από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς, όπως αυτό περιγράφεται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. Δηλαδή το κτήριο κατατάσσεται σε ενεργειακή κατηγορία Β ή καλύτερη.

Ειδικότερα για τα υφιστάμενα κτήρια που ανακαινίζονται ριζικώς, σύμφωνα με αυτά που ορίζονται στο άρθρο 5 του ν. 3661 και όπως αναφέρεται και στο άρθρο 7 (ενότητα 1) του Κ.Εν.Α.Κ., η υποχρέωση συμμόρφωσης ως προς ενεργειακή κατηγορία Β γίνεται στο βαθμό που αυτό είναι τεχνικά, λειτουργικά και οικονομικά εφικτό, κατόπιν επαρκούς τεκμηρίωσης που θα περιλαμβάνεται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης.

Η τήρηση των ελαχίστων απαιτήσεων ελέγχεται πάντοτε σε σχέση με την ενεργειακή κατηγορία που υποδεικνύεται από τη μελέτη ενεργειακής απόδοσης, που έχει εκπονηθεί και θεωρηθεί από την πολεοδομική υπηρεσία. Επομένως, ένα νέο κτήριο κατά την αποπεράτωσή του θα πρέπει να κατατάσσεται στην κατηγορία που προβλέπει η μελέτη ενεργειακής απόδοσης, η οποία δεν μπορεί να είναι χειρότερη από Β, ενώ ένα ριζικώς ανακαινιζόμενο κτήριο κατά την ολοκλήρωση των εργασιών θα πρέπει να κατατάσσεται στην ενεργειακή κατηγορία που εκτιμήθηκε κατά την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης με τις απαιτούμενες τεκμηριώσεις σε περίπτωση αδυναμίας επίτευξης της ενεργειακής κατηγορίας Β.

Σύμφωνα με την παράγραφο 1 του άρθρου 6 του ν. 3661/2008, ο ιδιοκτήτης μετά την ολοκλήρωση των εργασιών κατασκευής νέου κτηρίου ή ριζικώς ανακαινιζόμενου είναι υποχρεωμένος να ζητήσει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης ο ενεργειακός επιθεωρητής πρέπει να ελέγξει εάν πληρούνται οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις του άρθρου 7 του Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση που διαπιστωθεί ότι δεν ικανοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης / διαχειριστής του κτηρίου υποχρεούται να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, μέτρα βελτίωσης, τα οποία εξασφαλίζουν την ένταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία Β (για τα νέα κτήρια) ή την κατηγορία που εκτιμήθηκε στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης για τα ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, σύμφωνα με τις συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή και όπως αυτά αναφέρονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης. Συνεπώς, η συμμόρφωση και τα μέτρα βελτίωσης που οφείλει ο ιδιοκτήτης να εφαρμόσει εντός προθεσμίας ενός έτους πρέπει να καθιστούν το κτήριο ενεργειακά αποδοτικό σύμφωνα με τα οριζόμενα στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης αυτού.

Ακολούθως διενεργείται εκ νέου ενεργειακή επιθεώρηση και εκδίδεται νέο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης και σε περίπτωση μη ικανοποίησης των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης (κατάταξη τουλάχιστον στην ενεργειακή κατηγορία Β για τα νέα κτήρια και στην εκτιμώμενη κατηγορία στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης για τα ριζικώς ανακαινιζόμενα), εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του Π.Δ. 580/Δ/1999 «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας» (Φ.Ε.Κ. Α' 210).

#### 2.4.2. Προσδιορισμός δεδομένων για τους υπολογισμούς

Ο επιθεωρητής χρησιμοποιώντας τα στοιχεία που έχει συλλέξει κατά το 3<sup>ο</sup> στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης με την επιτόπια επίσκεψη στο κτήριο, προσδιορίζει τα απαραίτητα δεδομένα για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Ο ακριβής προσδιορισμός γίνεται σύμφωνα και με τις οδηγίες και τις πινακοποιημένες τιμές που αναφέρονται στο σχετικό κείμενο της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Μετά την ολοκλήρωση προσδιορισμού όλων των δεδομένων, τα εισάγει στο λογισμικό, προκειμένου να υπολογίσει την πρωτογενή κατανάλωση ενέργειας του κτηρίου, καθώς και την ενεργειακή κατηγορία στην οποία υπάγεται (A+, A, B+, B, Γ κ.τ.λ.).

Κατά τη διάρκεια εισαγωγής δεδομένων για το υπό εξέταση κτήριο στο λογισμικό, εισάγονται αυτόματα και τα δεδομένα του κτηρίου αναφοράς, τα οποία έχουν καθοριστεί στον Κ.Εν.Α.Κ. και στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, για κάθε περίπτωση κτηρίου ή κτηριακών εγκαταστάσεων. Ο επιθεωρητής δεν χρειάζεται να δαπανήσει επιπλέον χρόνο για τον καθορισμό του κτηρίου αναφοράς στο λογισμικό.

Το κτήριο αναφοράς είναι ένα κτήριο όμοιο με το υπό εξέταση κτήριο, δηλαδή ένα κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, την ίδια χρήση και τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές του άρθρου 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά (όπως ορίζονται στο άρθρο 9 του Κ.Εν.Α.Κ. και περιγράφονται αναλυτικότερα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, τόσο τα δομικά στοιχεία του κτηριακού κελύφους τους, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη θέρμανση, στην ψύξη και στον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

#### 2.4.3. Κλιματικά δεδομένα και λοιπές σταθερές

Τα κλιματικά δεδομένα και οι λοιπές σταθερές που απαιτούνται για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, εισάγονται αυτόματα στο λογισμικό από τις αντίστοιχες βιβλιοθήκες. Συγκεκριμένα, τα κλιματικά δεδομένα των υπολογισμών ορίζονται με την επιλογή της περιοχής που βρίσκεται το κτήριο. Στην περίπτωση που για την περιοχή του κτηρίου δεν υπάρχουν διαθέσιμα κλιματικά δεδομένα, ο επιθεωρητής θα πρέπει να επιλέξει τα κλιματικά δεδομένα της πλησιέστερης γεωγραφικά ή/και κλιματικά περιοχής.

#### 2.4.4. Αποτελέσματα υπολογισμών

Ο κύριος στόχος των υπολογισμών είναι ο προσδιορισμός της συνολικής κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>/έτος) για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό (ο φωτισμός λαμβάνεται υπόψη μόνο στα κτήρια του τριτογενούς τομέα). Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών, γίνεται η ενεργειακή ταξινόμηση και πιστοποίηση του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία (πίνακας 2.4.4.1.) και συγκρίνεται με το κτήριο αναφοράς. Το κτήριο αναφοράς καταλαμβάνει πάντα την κατηγορία Β στην ενεργειακή κατάσταση, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες διαμορφώνονται ποσοστιαία με βάση την κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς. Τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια θα πρέπει πάντα να βρίσκονται στην ίδια ενεργειακή κατηγορία με το κτήριο αναφοράς (Β) ή σε καλύτερη.

**Πίνακας 2.4.4.1.Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.**

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33R_R < EP \leq 0,50R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50R_R < EP \leq 0,75R_R$	$0,50 < T \leq 0,75$
B	$0,75R_R < EP \leq 1,00R_R$	$0,75 < T \leq 1,00$
Γ	$1,00R_R < EP \leq 1,41R_R$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41R_R < EP \leq 1,82R_R$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82R_R < EP \leq 2,27R_R$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27R_R < EP \leq 2,73R_R$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73R_R < EP$	$2,73 < T$

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μεταξύ άλλων θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- την ειδική τελική ετήσια κατανάλωση ενέργειας κτηρίου ή τμήματος κτηρίου [kWh/m<sup>2</sup>/έτος], για κάθε τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και ανά είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας νοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτηρίου [kWh/m<sup>2</sup>/έτος].
- την ειδική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου ή τμήματος κτηρίου για κάθε τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, κ.ά.) και ανά είδος καυσίμου ανά χρήση [kWh/m<sup>2</sup>/έτος].
- τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου [kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/έτος].
- την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου (A+, A, B+, B, Γ, κ.τ.λ.).

## 2.5. ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 14 του Κ.Εν.Α.Κ. στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου πρέπει μεταξύ άλλων να αναφέρονται και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου. Γι' αυτό το λόγο, στην περίπτωση κτηρίων που δεν πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 7 του Κ.Εν.Α.Κ., ο επιθεωρητής θα πρέπει να προτείνει τουλάχιστον μία σύσταση ενεργειακής αναβάθμισης του κτηρίου.

Επίσης στην περίπτωση νέων και ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, που οι ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 7 και οι ελάχιστες προδιαγραφές του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ., όπως αυτές αναφέρονται στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης δεν εφαρμόστηκαν, ο ενεργειακός επιθεωρητής, κατά τα οριζόμενα στην παράγραφο 2.9. του άρθρου 15 του Κ.Εν.Α.Κ., θα πρέπει να κάνει τις απαραίτητες συστάσεις συμμόρφωσης στο ιδιοκτήτη προκειμένου να εφαρμοστούν τα αναφερόμενα στην μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης του ιδιοκτήτη, εφαρμόζονται αναλόγως οι διατάξεις του άρθρου 382 του Π.Δ. 580/Δ/1999 «Κώδικας Βασικής Πολεοδομικής Νομοθεσίας» (Φ.Ε.Κ. Α' 210).

### 2.5.1. Εντοπισμός προβλημάτων και επιλογή επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης

Από τα αποτελέσματα των ενεργειακών απαιτήσεων και της τελικής κατανάλωσης ενέργειας που διεξάγονται από τους υπολογισμούς με τη χρήση του κατάλληλου λογισμικού ο επιθεωρητής έχει πλέον μια γενική άποψη για την κατάσταση του κτηρίου. Δύναται, λοιπόν, να εντοπίσει πού υστερεί το κτήριο και σε ποιους τομείς πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης. Αρχικά ελέγχεται η ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου και κατά πόσο υπερβαίνει την ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου αναφοράς ( $\text{kWh/m}^2/\text{έτος}$ ).

Τα αποτελέσματα των ενεργειακών αναγκών (απαιτήσεων) για θέρμανση και ψύξη του κτηρίου, συγκρινόμενα πάντα με τα αντίστοιχα του κτηρίου αναφοράς, δίνουν μια πρώτη εικόνα για την κατάσταση του κτηριακού κελύφους, όπως αναλύεται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Οι υψηλές τιμές φορτίων για θέρμανση του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
  - το κτήριο δεν διαθέτει θερμομόνωση ή η θερμομόνωση που διαθέτει δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ.,
  - τα κουφώματα του κτηρίου έχουν υψηλή θερμοπερατότητα,
  - οι απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες (χαμηλή αεροστεγανότητα κουφωμάτων) είναι πολύ υψηλές σε σχέση με το κτήριο αναφοράς,
  - η παροχή νωπού αέρα από τα συστήματα μηχανικού αερισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη όπως αυτή ορίζεται για κάθε χρήση κτηρίου του τριτογενούς τομέα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.
2. Οι υψηλές τιμές φορτίων ψύξης του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
  - η σκίαση του κτηρίου είναι ανεπαρκής με αποτέλεσμα τα ηλιακά κέρδη να είναι πολύ υψηλά και να αυξάνουν τις ανάγκες για ψύξη,
  - η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων φωτισμού είναι πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα τα εσωτερικά θερμικά κέρδη να είναι πολύ υψηλά και να αυξάνουν τις ανάγκες για ψύξη,
  - η παροχή νωπού αέρα από τα συστήματα μηχανικού αερισμού είναι πολύ μεγαλύτερη από την απαιτούμενη, όπως αυτή ορίζεται για κάθε χρήση κτηρίου του τριτογενούς τομέα στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010,
  - το κτήριο δεν διαθέτει θερμομόνωση ή η θερμομόνωση που διαθέτει δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις θερμομονωτικής επάρκειας σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. (συνήθως η θερμομόνωση είναι ένας παράγοντας που επιδρά ελάχιστα στην αύξηση των ψυκτικών φορτίων),
  - οι απώλειες λόγω διείσδυσης αέρα από τις χαραμάδες (χαμηλή αεροστεγανότητα κουφωμάτων) είναι πολύ υψηλές σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
3. Οι υψηλές τιμές κατανάλωσης θερμικής ενέργειας για θέρμανση χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
  - το κτήριο παρουσιάζει πολύ υψηλά θερμικά φορτία για τη θέρμανση χώρων σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, οπότε εξετάζονται οι λόγοι της πρώτης (1) περίπτωσης,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας με πολύ χαμηλή θερμική απόδοση σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το σύστημα παραγωγής θερμικής ενέργειας χρησιμοποιεί καύσιμο με μεγάλο συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια) σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,



- το κτήριο διαθέτει σύστημα διανομής θερμικής ενέργειας με ανεπαρκή θερμομόνωση ή χωρίς θερμομόνωση (οι θερμικές απώλειες του δικτύου διανομής είναι πολύ υψηλές σχέση με του κτηρίου αναφοράς),
  - το κτήριο διαθέτει τερματικές μονάδες με φθορές και ανεπαρκή συντήρηση (η απόδοση (εκπομπή) θερμικής ενέργειας των τερματικών μονάδων είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς),
4. Οι υψηλές τιμές κατανάλωσης ψυκτικής ενέργειας για την ψύξη χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
- το κτήριο παρουσιάζει πολύ υψηλά ψυκτικά φορτία για την ψύξη χώρων σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, οπότε εξετάζονται οι λόγοι της δεύτερης (2) περίπτωσης,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής ψύξης με πολύ χαμηλή ψυκτική απόδοση σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα διανομής ψυκτικής ενέργειας με ανεπαρκή θερμομόνωση ή χωρίς θερμομόνωση. Οι ψυκτικές απώλειες του δικτύου διανομής είναι πολύ υψηλές σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το κτήριο διαθέτει τερματικές μονάδες με φθορές και ανεπαρκή συντήρηση (η απόδοση (εκπομπή) ψυκτικής ενέργειας των τερματικών μονάδων είναι πολύ χαμηλή σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς).
5. Οι υψηλές τιμές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
- το κτήριο δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης σε σχέση με το κτήριο αναφοράς,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης με πολύ χαμηλή θερμική απόδοση σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιεί καύσιμο με μεγάλο συντελεστή μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια (π.χ. ηλεκτρική ενέργεια) σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα διανομής ζεστού νερού χρήσης με ανεπαρκή θερμομόνωση ή χωρίς θερμομόνωση. Οι θερμικές απώλειες του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ είναι πολύ υψηλές σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς,
  - το κτήριο διαθέτει σύστημα αποθήκευσης του ζεστού νερού χρήσης με φθορές και ανεπαρκή συντήρηση. Οι θερμικές απώλειες της μονάδας αποθήκευσης είναι πολύ υψηλές σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.
6. Οι υψηλές τιμές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για τον φωτισμό του εξεταζόμενου κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι:
- η ηλεκτρική ισχύς (kW) των συστημάτων φωτισμού είναι πολύ μεγάλη, με αποτέλεσμα η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για φωτισμό να είναι ιδιαίτερα υψηλή.

Ο γενικός κανόνας, προκειμένου το υπό εξέταση / επιθεώρηση κτήριο να ταξινομηθεί σε καλύτερη ενεργειακή κατηγορία από την κατηγορία Β είναι να διαθέτει καλύτερη θερμομόνωση από το κτήριο αναφοράς, να διαθέτει καλύτερες τεχνικές προδιαγραφές (υψηλές αποδόσεις) στα Η/Μ συστήματά και περιορισμό στις θερμικές / ψυκτικές απώλειες σε σχέση με το κτήριο αναφοράς, να χρησιμοποιεί όσο τον δυνατόν περισσότερα συστήματα αξιοποίησης ανανεώσιμων μορφών ενέργειας (ηλιακούς συλλέκτες και Φ/Β), και να διαθέτει τις κατάλληλες διατάξεις αυτόματου ελέγχου για τον περιορισμό των τελικών καταναλώσεων.

Το λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη διαδικασία ενεργειακών επιθεωρήσεων παρέχει τη δυνατότητα ενεργειακής και οικονομικής αξιολόγησης (απλή περίοδο αποπληρωμής) διαφόρων σεναρίων όπως:

- επεμβάσεις ενεργειακής βελτίωσης του κτηριακού κελύφους, όπως θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, οροφής, δαπέδου, αντικατάσταση ή αεροστεγανότητα κουφωμάτων κ.τ.λ.,
- αναβάθμιση ή αντικατάσταση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων με νέες υψηλής ενεργειακής απόδοσης, που αφορούν σε συστήματα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης, κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα, μονάδες εξαερισμού, μονάδες φωτισμού, διατάξεις αυτοματισμών κ.τ.λ.,
- εφαρμογή παθητικών συστημάτων και εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας όπως ηλιακών χώρων, ηλιακών συλλεκτών, φωτοβολταϊκών και συμπαραγωγής θερμικής & ηλεκτρικής ενέργειας.

### 2.5.2. Αξιολόγηση συστάσεων με οικονομοτεχνικά και ενεργειακά κριτήρια

Οι **συστάσεις** του ενεργειακού επιθεωρητή για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου θα πρέπει να είναι **ιεραρχημένες** και να περιλαμβάνουν μια σύντομη περιγραφή, προσδιορίζοντας αντίστοιχα το αρχικό κόστος επένδυσης (€), την εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών και ποσοστό (%) επί της αρχικής υπολογιζόμενης πρωτογενούς ενέργειας, την εκτιμώμενη τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh), την εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg/m<sup>2</sup>) και την απλή περίοδο αποπληρωμής κάθε πρότασης.

## 2.6. ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ

Η έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) είναι το τελευταίο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. η έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια, καθώς επίσης και για τα υφιστάμενα κτήρια σε περίπτωση αγοραπωλησίας ή μίσθωσης. Η τελική μορφή του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, στην οποία παρουσιάζονται και οι οδηγίες σύνταξης για τον επιθεωρητή.

Κάθε συμβολαιογράφος για την κατάρτιση πράξεως αγοραπωλησίας ακινήτου υποχρεούται να μνημονεύει στο συμβόλαιο τον αριθμό πρωτοκόλλου του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και να επισυνάπτει σε αυτό επίσημο αντίγραφο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Σε κάθε μίσθωση ακινήτου, ο αριθμός πρωτοκόλλου του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης πρέπει να αναγράφεται στο ιδιωτικό ή συμβολαιογραφικό μισθωτήριο έγγραφο. Η φορολογική αρχή δεν θεωρεί μισθωτήρια έγγραφα εάν δεν προσκομίζεται ενώπιον της ισχύον πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης εκδίδεται μετά την εισαγωγή του αρχείου δεδομένων και αποτελεσμάτων από τον επιθεωρητή και την οριστική του υποβολή στην Ε.Υ.Επ.Εν., επιστρέφει δε ηλεκτρονικά (υπό μορφή αρχείου .pdf) στον επιθεωρητή, ο οποίος υποχρεούται να δώσει υπογεγραμμένο και σφραγισμένο αντίγραφο στον ιδιοκτήτη του κτηρίου. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης ισχύει για δέκα χρόνια, εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτηρίου πριν να παρέλθει η δεκαετία, οπότε η ισχύς του λήγει με το πέρας των εργασιών ανακαίνισης και πρέπει να εκδοθεί νέο.

Ειδικά για τις περιπτώσεις νέων ή ριζικώς ανακαινιζόμενων κτηρίων, κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης θα πρέπει να ελέγχεται εάν το κτήριο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη μελέτη ενεργειακής απόδοσης. Σε περίπτωση διαπίστωσης μη τήρησης της μελέτης, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης / διαχειριστής του κτηρίου υποχρεούται να συμμορφωθεί εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, εφαρμόζοντας μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, σύμφωνα με τις συστάσεις του ενεργειακού επιθεωρητή, που αναφέρονται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης.

Σε περίπτωση που το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης εκδίδεται μετά την υλοποίηση επεμβάσεων στο πλαίσιο προγραμμάτων για τον οικιακό τομέα χρηματοδοτούμενων από εθνικούς ή/και κοινοτικούς πόρους, όπως το πρόγραμμα «εξοικονομώ κατ' οίκον», ο ενεργειακός επιθεωρητής καταγράφει αναλυτικά και διακριτά τις υλοποιημένες επεμβάσεις που ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παρόντος κανονισμού και του προγράμματος, τις αντίστοιχες τιμολογούμενες δαπάνες, καθώς και την εξοικονομούμενη από τις επεμβάσεις ενέργεια.

### 2.6.1. Διαδικασία ηλεκτρονικής έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

Το λογισμικό, μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων της επιθεώρησης παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας ενός εξαγώγιμου αρχείου μορφής xml, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης. Ο επιθεωρητής με τη χρήση του αριθμού μητρώου του και του αριθμού πρωτοκόλλου επιθεώρησης, τον οποίον απέκτησε κατά την εγγραφή του κτηρίου προς επιθεώρηση στην ιστοσελίδα ([www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr)), έχει τη δυνατότητα διαδικτυακής σύνδεσης και πρόσβασης, προκειμένου να καταχωρήσει το αρχείο (xml) με τα δεδομένα του κτηρίου στο πληροφοριακό σύστημα της Ε.Υ.Επ.Εν. Με την καταχώρηση του αρχείου δεδομένων, ο επιθεωρητής μπορεί να κάνει οριστική υποβολή του αρχείου και μέσω του κεντρικού πυρήνα υπολογισμών της υπηρεσίας που υπάρχει στο πληροφοριακό σύστημα ([www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr)), γίνονται εκ νέου οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση κτηρίου. Βάσει των τελικών αποτελεσμάτων που δίνει ο υπολογιστικός πυρήνας, εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) του κτηρίου, το οποίο αποστέλλεται στον επιθεωρητή μέσω πάντα της ανοικτής διαδικτυακής σύνδεσης. Ο επιθεωρητής υπογράφει και δίνει το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου.

### 2.6.2. Περιεχόμενα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης

Σύμφωνα με το άρθρο 14 του Κ.Εν.Α.Κ., το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, απεικονίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου, σύμφωνα με την εκτιμώμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας. Στο παράρτημα 2 του Κ.Εν.Α.Κ., δίνεται ενδεικτικό υπόδειγμα πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου, καθώς και οδηγίες συμπλήρωσής του. Στην τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010), καθορίζεται η οριστική μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου. Για κάθε παράμετρο που αναφέρεται στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 δίνεται αναλυτική περιγραφή και επεξήγηση.

Στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης αναφέρονται, μεταξύ άλλων, τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, η υπολογιζόμενη ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) του κτηρίου αναφοράς και του εξεταζόμενου κτηρίου, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>) ανά πηγή

ενέργειας (ηλεκτρικό, πετρέλαιο, φυσικό αέριο, Α.Π.Ε., κ.τ.λ.) και τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμός, κ.τ.λ.), η πραγματική ετήσια συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας, οι υπολογιζόμενες και πραγματικές ετήσιες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{kg CO}_2/\text{m}^2$ ), καθώς και συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....	
ΧΡΗΣΗ: ..... Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτηρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: ..... Κάτοικη Ζώνη: ..... Διεύθυνση: ..... Τ.Κ.: ..... Πόλη: ..... Έτος κατασκευής: ..... Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]: ..... Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]: ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....	
(Φωτογραφία κτηρίου)	
<b>ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>	
ΜΗΔΕΝΘΕΡΜΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
EP ≤ 0,20 kWh/m <sup>2</sup> A+ 0,20 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 0,45 kWh/m <sup>2</sup> A 0,45 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 0,75 kWh/m <sup>2</sup> B+ 0,75 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,20 kWh/m <sup>2</sup> B 1,20 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,45 kWh/m <sup>2</sup> Γ 1,45 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 1,80 kWh/m <sup>2</sup> Δ 1,80 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 2,27 kWh/m <sup>2</sup> E 2,27 kWh/m <sup>2</sup> < EP ≤ 2,75 kWh/m <sup>2</sup> Z 2,75 kWh/m <sup>2</sup> < EP H	<b>B</b>
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ	
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]:	.....
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]:	.....
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]:	.....
Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO <sub>2</sub> Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m <sup>2</sup> ]: ..... Καύσιμα [kWh/m <sup>2</sup> ]: ..... Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]: ..... Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]: .....	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/> Οπτική άνεση <input type="checkbox"/> Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/> Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....				
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ</b>				
Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτηρίου (%)		
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/>	40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
Ορυκτά καύσιμα	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Άλλο: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
ΑΠΕ	Ηλιακή Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
	Άλλο: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> 40% <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>		
Σύνολο				
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]				
Θέρμανση: .....		40% <input type="checkbox"/>		
Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ): .....		Φωτισμός: .....		
ΑΠΕ & ΣΗΘ (-): .....				
<b>ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ</b>				
1. ....				
2. ....				
3. ....				
Αριθμός συστήσης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας* [kWh/m <sup>2</sup> ] [%]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> * [kg/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
1				
2				
3				
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και των μονάδων αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τη ποσότητα που μπορεί να απορροφήσει. Οφέλη για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την παροχή ενοπιόλητων.				
Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: .....		Σφραγίδα:		
Ονοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....		Υπογραφή:		
Α.Μ. Επιθεωρητή: .....				

### 3. ΤΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ

Για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων και της έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.), καθώς επίσης και για τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτηρίων που απαιτούνται για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης (Μ.Ε.Α.), χρησιμοποιείται το υπολογιστικό εργαλείο TEE-KENAK, το οποίο έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές του νόμου 3661/2008 (Φ.Ε.Κ. Α΄ 89), του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων - Κ.Εν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010) και των σχετικών τεχνικών οδηγιών του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.

Το υπολογιστικό εργαλείο TEE-KENAK είναι ένα σπονδυλωτό λογισμικό που αποτελείται από 4 διακριτά τμήματα:

- **Τη μάσκα εισαγωγής δεδομένων.** Στη μάσκα εισαγωγής δεδομένων γίνεται από τον επιθεωρητή η εισαγωγή των παραμέτρων που αφορούν στο υπάρχον κτήριο ή τμήμα κτηρίου και σχετίζονται με το κτηριακό κέλυφος και τις Η/Μ εγκαταστάσεις.
- **Τις βιβλιοθήκες.** Οι βιβλιοθήκες περιλαμβάνουν δεδομένα ανεξάρτητα από το εκάστοτε κτήριο και συνδέονται είτε με τη μάσκα εισαγωγής δεδομένων, οπότε πρέπει να καθοριστούν από τον επιθεωρητή, είτε απευθείας με τον πυρήνα των υπολογισμών.
- **Τον πυρήνα υπολογισμών.** Ο πυρήνας των υπολογισμών βασίζεται στο προϋπάρχον λογισμικό EPA-NR (έκδοση 1.7.6.19.), το οποίο αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του ευρωπαϊκού προγράμματος «Intelligent Energy - Europe», της 17ης Γ.Δ. της Ε.Ε. (EIE/04/125/S07.38651) Ο πυρήνας έχει τροποποιηθεί κατάλληλα, ώστε να είναι σύμφωνος με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων και στις σχετικές τεχνικές οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας.
- **Τη μάσκα αποτελεσμάτων.** Η μάσκα των αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των υπολογισμών σε μορφή πίνακα και γραφημάτων για το υπάρχον κτήριο, το κτήριο αναφοράς και τα σενάρια επεμβάσεων που έχει διαμορφώσει ο επιθεωρητής. Το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης δεν προκύπτει απευθείας από το λογισμικό, αλλά έρχεται σε ηλεκτρονική μορφή από την ιστοσελίδα της Ε.Υ.Επ.Εν. στο [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr).

Με την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων για το προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου, το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτήριο αναφοράς, με το οποίο συγκρίνεται το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι το ίδιο με το υπό επιθεώρηση κτήριο. Συγκεκριμένα, θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, την ίδια θέση, τον ίδιο προσανατολισμό, την ίδια χρήση και τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά του στοιχεία, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Κατόπιν πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς των μηνιαίων φορτίων και της αντίστοιχης κατανάλωσης ενέργειας (για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό), κατανάλωσης καυσίμων, πρωτογενούς ενέργειας και εκπομπών CO<sub>2</sub>.

Με βάση το λόγο της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας υπάρχοντος κτηρίου (kWh/m<sup>2</sup>/έτος) προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτηρίου αναφοράς (kWh/m<sup>2</sup>/έτος) γίνεται η κατάταξη του υπάρχοντος κτηρίου σε κατηγορία ενεργειακής απόδοσης (Α+ έως Η).

Επιπλέον, ο επιθεωρητής έχει τη δυνατότητα διαμόρφωσης και αξιολόγησης διαφόρων σεναρίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας για την ενεργειακή βελτίωση του κτηρίου και την ενεργειακή του

κατάταξη σε καλύτερη ενεργειακή κατηγορία. Αυτές οι επεμβάσεις περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4 της παρούσας.

Για κάθε ένα σενάριο επεμβάσεων πραγματοποιούνται οι ίδιοι υπολογισμοί για τα φορτία, τις καταναλώσεις ενέργειας και καυσίμων και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Επιπλέον, πραγματοποιούνται υπολογισμοί για την ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, την ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>, το λειτουργικό κόστος, το συνολικό κόστος επεμβάσεων, την τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας και την απλή περίοδο αποπληρωμής.

⚠ **Κατά την εκπαίδευση των ενεργειακών επιθεωρητών κτηρίων, γίνεται αναλυτική παρουσίαση του λογισμικού και αντίστοιχο παράδειγμα υπολογισμού.**

⚠ **Η γνώση της χρήσης και της λειτουργίας του λογισμικού είναι βασική προϋπόθεση για την διαδικασία εξέτασης των υποψηφίων ενεργειακών επιθεωρητών κτηρίων.**

### 3.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Στην θεματική ενότητα ΔΚ1, γίνεται αναλυτική περιγραφή της μεθοδολογίας υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης του κτηρίου, όπως ορίζεται στα σχετικά ευρωπαϊκά πρότυπα.

Αρχικά υπολογίζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση ψύξη και ζεστό νερό χρήσης και κατόπιν, ανάλογα με τα υπάρχοντα συστήματα και τα χρησιμοποιούμενα καύσιμα, υπολογίζεται η ενεργειακή κατανάλωση του κτηρίου, η πρωτογενής ενέργεια καθώς και οι αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (σχήμα 3.1.1).

Κάθε σύστημα περιλαμβάνει ολόκληρη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και τερματικών. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα χαρακτηρίζεται από το βαθμό απόδοσής του, έχοντας ως αποτέλεσμα το συνολικό βαθμό απόδοσης.



**Σχήμα 3.1.1.** Σχηματική απεικόνιση των υπολογισμών για θέρμανση / ψύξη και Ζ.Ν.Χ. σε ένα κτήριο.

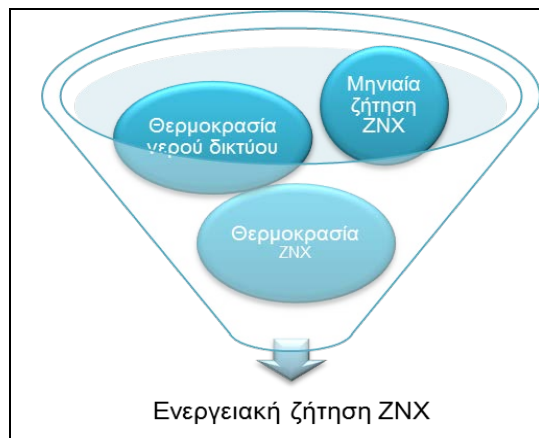
Ειδικότερα, για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και ψύξη του κτηρίου χρησιμοποιείται η μέθοδος της ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος, λαμβάνοντας υπόψη τη γεωμετρία του, τα υλικά κατασκευής του και τα κλιματικά δεδομένα. Οι υπολογισμοί βασίζονται στο ισοζύγιο των θερμικών απωλειών του κτηριακού κελύφους και των θερμικών κερδών (σχήμα 3.1.2), σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 13790 E2 (2009). Οι θερμικές απώλειες περιλαμβάνουν τις απώλειες μέσω των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (συμπεριλαμβανομένων και των θερμογεφυρών) και τις απώλειες μέσω των χαραμάδων, των ανοιγμάτων και του συστήματος αερισμού. Τα θερμικά κέρδη περιλαμβάνουν τα κέρδη από την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία στα διαφανή και αδιαφανή δομικά στοιχεία του κτηριακού κελύφους και τα κέρδη από τα άτομα, τον εξοπλισμό και τον τεχνητό φωτισμό.

Προκειμένου να ληφθούν υπόψη δυναμικά φαινόμενα, χρησιμοποιείται ο συντελεστής χρήσης κερδών - απωλειών, ο οποίος προκύπτει από την αναλογία κερδών - απωλειών και από τη σταθερά χρόνου του κτηρίου. Αυτός ο συντελεστής καθορίζει σε ποιο βαθμό τα θερμικά κέρδη είναι ωφέλιμα για την ενεργειακή ζήτηση για θέρμανση και σε ποιο βαθμό οι θερμικές απώλειες είναι ωφέλιμες για την ενεργειακή ζήτηση για ψύξη.



**Σχήμα 3.1.2.** Ενδεικτικό σχήμα με το οποίο αποδίδεται το ενεργειακό ισοζύγιο των θερμικών απωλειών και των θερμικών κερδών του κτηριακού κελύφους.

Για την ενεργειακή ζήτηση για Z.N.X., χρησιμοποιείται η μέθοδος μηνιαίου βήματος, λαμβάνοντας υπόψη τη μηνιαία ζήτηση για Z.N.X., η οποία προκύπτει ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, και την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του νερού δικτύου και του Z.N.X., (σχήμα 3.1.3).



**Σχήμα 3.1.3.** Παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση για Z.N.X.

Τέλος, η ετήσια κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό εξαρτάται από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ των φωτιστικών, τις ώρες λειτουργίας τους και τις εγκατεστημένες διατάξεις αυτόματου ελέγχου και ασφαλείας λειτουργίας. Η μεθοδολογία υπολογισμού περιλαμβάνει κατ' ελάχιστον τα παρακάτω στοιχεία:

- Τη χρήση του κτηρίου, τις επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος, τα χαρακτηριστικά λειτουργίας και τον αριθμό των χρηστών.
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου.

- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους σε σχέση με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων. Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων και υλικών του κτηριακού κελύφους.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων θέρμανσης, ψύξης, κλιματισμού, μηχανικού αερισμού, ζεστού νερού χρήσης, (και φωτισμού για τα κτήρια του τριτογενούς τομέα).
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, εάν υπάρχουν στο κτήριο.

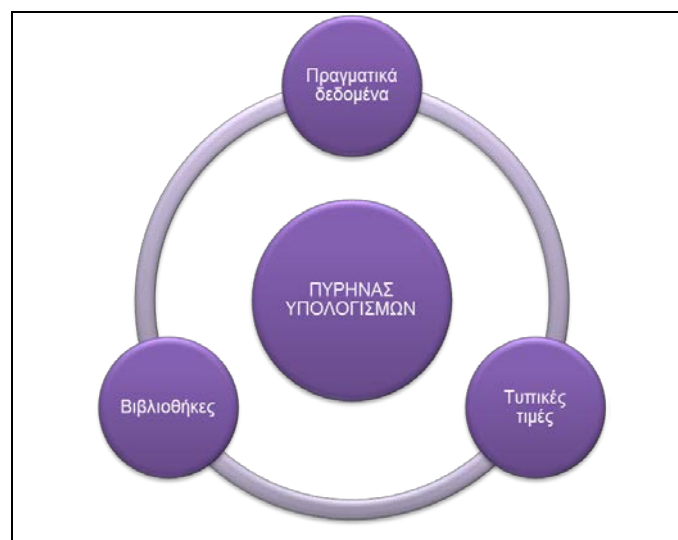
Επίσης στη μεθοδολογία υπολογισμού συνεκτιμάται κατά περίπτωση η θετική επίδραση των ακόλουθων συστημάτων:

- Ενεργητικών ηλιακών συστημάτων και άλλων συστημάτων παραγωγής θερμότητας, ψύξης και ηλεκτρισμού με τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.).
- Συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.).
- Κεντρικών συστημάτων θέρμανσης ή/και ψύξης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου (τηλεθέρμανση).
- Αξιοποίησης φυσικού φωτισμού.

Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση ο επιθεωρητής συλλέγει τα απαραίτητα στοιχεία (δεδομένα) και συμπληρώνει τα τυποποιημένα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010), που περιλαμβάνουν όλες τις παραμέτρους που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, καθώς και επιπλέον στοιχεία που καταγράφονται για στατιστικούς λόγους και περαιτέρω αξιοποίηση από την Ε.Υ.Επ.Εν. Μερικά από τα δεδομένα που περιλαμβάνονται στα έντυπα ενεργειακής επιθεώρησης μπορεί να προέρχονται από το υλικό που συλλέχθηκε κατά το στάδιο προετοιμασίας της επιθεώρησης. Όμως αυτά πρέπει να επαληθευτούν κατά την επίσκεψη στο κτήριο.

Τα απαραίτητα στοιχεία (δεδομένα) μπορούν να χωριστούν σε τρεις βασικές κατηγορίες, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.1.4.

- Πραγματικά δεδομένα, τα οποία εξαρτώνται από το υπό επιθεώρηση κτήριο και τα εισάγει ο επιθεωρητής.
- Τυπικές τιμές, που εξαρτώνται από τη χρήση του υπό επιθεώρηση κτηρίου, που τα εισάγει ομοίως ο επιθεωρητής
- Στοιχεία από βιβλιοθήκες, τα οποία είναι ανεξάρτητα από το εκάστοτε κτήριο και είτε τα επιλέγει ο επιθεωρητής είτε είναι απευθείας συνδεδεμένα με τον πυρήνα των υπολογισμών.



**Σχήμα 3.1.4.** Τα στοιχεία (δεδομένα) των ενεργειακών υπολογισμών.



### 3.1.1. Πραγματικά δεδομένα από την επιθεώρηση του κτηρίου

Όπως ήδη αναφέρθηκε, για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης το κτήριο χωρίζεται σε «θερμικές ζώνες», δηλαδή σε χώρους με παρόμοια χρήση (γραφείου, κατοικίας, κ.ά.), ίδιο προφίλ λειτουργίας ή/και κοινά ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα. Ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες εναπόκειται στην ευχέρεια του επιθεωρητή και μπορεί να βασιστεί στους εθνικούς κανονισμούς και στις σχετικές τεχνικές οδηγίες. Η ακρίβεια των υπολογισμών δεν επηρεάζεται σημαντικά από το διαχωρισμό του κτηρίου σε περισσότερες θερμικές ζώνες από αυτές που συστήνεται να επιλέγονται βάσει των παραπάνω κανόνων, οπότε το κτήριο δεν παρουσιάζει ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των τμημάτων του. Η βέλτιστη προσέγγιση είναι να αντιμετωπιστεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη.

Επίσης πρέπει να καθοριστούν και οι μη θερμαινόμενοι χώροι ή/και οι ηλιακοί χώροι (αίθρια), που γεινιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τις θερμικές ζώνες. Οι μη θερμαινόμενοι ή ηλιακοί χώροι του κτηρίου είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό.

Η εισαγωγή στο λογισμικό της πλειονότητας των δεδομένων/στοιχείων γίνεται ανά θερμική ζώνη ή μη θερμαινόμενο / ηλιακό χώρο, οπότε ο διαχωρισμός του κτηρίου σε θερμικές ζώνες και μη θερμαινόμενους / ηλιακούς χώρους πρέπει να αποτελεί το πρώτο στάδιο των πραγματικών δεδομένων.

Τα δεδομένα/στοιχεία που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου, όπως αυτά αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα 3.1.1.1.

Σε περίπτωση διαμόρφωσης σεναρίων επεμβάσεων, απαιτείται επιπλέον το κόστος της επέμβασης.

Για τη χρήση και την τοποθεσία του κτηρίου, ο επιθεωρητής πρέπει να επιλέξει από υπάρχουσες βιβλιοθήκες χωρίς να έχει τη δυνατότητα να εισαγάγει διαφορετικά δεδομένα.

Οι πραγματικές καταναλώσεις ανά πηγή ενέργειας πρέπει να είναι μέσες ετήσιες τιμές (π.χ. kWh, ℓ ή N·m<sup>3</sup>) και να τεκμηριώνονται από τα τιμολόγια / παραστατικά αγοράς / χρέωσης των επί μέρους καυσίμων ή ηλεκτρικής ενέργειας. Προτείνεται ο υπολογισμός της ετήσιας κατανάλωσης να προκύπτει από δεδομένα τουλάχιστον τριετίας (εάν υπάρχουν). Όπου απαιτείται, ο καταμερισμός των καταναλώσεων (για παράδειγμα πετρελαίου θέρμανσης σε μια πολυκατοικία) γίνεται σύμφωνα με την κατανομή δαπανών, ή τα στοιχεία ωρομέτρησης ή θερμιδομέτρησης. Σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφεται η αντίστοιχη περίοδος, από την οποία προκύπτει η κατανάλωση ενέργειας (π.χ. 15/12/05 μέχρι 15/6/08).

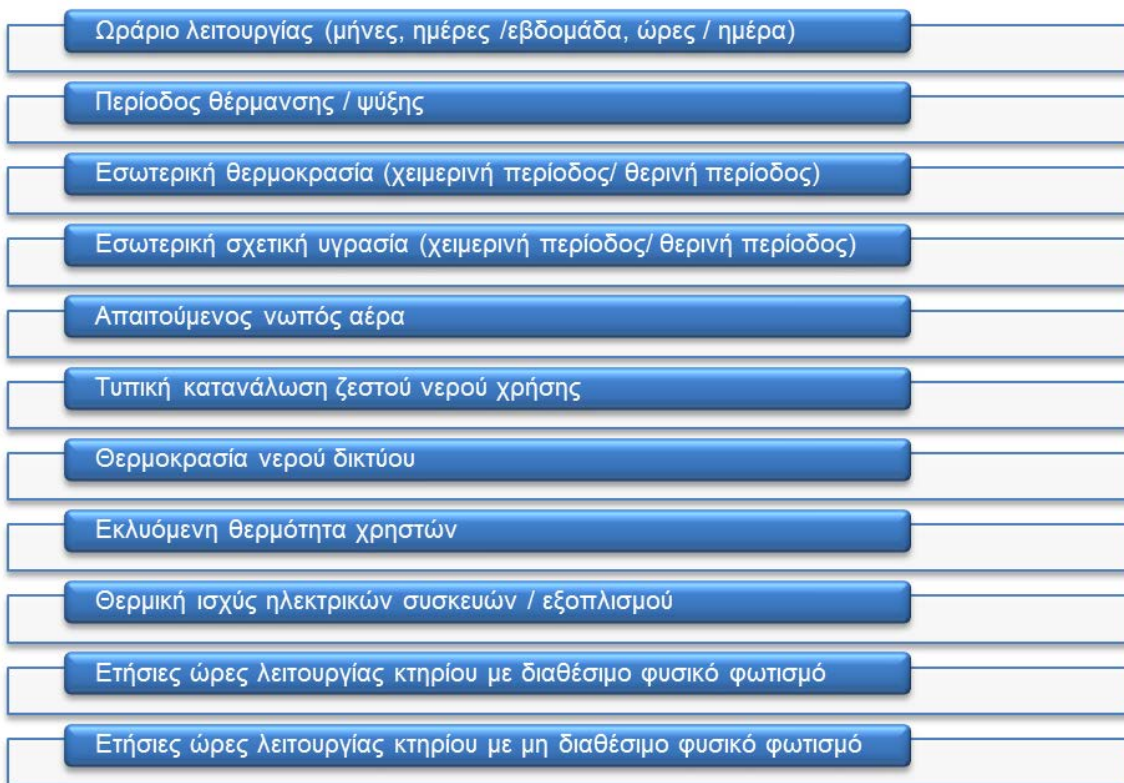
**Πίνακας 3.1.1.1. Συνοπτική καταγραφή των απαιτούμενων δεδομένων/στοιχείων για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου.**

Κτήριο	Χρήση	Επιλογή από βιβλιοθήκη.
	Τοποθεσία	Επιλογή από βιβλιοθήκη.
	Γενικά κατασκευαστικά στοιχεία	Εμβαδομετρήσεις, ογκομετρήσεις, αριθμός ορόφων, ύψος τυπικού ορόφου, ύψος λοιπών μη τυπικών ορόφων, ύψος ισογείου, όμορα κτήρια και γειτνιάζουσες επιφάνειες με θερμαινόμενους και μη θερμαινόμενους χώρους όμορων κτιρίων, πυκνότητα δόμησης (έκθεση κτηρίου), αριθμός θερμικών ζωνών, προσδιορισμός των θερμικά μη προστατευόμενων χώρων, προσδιορισμός των προσαρτημένων θερμοκηπίων (ηλιακών χώρων).
	Κατανάλωση ενέργειας. Ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος	Μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά πηγή ενέργειας (αν είναι διαθέσιμη). Συνθήκες θερμικής, οπτικής και ακουστικής άνεσης, καθώς και στοιχεία για την ποιότητα εσωτερικού αέρα.
	Εγκαταστάσεις	Συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Τύπος μονάδας, καύσιμο, βαθμός ηλεκτρικής και θερμικής απόδοσης. Φωτοβολταϊκά στοιχεία (μόνον όταν προορίζονται για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κτηρίου σε ηλεκτρική ενέργεια και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που παροχετεύεται στο δίκτυο), τύπος, συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας, επιφάνεια, ισχύς, κλίση, προσανατολισμός, σκίαση. Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση. Δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, αλλά χρησιμοποιούνται μόνο για στατιστικούς λόγους. Ανελκυστήρες (εγκαταστάσεις οριζόντιας και κατακόρυφης κυκλοφορίας). Δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, αλλά χρησιμοποιούνται μόνο για στατιστικούς λόγους. Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος. Δεν λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων, αλλά χρησιμοποιούνται μόνο για στατιστικούς λόγους.
Θερμική ζώνη	Γενικά στοιχεία	Χρήση, εμβαδό, θερμοχωρητικότητα, κατανάλωση Ζ.Ν.Χ., διατάξεις αυτοματισμών & ελέγχου θέρμανσης, ψύξης, Ζ.Ν.Χ., διείσδυση αέρα, ανεμιστήρες οροφής.
	Κέλυφος	Αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και σε επαφή με το έδαφος, διαφανείς επιφάνειες και εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες. Κλίση, προσανατολισμός, εμβαδομετρήσεις, θερμοφυσικές ιδιότητες των υλικών, τιμές των συντελεστών θερμοπερατότητας και συντελεστές σκίασης.
	Συστήματα	Θέρμανση (παραγωγή, δίκτυο διανομής, θερματικές μονάδες, βοηθητικά συστήματα): Τεχνικά χαρακτηριστικά, πηγή ενέργειας, κάλυψη φορτίων.
		Ψύξη (παραγωγή, δίκτυο διανομής, θερματικές μονάδες, βοηθητικά συστήματα): Τεχνικά χαρακτηριστικά, πηγή ενέργειας, κάλυψη φορτίων.
Ζ.Ν.Χ. (παραγωγή, δίκτυο διανομής, θερματικές μονάδες, βοηθητικά συστήματα): Τεχνικά χαρακτηριστικά, πηγή ενέργειας, κάλυψη φορτίων.		
	Αερισμός: Τεχνικά χαρακτηριστικά συστήματος αερισμού. Ύγρανση (παραγωγή, δίκτυο διανομής, θερματικές μονάδες). Τεχνικά χαρακτηριστικά, πηγή ενέργειας, κάλυψη φορτίων. Φωτισμός: Ισχύς, αυτοματισμοί, διατάξεις ασφάλειας . Ηλιακοί συλλέκτες: Τύπος, συντελεστής αξιοποίησης ηλιακής ακτινοβολίας, επιφάνεια, προσανατολισμός, κλίση, σκίαση.	
Μ.Θ.Χ./ Ηλιακός χώρος	Γενικά στοιχεία	Εμβαδό, διείσδυση αέρα
	Κέλυφος	Αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και σε επαφή με το έδαφος και διαφανείς επιφάνειες: Κλίση, προσανατολισμός, εμβαδομετρήσεις, θερμοφυσικές ιδιότητες και συντελεστές σκίασης.

### 3.1.2. Τυπικές τιμές

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου δεν λαμβάνεται υπόψη ο ανθρώπινος παράγοντας (δηλαδή ο χρήστης) στην πραγματική του διάσταση. Για κάθε κτήριο, ανάλογα με την τελική του χρήση, λαμβάνονται υπόψη τυπικές τιμές για ορισμένες παραμέτρους που σχετίζονται με το χρήστη, καθώς επίσης και με την ορθή (εν δυνάμει σωστή) χρήση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτηρίου, όταν η λειτουργία τους δεν είναι αυτοματοποιημένη. Οι τυπικές τιμές που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς αναφέρονται αναλυτικά στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Οι τυπικές τιμές αφορούν στο προφίλ λειτουργίας του κτηρίου (ωράριο, εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, κ.ά.) επιλέγονται έμμεσα από τον επιθεωρητή, μέσω του καθορισμού της χρήσης της θερμικής ζώνης του προς επιθεώρηση κτηρίου ή τμήματος κτηρίου και συνοψίζονται στο σχήμα 3.1.2.1.



**Σχήμα 3.1.2.1.** Παράμετροι, για τις οποίες χρησιμοποιούνται τυπικές τιμές ανά χρήση κτηρίου για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου με το υπολογιστικό εργαλείο TEE-KENAK.

Ο επιθεωρητής δεν έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει καμία από τις τυπικές τιμές, ακόμη και αν δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα τού προς επιθεώρηση κτηρίου.

### 3.1.3. Εθνικές βιβλιοθήκες σύμφωνα με τις σχετικές Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.

Οι εθνικές βιβλιοθήκες του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK περιλαμβάνουν δεδομένα ανεξάρτητα από το εκάστοτε κτήριο και είτε τις επιλέγει ο επιθεωρητής είτε είναι απευθείας συνδεδεμένες με τον πυρήνα των υπολογισμών. Ο επιθεωρητής δεν έχει τη δυνατότητα να τροποποιήσει καμία από τις τιμές των παραμέτρων που περιλαμβάνονται στις βιβλιοθήκες, ακόμη και αν δεν ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα τού προς επιθεώρηση κτηρίου.

### 3.1.3.1. Βιβλιοθήκη κλιματικών

Περιλαμβάνει κλιματικά δεδομένα σε επίπεδο μέσων μηνιαίων τιμών για 61 πόλεις της Ελλάδας. Ο επιθεωρητής πρέπει να επιλέξει μια από τις υπάρχουσες πόλεις για την εκτέλεση των υπολογισμών, χωρίς να έχει τη δυνατότητα προσθήκης καινούριας τοποθεσίας, ακόμη και αν έχει διαθέσιμα τα αντίστοιχα κλιματικά δεδομένα. Στην περίπτωση που το προς επιθεώρηση κτήριο βρίσκεται σε μια τοποθεσία που δεν περιλαμβάνεται στη βιβλιοθήκη, θα πρέπει να επιλέξει την πλησιέστερη πόλη με παρόμοιες κλιματικές συνθήκες που ανήκει στην ίδια κλιματική ζώνη.

Για κάθε μια από τις περιοχές που περιλαμβάνονται στη βιβλιοθήκη προσδιορίζονται τα παρακάτω μεγέθη:

- Γεωγραφικό πλάτος.
- Γεωγραφικό μήκος.
- Μέση μηνιαία εξωτερική θερμοκρασία ( $^{\circ}\text{C}$ ).
- Μέση μηνιαία απόλυτη υγρασία (g/kg ξηρού αέρα) του εξωτερικού αέρα.
- Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία, που προσπίπτει στο οριζόντιο επίπεδο ( $\text{kWh/m}^2$ ).
- Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ( $\text{kWh/m}^2$ ), που προσπίπτει σε κατακόρυφες επιφάνειες με προσανατολισμούς Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ και ΒΔ.
- Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία ( $\text{kWh/m}^2$ ) που προσπίπτει σε επιφάνειες με κλίση  $45^{\circ}$  με προσανατολισμούς Β, ΒΑ, Α, ΝΑ, Ν, ΝΔ, Δ και ΒΔ.

### 3.1.3.2. Βιβλιοθήκη καυσίμων

Η βιβλιοθήκη καυσίμων, περιλαμβάνει δεδομένα, για τα τις πιο κοινές πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται στον οικιακό και τριτογενή τομέα στην Ελλάδα. Τα δεδομένα των καυσίμων είναι σε εθνικό επίπεδο και αρκετά από αυτά διαμορφώνονται ή τροποποιούνται ανάλογα με την ποιότητα καυσίμων που διατίθεται στην αγορά και το κόστος. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη δεν είναι επιλέξιμη από τον επιθεωρητή, αλλά συνδέεται κατευθείαν με τον πυρήνα των υπολογισμών. Οι πηγές ενέργειας που περιλαμβάνονται στην βιβλιοθήκη είναι οι εξής:

- Το πετρέλαιο θέρμανσης. Χρησιμοποιείται μόνο για τη θέρμανση χώρων και όχι για άλλη τελική χρήση, όπως η παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.
- Το πετρέλαιο κίνησης. Έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το πετρέλαιο θέρμανσης, αλλά διαφορετικό κόστος ανάλογα με την εποχή.
- Το φυσικό αέριο.
- Ο ηλεκτρισμός.
- Το υγραέριο.
- Η τηλεθέρμανση (από Δ.Ε.Η.). Αφορά στη θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση, η οποία προέρχεται από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής της Δ.Ε.Η. που χρησιμοποιούν συμβατικά καύσιμα (λιγνίτη, φυσικό αέριο, κ.ά.).
- Η τηλεθέρμανση (από Α.Π.Ε.). Αφορά στη θερμική ενέργεια από τηλεθέρμανση, η οποία προέρχεται από μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με χρήση καυσίμων όπως βιοαέριο ή γεωθερμικές πηγές (μέσης ή υψηλής ενθαλπίας) ή οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας που χαρακτηρίζεται Α.Π.Ε.
- Η βιομάζα. Αφορά σε κάθε είδους στερεά βιομάζα, που δεν έχει υποστεί επεξεργασία όπως κλαδοδέματα, πυρήνας κ.ά.
- Η τυποποιημένη βιομάζα. Αφορά στη βιομάζα που προέρχεται από επεξεργασία όπως τα θρύμματα ή τα συσσωματώματα ξύλου.

Για κάθε μία από πηγή ενέργειας προσδιορίζονται τα ακόλουθα τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Ο συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης (πετρελαίου, ηλεκτρισμού, κ.ά.) σε κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.
- Ο συντελεστής μετατροπής της τελικής κατανάλωσης (πετρελαίου, ηλεκτρισμού, κ.ά.) σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα kg CO<sub>2</sub>/μονάδα καυσίμου.
- Το κόστος καυσίμου, όπως διαμορφώνεται από τις τρέχουσες τιμές.
- Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη καυσίμου, MJ/μονάδα βάρους ή όγκου καυσίμου.

### 3.1.3.3. Βιβλιοθήκη σταθερών

Περιλαμβάνει δεδομένα, σε εθνικό επίπεδο, για παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς και έχουν σταθερή τιμή σε ευρωπαϊκούς ή εθνικούς κανονισμούς. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη δεν είναι επιλέξιμη από τον επιθεωρητή, αλλά συνδέεται κατευθείαν με τον πυρήνα των υπολογισμών.

Οι παράμετροι που περιλαμβάνονται στη βιβλιοθήκη είναι οι εξής:

- Ο συντελεστής διακύμανσης ισχύος φωτισμού σε σχέση με τη μέση τιμή. Χρησιμοποιείται στην εκτίμηση της μηνιαίας κατανάλωσης για φωτισμό από την υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση με βάση τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ και τις ώρες λειτουργίας. Επειδή όμως στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. έχουν συμπεριληφθεί οι παραδοχές για τις ώρες φωτισμού ανάλογα με την χρήση, θεωρείται ότι δεν υπάρχει διακύμανση.
- Ο διορθωτικός συντελεστής θερμικής ακτινοβολίας από τον ουρανό. Χρησιμοποιείται στον υπολογισμό ηλιακών κερδών από τις αδιαφανείς επιφάνειες του κελύφους.
- Ο αριθμητικός συντελεστής αναφοράς και η σταθερά χρόνου αναφοράς για θέρμανση / ψύξη. Χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό του συντελεστή χρήσης για θερμικά / ψυκτικά φορτία.

### 3.1.3.4. Βιβλιοθήκη τυπικών τιμών

Περιλαμβάνει όλες τις τυπικές τιμές που προσδιορίζονται στην TOTEE 20701-1/2010, για τις παραμέτρους που σχετίζονται με τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτηρίου και που απαιτούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη επιλέγεται έμμεσα από τον επιθεωρητή, μέσω του καθορισμού της χρήσης της θερμικής ζώνης του προς επιθεώρηση κτιρίου / τμήματος κτιρίου. Οι τυπικές παράμετροι, ανά χρήση θερμικής ζώνης κτιρίου που περιλαμβάνονται στην βιβλιοθήκη είναι:

- Τυπικό ωράριο λειτουργίας
- Εσωτερική θερμοκρασία
- Εσωτερική σχετική υγρασία
- Απαιτούμενος νωπός αέρα
- Τυπική κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης
- Εκλυόμενη θερμότητα χρηστών
- Θερμική ισχύς ηλεκτρικών συσκευών / εξοπλισμού
- Ελάχιστη εγκατεστημένη ισχύς γενικού φωτισμού
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας κατά τη διάρκεια ύπαρξης διαθέσιμου φυσικού φωτισμού
- Ετήσιες ώρες λειτουργίας κατά την διάρκεια μη ύπαρξης φυσικού φωτισμού

### 3.2. ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ

Κάθε ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να γνωρίζει και να χρησιμοποιεί το λογισμικό TEE-KENAK ή οποιοδήποτε άλλο λογισμικό συνεργάζεται με τον πυρήνα TEE-KENAK, προκειμένου να διεξαγάγει μια ενεργειακή επιθεώρηση. Ο ενεργειακός επιθεωρητής κατά τη διάρκεια της κύριας εκπαίδευσης θα πρέπει να διδαχθεί τη λειτουργία και χρήση του λογισμικού και αυτή η γνώση θα είναι βασική για την εξεταστική διαδικασία.

Το λογισμικό TEE-KENAK, το οποίο χρησιμοποιείται για τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίων και της έκδοσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.), τους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης και κατάταξης κτηρίων που απαιτούνται για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης (Μ.Ε.Α.), την επιθεώρηση λεβήτων / εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού, αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (Ι.Ε.Π.Β.Α.) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (Ε.Α.Α.) στο πλαίσιο του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (Τ.Ε.Ε.).

Στο συγκεκριμένο λογισμικό, ως «ΚΤΗΡΙΟ» ορίζεται το προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου. Όταν ένα κτήριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης (σύμφωνα με την παράγραφο 1.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010), τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτηρίου ξεχωριστά. Αυτό σημαίνει ότι για το κάθε τμήμα του κτηρίου εκτελούμε το λογισμικό TEE-KENAK ξεχωριστά, αγνοώντας το υπόλοιπο τμήμα.

Για παράδειγμα, σε κτήριο κατοικιών με ισόγειο κατάστημα θα πρέπει να εξετασθούν ξεχωριστά το κατάστημα και ξεχωριστά το τμήμα με τις κατοικίες. Θα πρέπει δηλαδή να εκδοθούν κατ' ελάχιστον δύο Π.Ε.Α., ένα για το κατάστημα και ένα για τις κατοικίες, (είτε σε μεμονωμένες πιστοποιήσεις οριζόντιων ιδιοκτησιών είτε σε κοινή πιστοποίηση ολόκληρου του κτηρίου, σύμφωνα με το άρθρο 10 του νόμου 3851/2010, Φ.Ε.Κ. 85 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας).

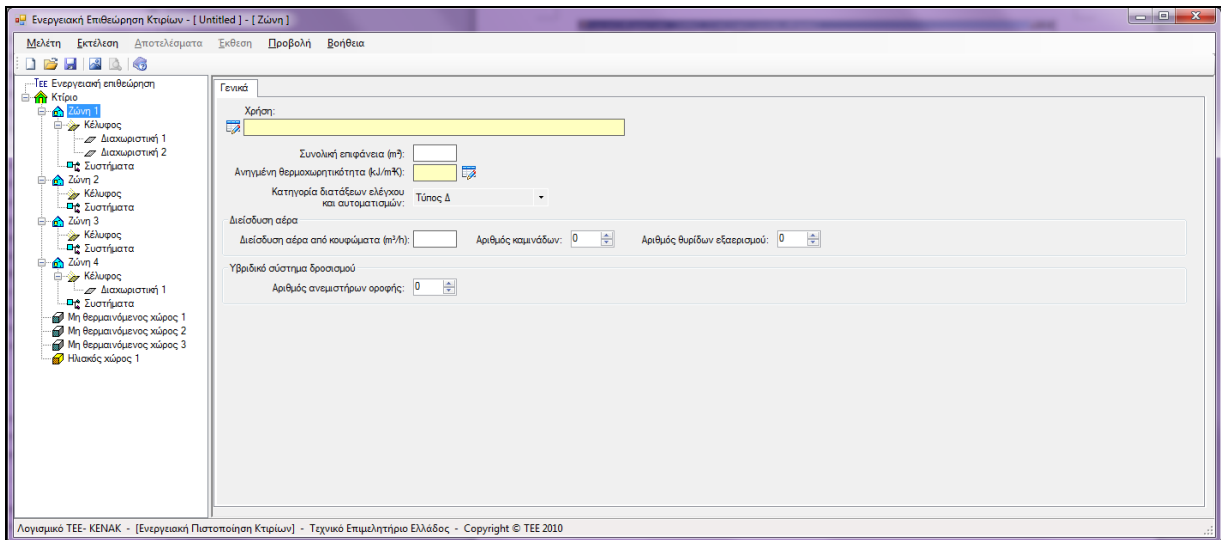
**! Η χρήση του λογισμικού ενεργειακής επιθεώρησης TEE-KENAK διδάσκεται αναλυτικά στην παρούσα θεματική ενότητα και συμπεριλαμβάνεται στην εξεταστέα ύλη για τους ενεργειακούς επιθεωρητές κτηρίων.**

#### 3.2.1. Περιβάλλον και δομή του λογισμικού

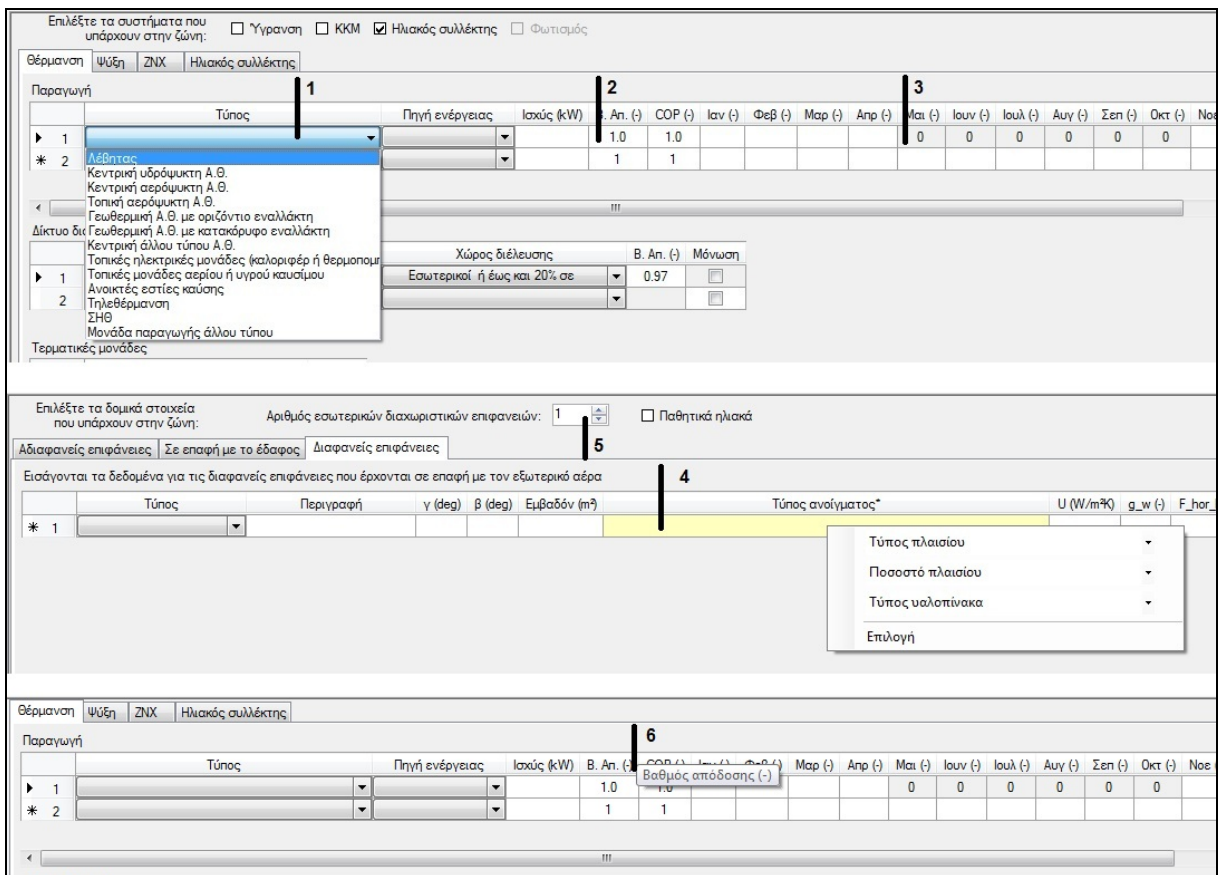
Η μάσκα του λογισμικού είναι δομημένη σε περιβάλλον παραθύρων («windows») και χωρίζεται σε δυο τμήματα, όπως απεικονίζεται και στο σχήμα 3.2.1.1.

- Στο αριστερό τμήμα της οθόνης υπάρχει ένα δέντρο πλοήγησης, με το οποίο ο χρήστης «ορίζει» το προς επιθεώρηση κτήριο ή τμήμα κτηρίου. Κάθε στοιχείο του κτηρίου (π.χ. κέλυφος, συστήματα) είναι διαθέσιμο (ενεργοποιείται) απλά επιλέγοντάς το με το ποντίκι (αριστερό κλικ).
- Στο δεξιό τμήμα της οθόνης, ανάλογα με την επιλογή στοιχείου του κτηρίου στη δομή δέντρου, εμφανίζεται η αντίστοιχη οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων.

Αρχικά το δέντρο πλοήγησης περιλαμβάνει μόνο τις οθόνες «Ενεργειακή επιθεώρηση» και «Κτήριο».



Σχήμα 3.2.1.1. Η μάσκα εισαγωγής δεδομένων.



Σχήμα 3.2.1.2. Δυνατότητες πλοήγησης- εισαγωγή δεδομένων.

Για την σωστή πλοήγηση στις διάφορες οθόνες του λογισμικού και τη δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων ο χρήστης πρέπει να γνωρίζει τα εξής (σχήμα 3.2.1.2.):

1. Όταν το πεδίο εισαγωγής εμφανίζει τιμή και έχει γκρι χρώμα, υποδηλώνει ότι το συγκεκριμένο δεδομένο έχει προεπιλεγμένη τιμή, την οποία δεν μπορεί να αλλάξει ο χρήστης.

2. Όταν το πεδίο εισαγωγής εμφανίζει τιμή και έχει λευκό χρώμα, ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει αυτήν την τιμή.
3. Όταν το πεδίο εισαγωγής διαθέτει σύνθετο πλαίσιο (combo box), ο χρήστης πρέπει να επιλέξει μια καταχώρηση από τον κατάλογο, ο οποίος εμφανίζεται με αριστερό κλικ επάνω στο συγκεκριμένο πεδίο.
4. Όταν το πεδίο εισαγωγής έχει χρώμα κίτρινο και «\*», ο χρήστης μπορεί να επιλέξει από έναν κατάλογο με τυπικές τιμές, ο οποίος εμφανίζεται με δεξιό κλικ επάνω στο συγκεκριμένο πεδίο.
5. Όταν το πεδίο εισαγωγής διαθέτει κουμπί αυξομείωσης (spin button), ο χρήστης μπορεί να εισαγάγει την τιμή είτε πληκτρολογώντας την είτε διαμορφώνοντάς την με αριστερό κλικ επάνω στα βελάκια.
6. Στα πεδία που περιλαμβάνουν παραμέτρους με συντομογραφία ο χρήστης μπορεί να έχει μια σύντομη βοήθεια για το συγκεκριμένο πεδίο, περνώντας το δρομέα (κέρσορα) επάνω από το όνομα του πεδίου.

Πιέζοντας το δεξιό πλήκτρο του ποντικιού στην ενεργή γραμμή εμφανίζεται ένας κατάλογος με τις εξής δυνατότητες (σχήμα 3.2.1.3.):

- Διαγραφή γραμμής: Διαγραφή της επιλεγμένης γραμμής.
- Διαγραφή πλέγματος: Διαγραφή των επιλεγμένων γραμμών.
- Αντιγραφή γραμμής: Αντιγραφή της επιλεγμένης γραμμής ή των επιλεγμένων γραμμών στο πρόχειρο. Υπάρχει η δυνατότητα επικόλλησης αυτών των γραμμών και σε άλλα προγράμματα (π.χ. Excel, Word) χρησιμοποιώντας την επιλογή “Paste Special” as “Text”, ώστε να αντιγραφούν σωστά και οι ελληνικοί χαρακτήρες.
- Επικόλληση γραμμής: Επικόλληση της γραμμής που έχει αντιγραφεί στο πρόχειρο, στην ενεργή γραμμή.
- Επικόλληση πλέγματος: Επικόλληση των γραμμών που έχουν αντιγραφεί στο πρόχειρο, μέσα στο ίδιο παράθυρο δεδομένων ή μιας άλλης θερμικής ζώνης. Υπάρχει η δυνατότητα επικόλλησης γραμμών, οι οποίες προέρχονται από το Excel, αρκεί να έχουν τον ίδιο αριθμό στηλών και ακριβώς την ίδια τυποποίηση.

5	Τοίχος	2ος Ν	190	90	36	0.40	0.4	0.8	0.9
6	Τοίχος		90	90	37	0.40	0.4	0.8	0.9
7	Τοίχος		90	90	54	0.41	0.4	0.8	0.9
8	Τοίχος		90	90	41	0.41	0.4	0.8	0.9
9	Τοίχος		90	90	36	0.40	0.4	0.8	0.9
10	Τοίχος		90	90	37	0.40	0.4	0.8	0.9
11	Τοίχος		90	90	54	0.41	0.4	0.8	0.9
12	Τοίχος	3ος Δ	280	90	41	0.41	0.4	0.8	0.9

**Σχήμα 3.2.1.3.** Δυνατότητες πλοήγησης και διαχείριση πινάκων.

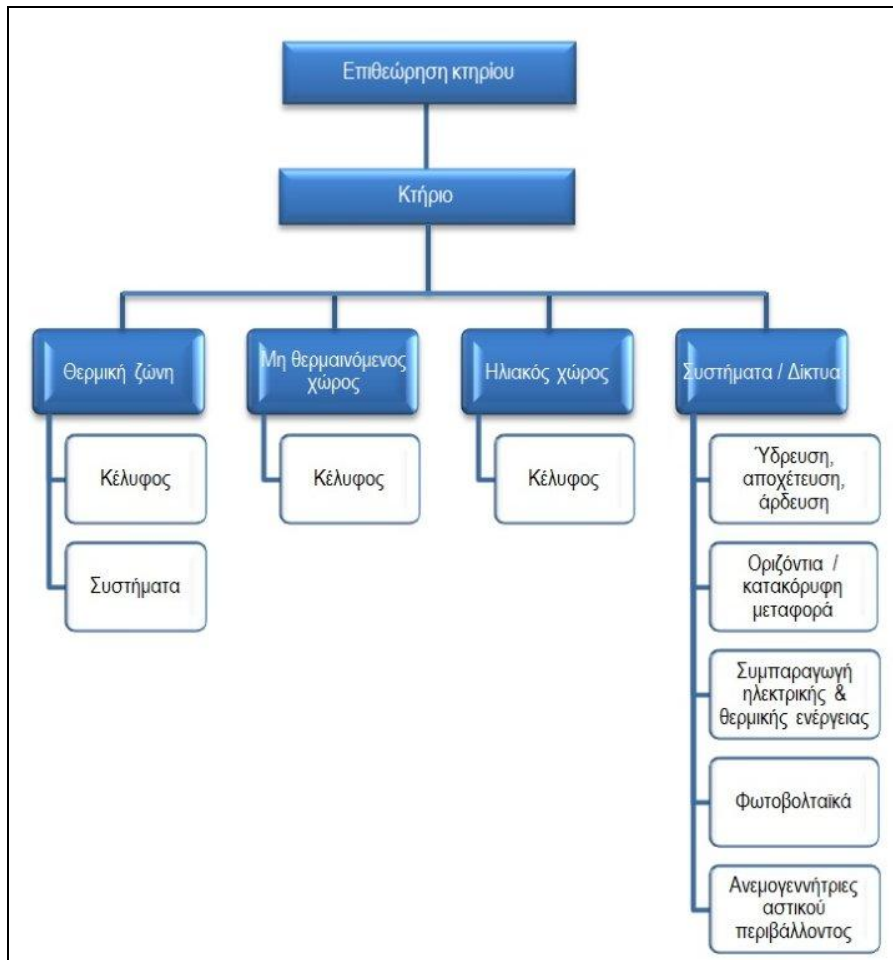


### 3.2.1.1. Περιγραφή κτηρίου

Η γενική δομή για την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό για το προς επιθεώρηση κτήριο, απεικονίζεται στο σχήμα 3.2.1.1.1.

Το «ΚΕΛΥΦΟΣ» για τη θερμική ζώνη ή το μη θερμαινόμενο / ηλιακό χώρο περιλαμβάνει:

- αδιαφανείς επιφάνειες σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (τοίχο, οροφή, πυλωτή, πόρτα),
- αδιαφανείς επιφάνειες προς έδαφος (τοίχο, δάπεδο),
- διαφανείς επιφάνειες (ανοιγόμενες, μη ανοιγόμενες).



Σχήμα 3.2.1.1.1. Σχηματική περιγραφή κτηρίου.

Στην περίπτωση της θερμικής ζώνης, στο «ΚΕΛΥΦΟΣ» εντάσσεται και η εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια (αδιαφανής, διαφανής), η οποία διαχωρίζει τη συγκεκριμένη θερμική ζώνη με μη θερμαινόμενο χώρο ή ηλιακό χώρο.

Τα «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ» για τη θερμική ζώνη περιλαμβάνουν:

- θέρμανση (παραγωγή, διανομή, τερματικά, βοηθητικά),
- ψύξη (παραγωγή, διανομή, τερματικά, βοηθητικά),
- ζεστό νερό χρήσης. (παραγωγή, διανομή, τερματικά),
- κεντρική κλιματιστική μονάδα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, βοηθητικά),
- ύγρανση (παραγωγή, διανομή, τερματικά),
- φωτισμό,
- ηλιακούς συλλέκτες (για ζεστό νερό χρήσης ή/και θέρμανση χώρων).

### 3.2.1.2. Ελάχιστα απαιτούμενα στοιχεία για την περιγραφή του κτηρίου

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, απαιτείται ο προσδιορισμός κατ' ελάχιστον ορισμένων στοιχείων. Για κάθε «ΚΤΗΡΙΟ ή ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΡΙΟΥ» ο επιθεωρητής θα πρέπει να ορίσει:

- τουλάχιστον μία (1) θερμική ζώνη (θερμαινόμενος χώρος),
- κανένας ή περισσότεροι μη θερμαινόμενοι χώροι,
- κανένας ή περισσότεροι ηλιακοί χώροι,
- κανένα ή περισσότερα Φ/Β συστήματα,
- κανένα ή περισσότερα συστήματα Σ.Η.Θ.

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών (Φ/Β) λαμβάνεται υπόψη στο λογισμικό μόνον όταν πρόκειται για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του κτηρίου σε ηλεκτρική ενέργεια και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο.

Για κάθε «ΘΕΡΜΙΚΗ ΖΩΝΗ» ο επιθεωρητής θα πρέπει να ορίσει:

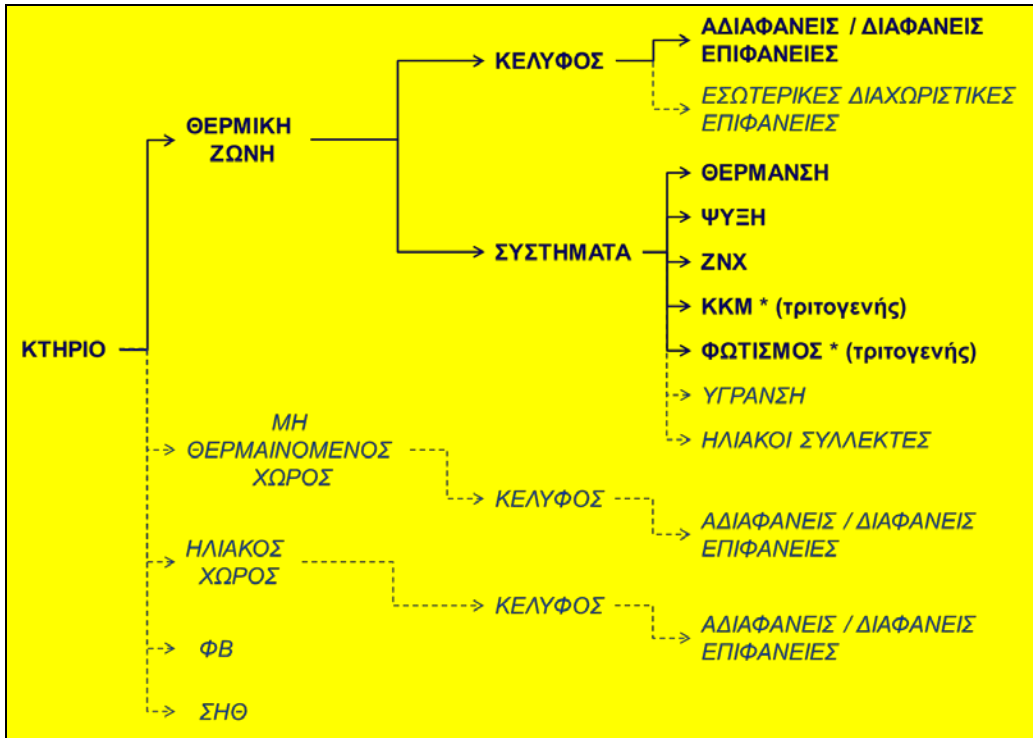
- κάποιες αδιαφανείς / διαφανείς επιφάνειες,
- καμία ή περισσότερες εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες,
- ένα (1) σύστημα θέρμανσης,
- ένα (1) σύστημα ψύξης,
- ένα (1) σύστημα Ζ.Ν.Χ.,
- τουλάχιστον μία (1) Κ.Κ.Μ. (για κτήρια του τριτογενούς τομέα), καμία ή περισσότερες Κ.Κ.Μ. (για κτήρια του οικιακού τομέα),
- ένα (1) σύστημα φωτισμού (για κτήρια του τριτογενούς τομέα),
- το πολύ ένα (1) σύστημα ύγρανσης,
- το πολύ μία (1) εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Για κάθε «ΣΥΣΤΗΜΑ» θέρμανσης, ψύξης, ύγρανσης, Ζ.Ν.Χ. ανά θερμική ζώνη, δηλαδή για όλη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης ο επιθεωρητής θα πρέπει να ορίσει:

- Τουλάχιστον ένα (1) σύστημα παραγωγής (π.χ. λέβητα, αντλία θερμότητας).
- Ένα (1) σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής), εισάγονται οι αντίστοιχες σταθμισμένες παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα (1) σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα), εισάγονται οι αντίστοιχες σταθμισμένες παράμετροι για το σύστημα εκπομπής.
- Τουλάχιστον ένα (1) βοηθητικό σύστημα (π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.τ.λ.).

Για κάθε εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών ανά θερμική ζώνη, ο επιθεωρητής ορίζει όλους τους ηλιακούς συλλέκτες που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη.

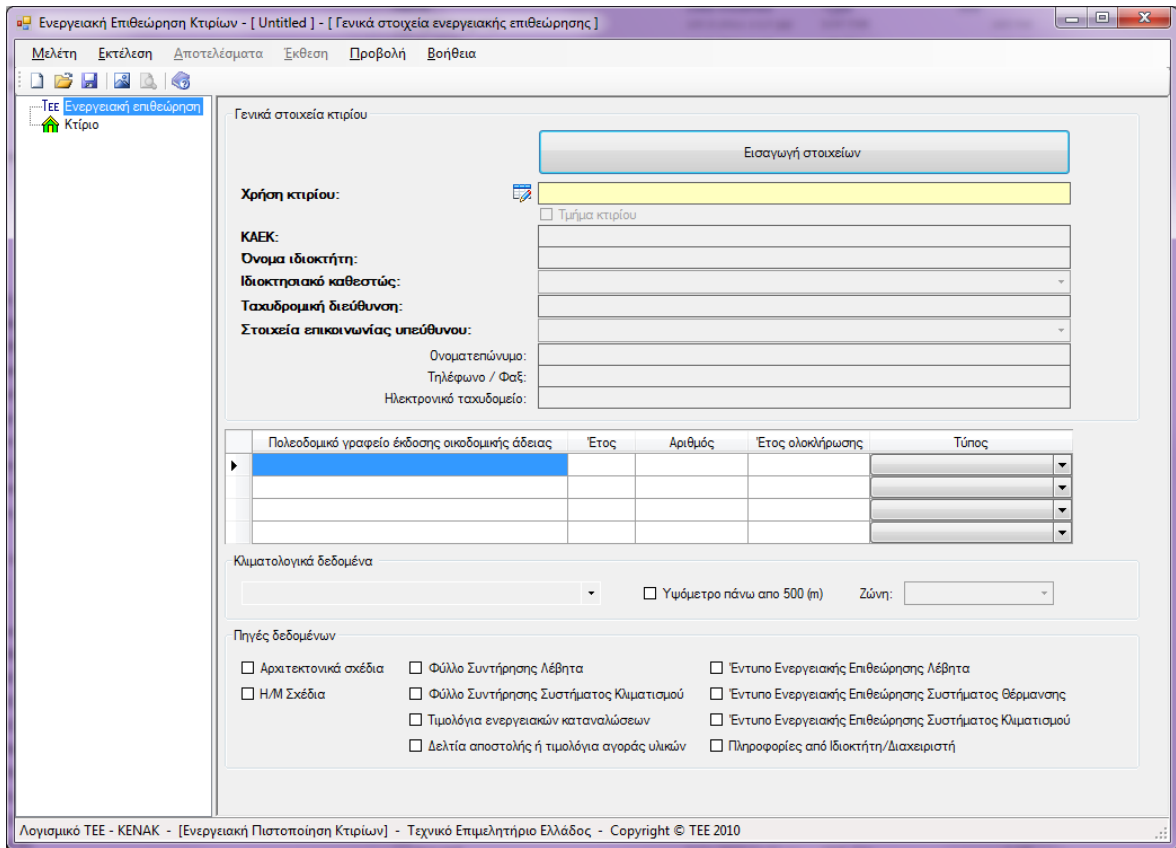
Η ελάχιστη περιγραφή του κτηρίου απεικονίζεται στο σχήμα 3.2.1.2.1. Με έντονους χαρακτήρες αναφέρονται τα ελάχιστα στοιχεία που πρέπει να οριστούν, ενώ με κανονικούς χαρακτήρες τα προαιρετικά στοιχεία.



**Σχήμα 3.2.1.2.1.** Ελάχιστη περιγραφή κτηρίου. Τα απαραίτητα στοιχεία εμφανίζονται με έντονους χαρακτήρες, ενώ με κανονικούς χαρακτήρες εμφανίζονται τα προαιρετικά στοιχεία.

### 3.2.2. Εισαγωγή δεδομένων

Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει τα δεδομένα σε επίπεδο ενεργειακής επιθεώρησης (σχήμα 3.2.2.1.). Για τη λειτουργία του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίων, απαιτείται αρχικά η εισαγωγή ενός αρχείου "xml", το οποίο λαμβάνεται κατά την εγγραφή τού προς επιθεώρηση κτηρίου στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων στην ιστοσελίδα της Ε.Υ.Επ.Εν. στην ηλεκτρονική διεύθυνση [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr). Κατά την έγγραφη του κτηρίου εισάγονται όλα τα γενικά στοιχεία του κτηρίου, καθώς και η χρήση του. Ο επιθεωρητής με την εγγραφή του κτηρίου λαμβάνει το αρχείο xml με τα γενικά δεδομένα του κτηρίου και τον αριθμό πρωτοκόλλου της επιθεώρησης. Αυτό το αρχείο εισάγεται στο λογισμικό και εμφανίζονται η χρήση του κτηρίου καθώς και τα γενικά στοιχεία του, τα οποία δεν μπορούν να τροποποιηθούν μέσα από το λογισμικό παρά μόνον από την ιστοσελίδα της Ε.Υ.Επ.Εν. στην ηλεκτρονική διεύθυνση [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr). Επίσης, καθορίζονται τα κλιματικά δεδομένα, καθώς και οι πηγές των εισαγόμενων δεδομένων/στοιχείων.

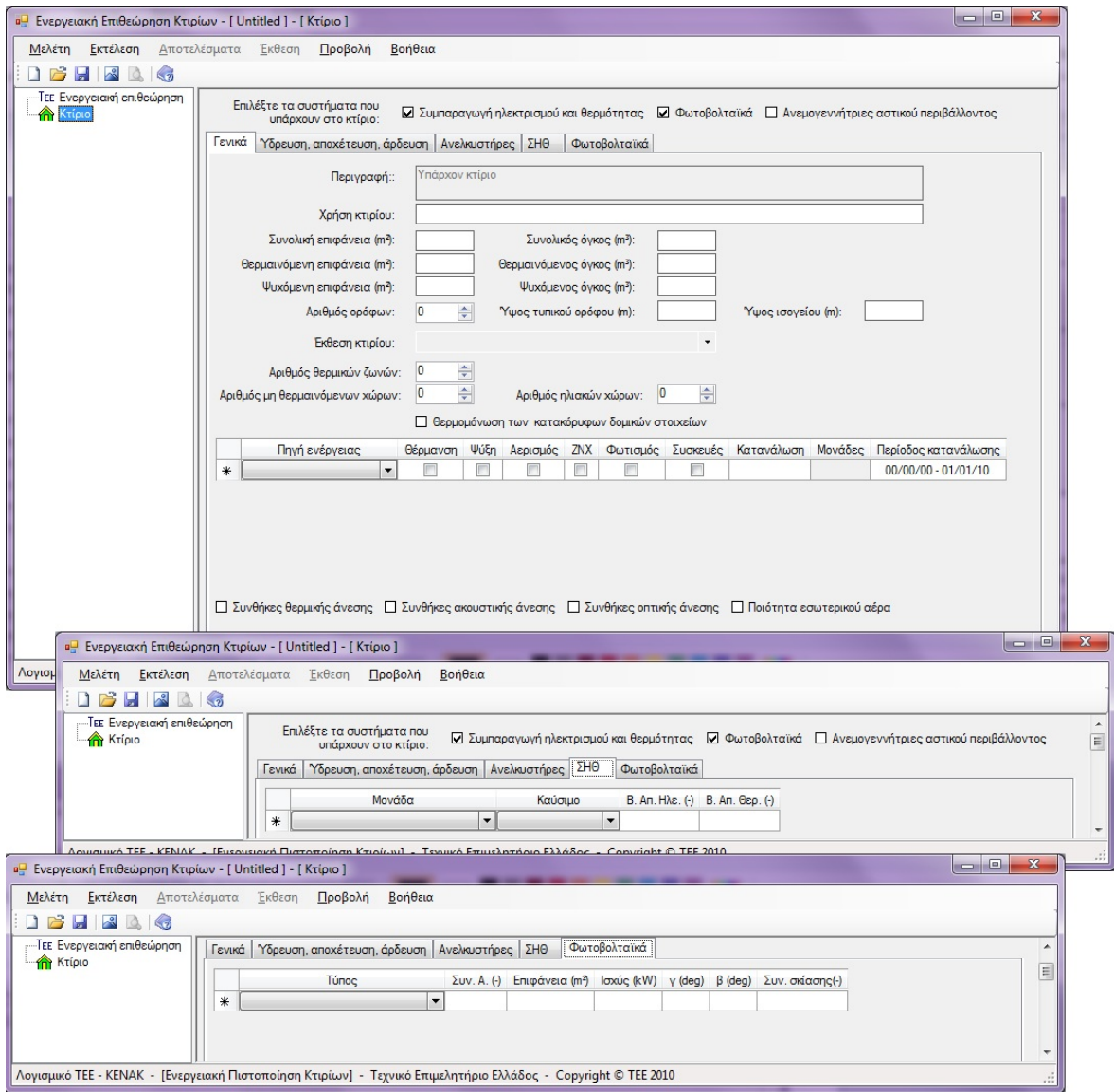


**Σχήμα 3.2.2.1.** Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων σε επίπεδο ενεργειακής επιθεώρησης.

Κατόπιν ο επιθεωρητής εισάγει τα απαραίτητα δεδομένα σε επίπεδο κτηρίου (σχήμα 3.2.2.2.), που αφορούν σε:

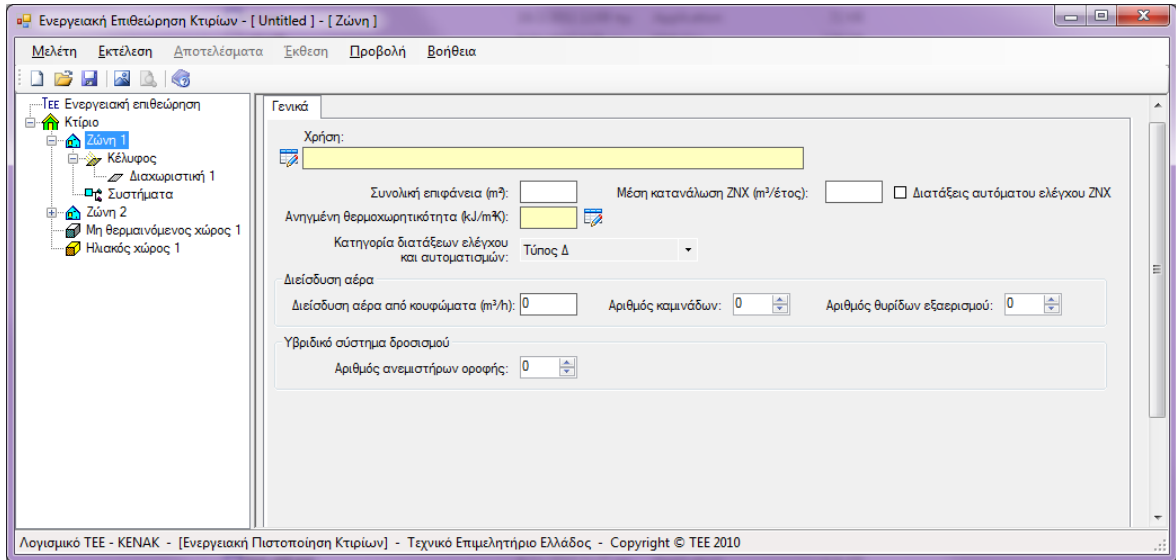
- γενικά κατασκευαστικά στοιχεία,
- κατανάλωση ενέργειας και ποιότητα εσωτερικού περιβάλλοντος,
- εγκαταστάσεις.

Οι εγκαταστάσεις σε επίπεδο κτηρίου, περιλαμβάνουν τα συστήματα συμπαράγωγής ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τα φωτοβολταϊκά και –χωρίς να λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς– την ύδρευση / αποχέτευση / άρδευση, τους ανελκυστήρες και τις ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος.

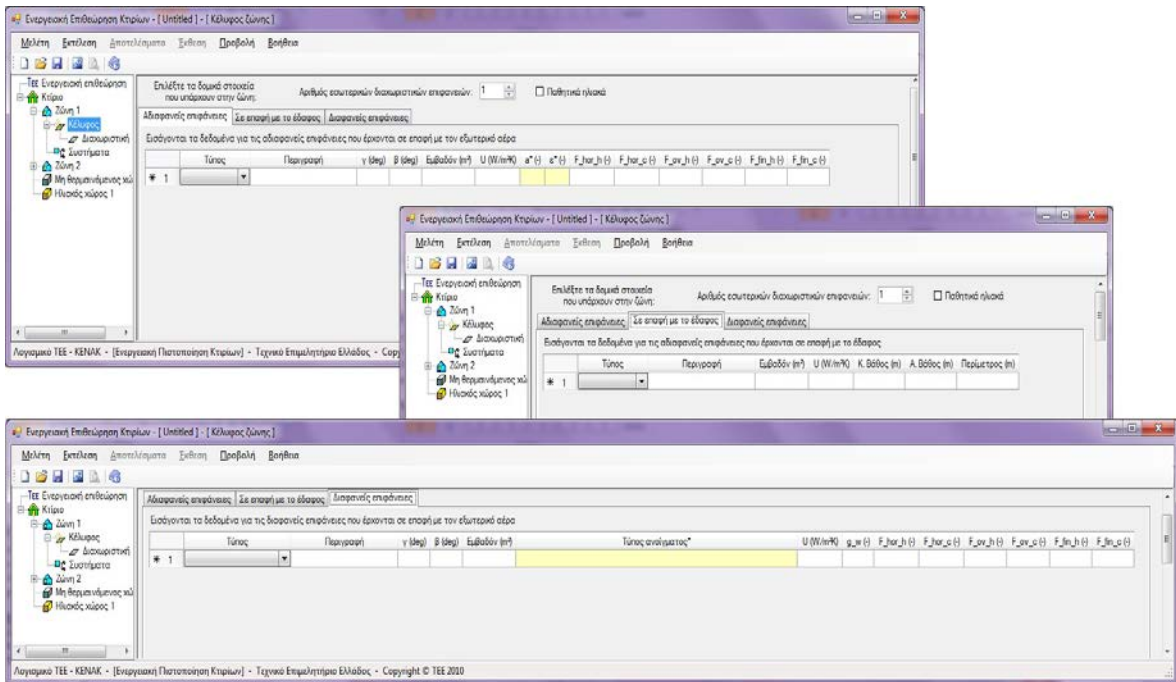


**Σχήμα 3.2.2.2.** Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων σε επίπεδο κτηρίου.

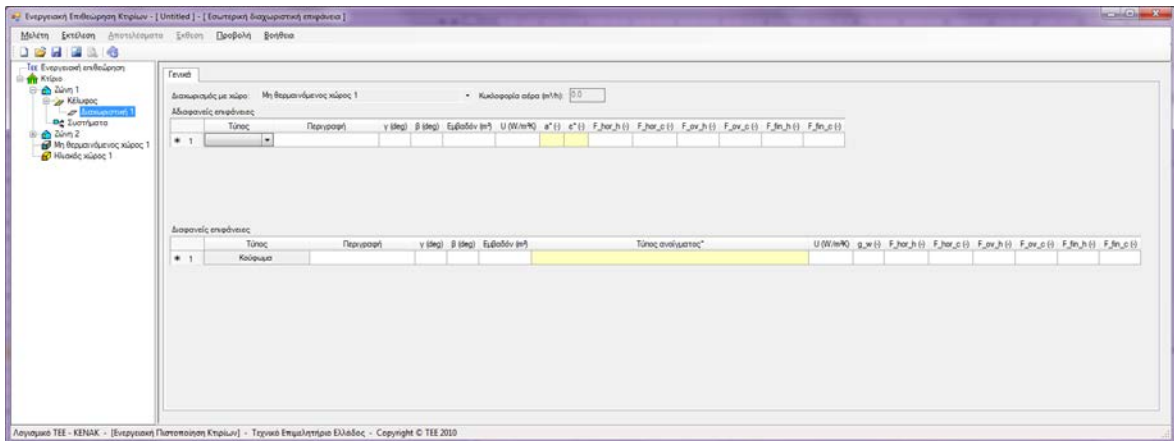
Ανάλογα με τον αριθμό θερμικών ζωνών, μη θερμαινόμενων χώρων και ηλιακών χώρων που θα προσδιοριστούν, εμφανίζονται αυτόματα τα αντίστοιχα πεδία στη δομή δέντρου. Για κάθε μια από τις θερμικές ζώνες προσδιορίζονται οι παράμετροι για τα γενικά δεδομένα της ζώνης (σχήμα 3.2.2.3.), τα δεδομένα του κτηριακού κελύφους (σχήμα 3.2.2.4.), τα δεδομένα της διαχωριστικής επιφάνειας (αν υπάρχει) (σχήμα 3.2.2.5.) και τα δεδομένα για τα συστήματα (σχήμα 3.2.2.6.).



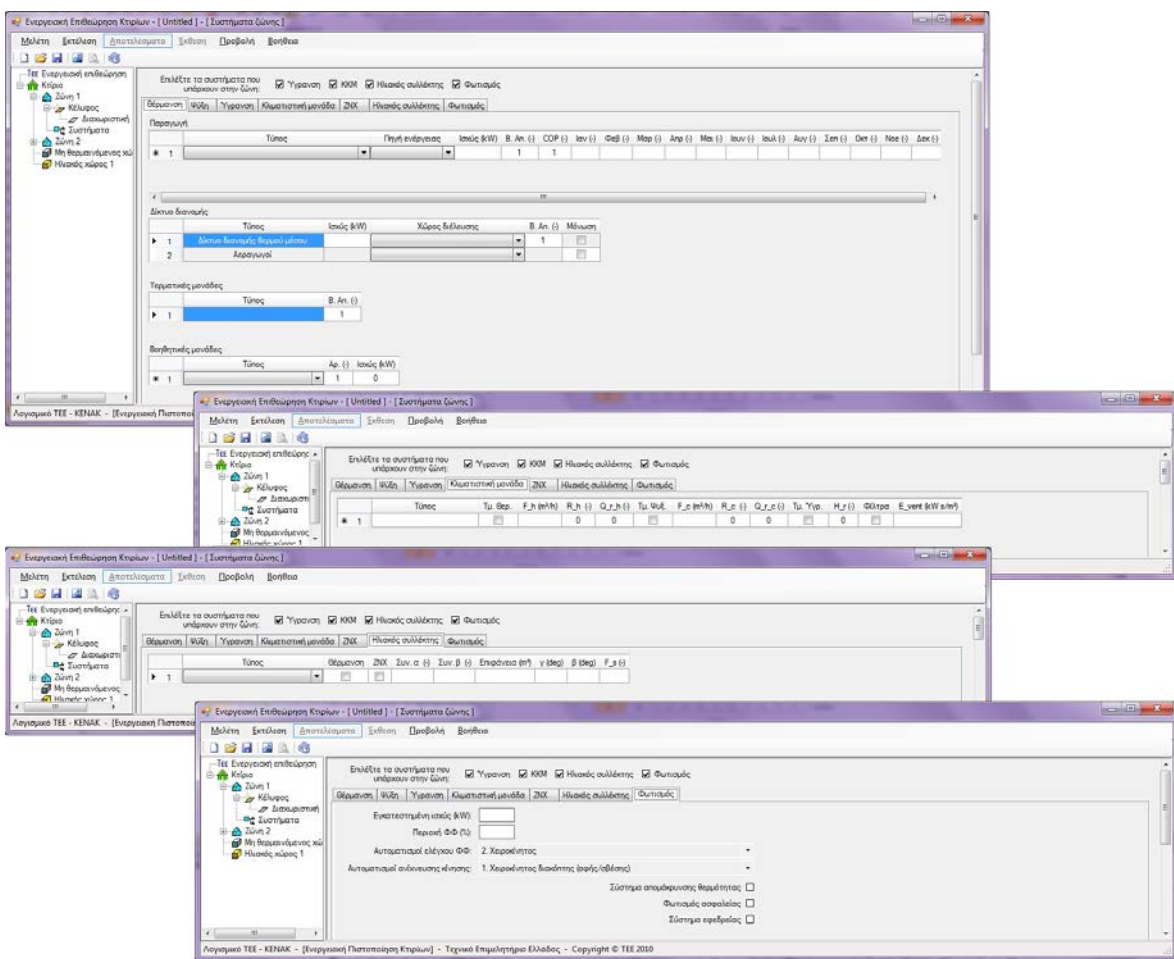
Σχήμα 3.2.2.3. Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων θερμικής ζώνης. Ενότητα των γενικών δεδομένων.



Σχήμα 3.2.2.4. Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων θερμικής ζώνης. Ενότητα του κελύφους.

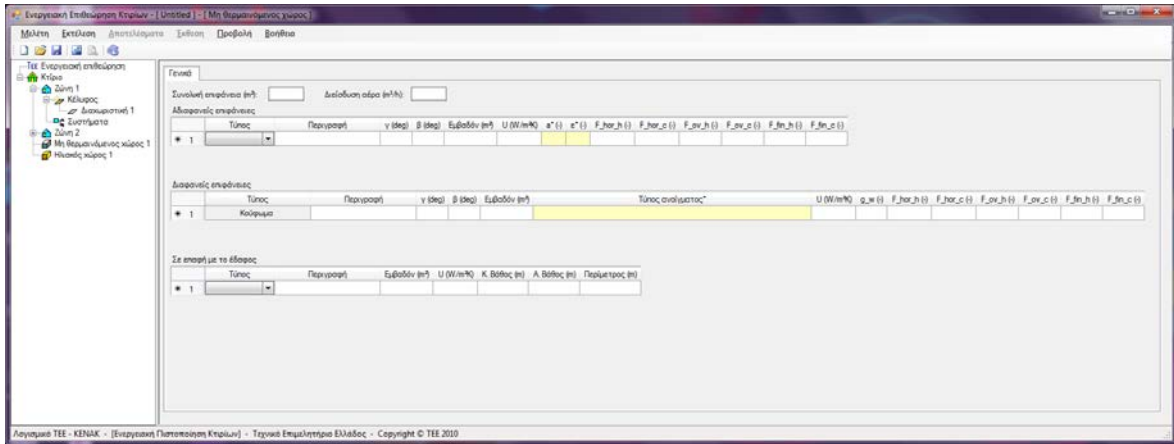


Σχήμα 3.2.2.5. Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων θερμικής ζώνης. Ενότητα της διαχωριστικής επιφάνειας



Σχήμα 3.2.2.6. Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων θερμικής ζώνης. Ενότητα των συστημάτων.

Για κάθε έναν από τους μη θερμαινόμενους / ηλιακούς χώρους προσδιορίζονται οι παράμετροι για τα γενικά δεδομένα και τα δεδομένα του κελύφους (σχήμα 3.2.2.7).

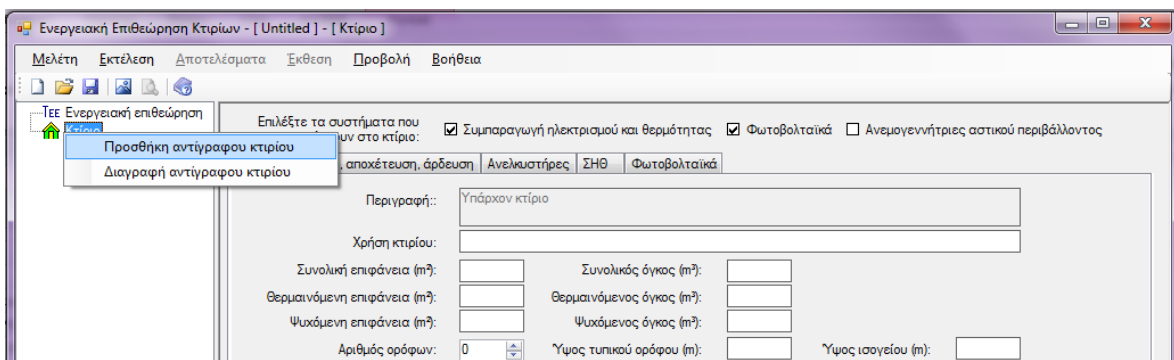


Σχήμα 3.2.2.7. Η οθόνη για την εισαγωγή των δεδομένων των μη θερμαινόμενων χώρων και των ηλιακών χώρων.

### 3.2.3. Διαμόρφωση σεναρίων

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να διαμορφώσει και να αξιολογήσει μέχρι τρεις συστάσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Για τη δημιουργία ενός σεναρίου, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει στο δέντρο πλοήγησης με δεξιό κλικ επάνω στο «Κτήριο» «Προσθήκη αντίγραφου κτηρίου» (σχήμα 3.2.3.1.). Μ' αυτήν την επιλογή «αντιγράφεται» ολόκληρο το επιλεγμένο κτήριο με τη δομή και τα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο χρήστης και εμφανίζεται στο δέντρο πλοήγησης. Ανάλογα με την επέμβαση ή τις επεμβάσεις που έχει σχεδιάσει στο εκάστοτε σενάριο, ο χρήστης τροποποιεί επιλεκτικά τις τιμές των δεδομένων στις αντίστοιχες οθόνες εισαγωγής δεδομένων, εισάγοντας ταυτόχρονα το αντίστοιχο κόστος.

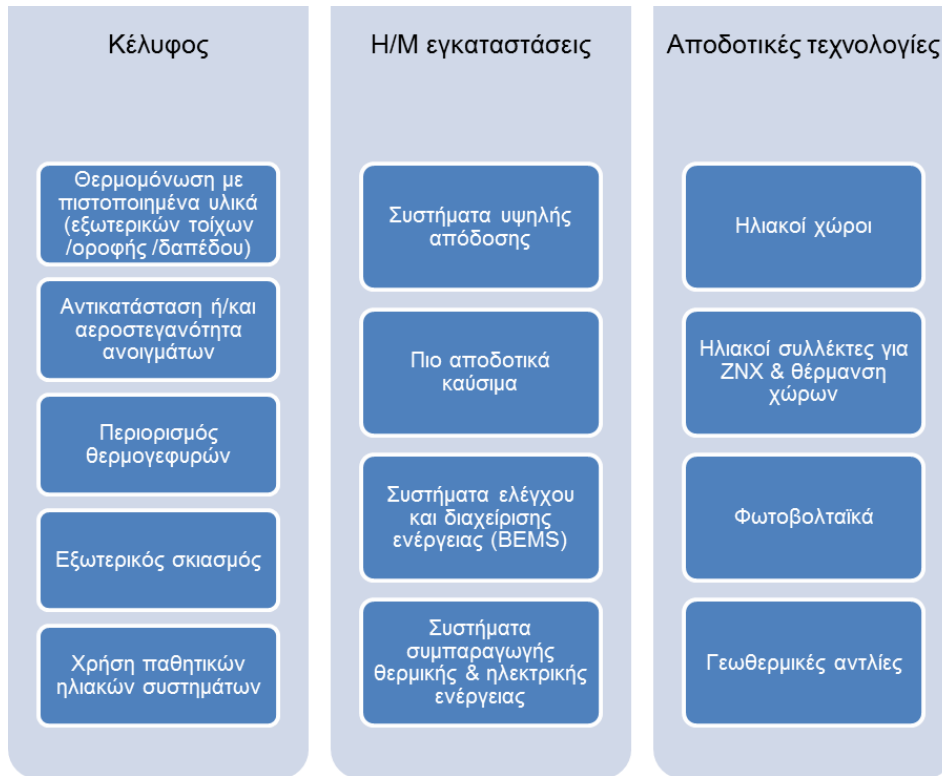


Σχήμα 3.2.3.1. Δημιουργία σεναρίου.

Στην περίπτωση που ο χρήστης έχει επιλέξει προσθήκη αντίγραφου κτηρίου και έχει διαμορφώσει ένα σενάριο, οποιαδήποτε τροποποίηση στο αρχικό κτήριο δεν επικαιροποιείται στο αντίγραφο κτηρίου. Συνεπώς, ο χρήστης θα πρέπει να επανεισαγάγει τις όποιες αλλαγές θα έχει κάνει και στο αντίγραφο κτηρίου.

Ορισμένες από τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς παρουσιάζονται στο σχήμα 3.2.3.2.





**Σχήμα 3.2.3.2. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας.**

### 3.2.4. Υπολογισμοί

Με την ολοκλήρωση της περιγραφής του κτηρίου ή του τμήματος κτηρίου προς επιθεώρηση, καθώς επίσης και των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας, ο χρήστης επιλέγει την εντολή «Εκτέλεση», με την οποία πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί, σύμφωνα με τα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο χρήστης. Κάθε φορά που αλλάζουν ή προστίθενται νέα δεδομένα πρέπει να επαναλαμβάνεται η εντολή «Εκτέλεση».

Παράλληλα, το λογισμικό δημιουργεί το «κτήριο αναφοράς», με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτήριο. Το κτήριο αναφοράς είναι το ίδιο με το υπό επιθεώρηση κτήριο, ως προς τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά, τη θέση, τον προσανατολισμό, τη χρήση και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις H/M εγκαταστάσεις που αφορούν στη θέρμανση, στη ψύξη και στον κλιματισμό των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Οι τελικές χρήσεις κατανάλωσης ενέργειας, οι οποίες λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς για την ενεργειακή απόδοση και κατάταξη του κτηρίου, είναι:

- θέρμανση χώρων,
- ψύξη χώρων,
- αερισμός,
- ζεστό νερό χρήσης,

και επιπλέον, για κτήρια του τριτογενούς τομέα

- φωτισμός.

Οι υπολογισμοί για τις τελικές χρήσεις περιλαμβάνουν:

- τη μηνιαία και ετήσια ενεργειακή απαίτηση,

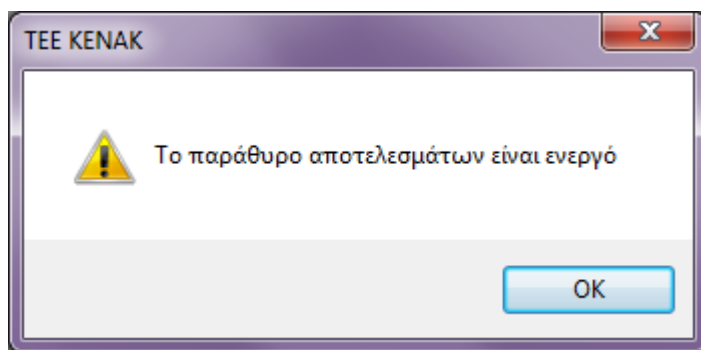
- τη μηνιαία και ετήσια ενεργειακή κατανάλωση,
- την ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας,
- την ετήσια κατανάλωση καυσίμων,
- τις ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub>,
- την ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας,
- την ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>,
- το ετήσιο λειτουργικό κόστος,
- το συνολικό κόστος επεμβάσεων,
- την απλή περίοδο αποπληρωμής.

Ο χρήστης σε όλη τη διάρκεια της χρήσης του λογισμικού έχει τη δυνατότητα της αποθήκευσης του αρχείου μελέτης (σε μορφή xml), με τις επιλογές «Αποθήκευση» και «Αποθήκευση ως». Αυτά τα αρχεία μπορεί να εισαγάγει στο λογισμικό, για να συμπληρώσει ή να τροποποιήσει δεδομένα.

Για τη δημιουργία του τελικού αρχείου δεδομένων (σε μορφή xml) που πρέπει να υποβληθεί στο πληροφοριακό σύστημα για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την εντολή «Αρχείο προς υποβολή». Η συγκεκριμένη επιλογή δεν είναι ενεργή αν δεν έχουν πραγματοποιηθεί οι υπολογισμοί, με την επιλογή «Εκτέλεση». Το αρχείο που δημιουργείται είναι μόνο για υποβολή και έχει διαφορετική μορφή από το αρχείο της μελέτης. Αυτό το αρχείο δεν μπορεί να εισαχθεί από το χρήστη στο λογισμικό TEE-KENAK, αλλά μπορεί να εκτελεστεί μόνο από τον πυρήνα του λογισμικού που βρίσκεται στη διαδικτυακή εφαρμογή.

### 3.2.5. Αποτελέσματα

Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών εμφανίζεται ένα παράθυρο ειδοποίησης (σχήμα 3.2.5.1.) και ταυτόχρονα ενεργοποιούνται οι επιλογές «Αποτελέσματα» και «Έκθεση» στο βασικό μενού του λογισμικού.

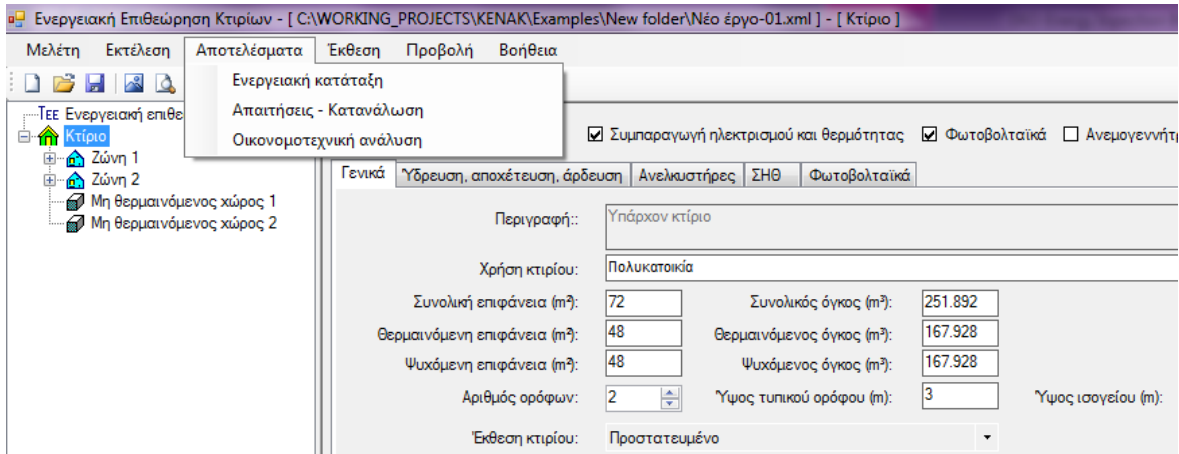


**Σχήμα 3.2.5.1.** Παράθυρο ειδοποίησης ολοκλήρωσης υπολογισμών.

Με την επιλογή «Αποτελέσματα» εμφανίζονται οι οθόνες με τα αποτελέσματα των υπολογισμών που στην πλειοψηφία τους περιλαμβάνονται και στο πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.). Οι οθόνες των αποτελεσμάτων περιλαμβάνουν τις ακόλουθες κατηγορίες (σχήμα 3.2.5.2.):

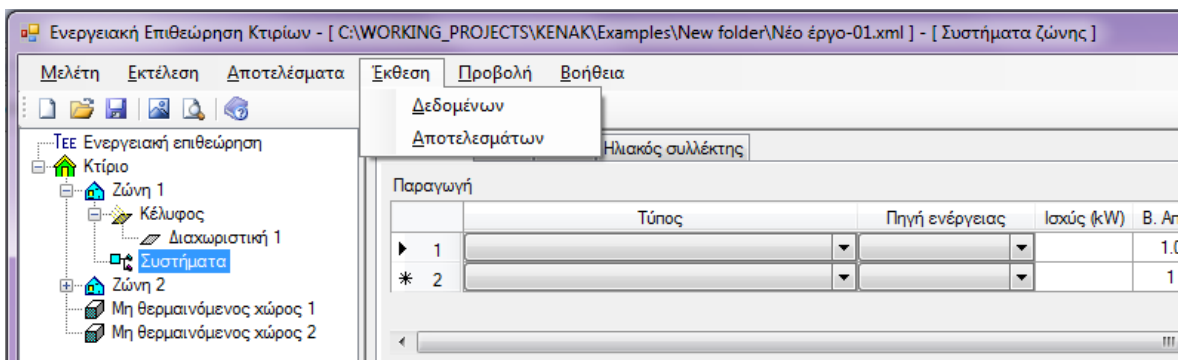
- Ενεργειακή κατάταξη. Εμφανίζεται η οθόνη με την ενεργειακή κατηγορία (κατάταξη) του κτηρίου. Τα όρια των ενεργειακών κατηγοριών καθορίζονται ποσοστιαία, βάσει της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς, όπως ορίζονται από τον Κ.Εν.Α.Κ.

- Ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις. Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ενέργειας και καυσίμων, όπως και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα
- Οικονομοτεχνική ανάλυση. Εμφανίζεται η οθόνη με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κόστος επεμβάσεων και την περίοδο αποπληρωμής σύμφωνα με τις επιλογές του χρήστη για την αξιολόγηση συγκεκριμένων συστάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.



Σχήμα 3.2.5.2. Επιλογές αποτελεσμάτων.

Με την επιλογή «Έκθεση» εμφανίζονται οι οθόνες με τις εκθέσεις των δεδομένων και των αποτελεσμάτων για το προς επιθεώρηση κτήριο (σχήμα 3.2.5.3.). Η έκθεση δεδομένων περιλαμβάνει τα δεδομένα που έχει εισαγάγει ο επιθεωρητής για το υπάρχον κτήριο, καθώς επίσης και για κάθε σενάριο που έχει διαμορφώσει. Η έκθεση αποτελεσμάτων περιλαμβάνει τα αποτελέσματα των υπολογισμών για το κτήριο αναφοράς, το υπάρχον κτήριο, καθώς επίσης και για κάθε σενάριο που έχει διαμορφώσει ο επιθεωρητής. Οι εκθέσεις είναι σε μορφή πίνακα και ακολουθούν τη διαδοχική σειρά των αντίστοιχων οθονών εισαγωγής δεδομένων και εμφάνισης αποτελεσμάτων. Ο επιθεωρητής έχει τη δυνατότητα να εκτυπώσει τις εκθέσεις ή να τις αποθηκεύσει σε διαφορετική μορφή (π.χ. doc, pdf).



Σχήμα 3.2.5.3. Επιλογές εκθέσεων.

Τα αποτελέσματα του λογισμικού TEE-KENAK δεν περιλαμβάνουν το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης, η έκδοση του οποίου γίνεται αποκλειστικά μέσω της διαδικτυακής εφαρμογής, [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr), της Ε.Υ.Επ.Εν.

### 3.2.6. Διαδικασία υποβολής ηλεκτρονικού αρχείου υπολογισμών και ηλεκτρονικής έκδοσης πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

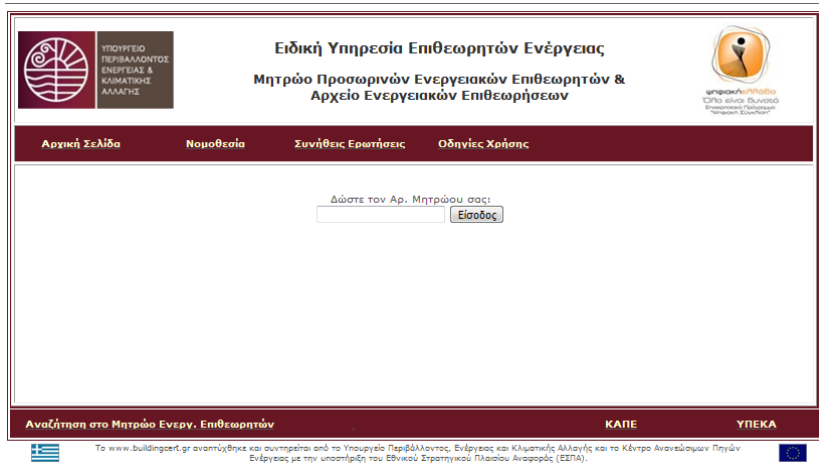
Όταν θα έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό, η διαμόρφωση των προτεινόμενων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του κτηρίου, ο επιθεωρητής με την εντολή «Αρχείο προς υποβολή» δημιουργεί το τελικό αρχείο δεδομένων (σε μορφή xml) που πρέπει να υποβληθεί στο πληροφοριακό σύστημα για την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

Ο επιθεωρητής πρέπει να εισέλθει στην επίσημη ιστοσελίδα της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, στο μητρώο προσωρινών ενεργειακών επιθεωρητών & αρχείο ενεργειακών επιθεωρήσεων ([www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr)) (σχήμα 3.2.6.1.) και συγκεκριμένα στην επιλογή «Προσωρινοί ενεργειακοί επιθεωρητές» του πληροφοριακού συστήματος.



**Σχήμα 3.2.6.1.** Βασική οθόνη της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας - Μητρώο προσωρινών ενεργειακών επιθεωρητών & αρχείο ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Αφού εισαγάγει τον αριθμό μητρώου του (σχήμα 3.2.6.2.), εμφανίζεται μια οθόνη για να επιλεγεί η είσοδος στο αρχείο ενεργειακών επιθεωρήσεων, στο οποίο καταχωρούνται όλες οι επιθεωρήσεις που εισάγει ο ενεργειακός επιθεωρητής (σχήμα 3.2.6.3.).



Σχήμα 3.2.6.2. Οθόνη για εισαγωγή αριθμού μητρώου του ενεργειακού επιθεωρητή.



Σχήμα 3.2.6.3. Οθόνη για εισαγωγή (είσοδο στο αρχείο ενεργειακών επιθεωρήσεων).

Στη συγκεκριμένη οθόνη (σχήμα 3.2.6.4.) ο ενεργειακός επιθεωρητής έχει τις εξής επιλογές:

- Να εισαγάγει μια νέα επιθεώρηση, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Νέα επιθεώρηση».
- Να έχει πρόσβαση στις ενεργειακές επιθεωρήσεις που ήδη έχει καταχωρήσει και είναι σε εκκρεμότητα, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Επιθεωρήσεις κτηρίων σε εκκρεμότητα».
- Να έχει πρόσβαση στις ενεργειακές επιθεωρήσεις, για τις οποίες έχει γίνει οριστική υποβολή και έχει εκδοθεί πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.), χρησιμοποιώντας την επιλογή «Οριστικά υποβληθείσες επιθεωρήσεις κτηρίων».
- Να έχει πρόσβαση στις ενεργειακές επιθεωρήσεις που ήδη έχει καταχωρήσει και είναι σε ανάκληση, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Επιθεωρήσεις κτηρίων υπό ανάκληση».
- Να έχει πρόσβαση στις ενεργειακές επιθεωρήσεις που ήδη έχει καταχωρήσει και έχουν ανακληθεί, χρησιμοποιώντας την επιλογή «Ανακληθείσες επιθεωρήσεις κτηρίων».



**Σχήμα 3.2.6.4.** Η οθόνη αρχείου ενεργειακών επιθεωρήσεων.


Από την οθόνη με τις ενεργειακές επιθεωρήσεις σε εκκρεμότητα ο επιθεωρητής επιλέγει την ενεργειακή επιθεώρηση, την οποία θέλει να ολοκληρώσει, με βάση τον αριθμό πρωτοκόλλου της. Εμφανίζεται μια οθόνη με όλα τα πεδία που απαιτούνται για την ολοκλήρωση της διαδικασίας της υποβολής της επιθεώρησης, είτε είναι συμπληρωμένα είτε όχι, ενώ στο άνω τμήμα της εμφανίζεται ένας κατάλογος (με έντονους κόκκινους χαρακτήρες) με τις εκκρεμότητες για την συγκεκριμένη επιθεώρηση (σχήμα 3.2.6.5.).

Στο πεδίο Εισαγωγή αρχείου επιθεώρησης (xml), εισάγεται το τελικό xml αρχείο με τα δεδομένα της επιθεώρησης που δημιουργήθηκε από το λογισμικό, επιλέγοντας την «Αναζήτηση» και προσδιορίζοντας το όνομα του αρχείου. Με την επιλογή «Αποστολή αρχείου» αποστέλλεται το συγκεκριμένο αρχείο και πραγματοποιούνται εκ νέου οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου μέσω του κεντρικού πυρήνα υπολογισμών της υπηρεσίας που υπάρχει στο πληροφοριακό σύστημα (server). Επίσης παρουσιάζονται η ενεργειακή κατηγορία του επιθεωρούμενου κτηρίου και η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζονται παρατηρήσεις, σημειώσεις ή υποδείξεις ελλείψεων που το σύστημα αναγνωρίζει αυτόματα (σχήμα 3.2.6.6.).


Σ' αυτό το στάδιο υπάρχει η δυνατότητα προβολής, εκτύπωσης και αποθήκευσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης, σε μία άτυπη μορφή, στην οποία εμφανίζεται η ένδειξη «ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ» (σχήμα 3.2.6.7.).

Ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία, ο επιθεωρητής πρέπει να εισαγάγει τη φωτογραφία και το τοπογραφικό σκαρίφημα του κτηρίου, ολοκληρώνοντας τα απαιτούμενα πεδία για την ηλεκτρονική υποβολή της ενεργειακής επιθεώρησης.

Με τη συμπλήρωση όλων των απαραίτητων πεδίων είναι δυνατή η οριστική υποβολή της επιθεώρησης. Αυτό γίνεται από την οθόνη «Αρχείου ενεργειακών επιθεωρήσεων (σχήμα 3.2.6.4.)», επιλέγοντας από τη λίστα των ενεργειακών επιθεωρήσεων σε εκκρεμότητα για τη συγκεκριμένη επιθεώρηση την εντολή οριστική υποβολή. Η επιθεώρηση μεταφέρεται στη λίστα με τις οριστικά υποβληθείσες επιθεωρήσεις και ο επιθεωρητής έχει τη δυνατότητα της προβολής, εκτύπωσης αλλά και αποθήκευσης του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης (Π.Ε.Α.) σε μορφή pdf. Στο Π.Ε.Α. αναγράφονται πλέον ο αριθμός πρωτοκόλλου του Π.Ε.Α. και ο δεκαεξαψήφιος κωδικός ασφαλείας του Π.Ε.Α. Με τους συγκεκριμένους αριθμούς είναι δυνατός ο έλεγχος εγκυρότητας του Π.Ε.Α. και η πρόσβαση στα βασικά στοιχεία του. Ο επιθεωρητής σφραγίζει και υπογράφει το Π.Ε.Α και το δίνει στον ιδιοκτήτη / διαχειριστή του κτηρίου.



**Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής**  
**Αρχείο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων**



Επιθεωρήσεις Κτιρίων σε Εκκρεμότητα	Οριστικά Υποβληθείσες Επιθεωρήσεις Κτιρίων	Επιθεωρήσεις Κτιρίων υπο Ανάκληση	Ανακληθείσες Επιθεωρήσεις Κτιρίων	Κεντρική σελίδα χρήστη (ράουττα)
--	---	--------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

**Δεν μπορεί ακόμη να εκδοθεί έγκυρο ΠΕΑ εξαιτίας των παρακάτω προβλημάτων:**

- Δεν έχει "ανέβει" το αρχείο της ενεργειακής επιθεώρησης
- Δεν έχει "ανέβει" φωτογραφία του κτιρίου
- Δεν έχει "ανέβει" τοπογραφικό του κτιρίου

Δημιουργία Αρχείου XML  
για εισαγωγή στο λογισμικό της  
επιθεώρησης

Αρ. Πρωτοκόλλου: 4/2011

Προβολή Πιστοποιητικού  
Σελ. 1


Επιθεωρητής:  
Α.Μ. :

Προβολή Πιστοποιητικού  
Σελ. 2

Επιθεώρηση σε εκκρεμότητα


<p><b>Λόγος Έκδοσης Πιστοποιητικού</b></p> <p>Λόγος Έκδοσης Πιστοποιητικού: <input type="text" value="Πώληση"/></p> <p><b>Βασικά Στοιχεία Κτιρίου</b></p> <p>Οδός: <input type="text" value="κηφισίας"/></p> <p>Αριθμός ή Χιλ. Θέση: <input type="text" value="60"/> <small>Αν στην συγκεκριμένη οδό δεν υπάρχουν αριθμοί (κοινοτικές οδοί κ.λπ.), πληκτρολογήστε μία παύλα (-)</small></p> <p>Αριθμός <input checked="" type="radio"/> Χιλ. Θέση <input type="radio"/></p> <p>Ταχ. Κώδικας: <input type="text" value="15125"/></p> <p>Πόλη: <input type="text" value="μαρουσι"/></p> <p>Νομός: <input type="text" value="ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΘΗΝΩΝ"/></p> <p>Δήμος: <input type="text" value="ΔΗΜΟΣ ΑΜΑΡΟΥΣΙΟΥ"/></p> <p>Δημ. Διαμέρισμα: <input type="text" value="Δ Δ Αμαρουσίου"/></p> <p>Τμήμα Κτιρίου &amp; Αρ. Ιδιοκτησίας: <input checked="" type="radio" value="Ολόκληρο Κτίριο"/> <input type="radio" value="Τμήμα Κτιρίου"/></p> <p>Χρήση Κτιρίου: <input type="text" value="Πολυκατοικία"/></p> <p>Ιδιοκτησιακό Καθεστώς: <input type="text" value="Ιδιωτικό"/></p> <p>Έτος Κατασκευής: <input type="text" value="1985"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Καταχώριση"/></p>	<p><b>Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML):</b></p> <p>Δεν έχει "ανέβει" Αρχείο Ενεργ. Επιθεώρησης</p> <p>Πιέστε "Browse..." για να ανεβάσετε ένα αρχείο από το δίσκο του υπολογιστή σας.</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αναζήτηση..."/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αποστολή Αρχείου"/></p> <hr/> <p><b>Εισαγωγή Φωτογραφίας Κτιρίου:</b></p> <p>Δεν έχει "ανέβει" Φωτογραφία του κτιρίου</p> <p>Πιέστε "Browse..." για να ανεβάσετε ένα αρχείο από το δίσκο του υπολογιστή σας.</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αναζήτηση..."/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αποστολή Αρχείου"/></p> <p><small>Το αρχείο της φωτογραφίας πρέπει να είναι σε μορφή JPEG, και μεγέθους μέχρι 300KB. Για την καλύτερη ενσωμάτωσή του στο πιστοποιητικό, είναι προτιμότερο ο λόγος άψευς (κατακόρυφη ανάλυση / οριζόντια ανάλυση) να είναι περίπου 0.82</small></p>
<p><b>Στοιχεία Υπεύθυνου</b></p> <p>Ιδιότητα: <input type="text" value="Ιδιοκτήτης"/></p> <p>Άλλη ιδιότητα: <input type="text"/></p> <p>Επώνυμο: <input type="text" value="xxxxxxxxxx"/></p> <p>Όνομα: <input type="text" value="xxxxxxxxxxxxxx"/></p> <p>Τηλέφωνο: <input type="text" value="222222222"/></p> <p>Fax: <input type="text"/></p> <p>e-mail: <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Καταχώριση"/></p>	<p><b>Εισαγωγή Τοπογραφικού Διαγράμματος / Σκαριφήματος:</b></p> <p>Δεν έχει "ανέβει" τοπογραφικό διάγραμμα / σκαρίφημα του κτιρίου</p> <p>Πιέστε "Browse..." για να ανεβάσετε ένα αρχείο από το δίσκο του υπολογιστή σας.</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αναζήτηση..."/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Αποστολή Αρχείου"/></p> <p><small>Το αρχείο του τοπογραφικού πρέπει να είναι σε μορφή JPEG, και μεγέθους μέχρι 1MB.</small></p>
<p><b>Δήλωση του κτιρίου στην Κτηματολόγιο Α.Ε.:</b></p> <p>Έχει δηλωθεί το κτίριο στην Κτηματολόγιο Α.Ε.: <input type="text" value="Όχι"/></p> <p>ΚΑΕΚ: <input type="text"/></p> <p>Αρ. Πρωτ. Δήλωσης: <input type="text"/></p> <p>Κωδικός Ιδιοκτησίας: <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Καταχώριση"/></p>	
<p><b>Οικοδομικές Άδειες:</b></p> <p>Αν το κτίριο έχει ανεγερθεί πριν τις 14/3/1983, δεν χρειάζεται να καταχωρίσετε οικοδομικές άδειες.</p> <p>Το κτίριο ανεγέρθηκε:</p> <p><input checked="" type="radio"/> Πριν τις 14/3/1983</p> <p><input type="radio"/> Μετά τις 14/3/1983</p> <p style="text-align: center;"><input type="button" value="Καταχώριση"/></p> <p style="text-align: right;"><a href="#">Προσθήκη / Διαγραφή Αδειών</a></p>	
<p><b>Ιδιοκτήτες:</b></p> <p>099999999    xxxxxxxxxxx    xxxxxxxxxxx</p> <p style="text-align: right;"><a href="#">Προσθήκη / Διαγραφή Ιδιοκτητών</a></p>	

Σχήμα 3.2.6.5. Η οθόνη για εισαγωγή δεδομένων ενεργειακής επιθεώρησης.



**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΚΛΙΜΑΤΙΚΗΣ ΑΛΛΑΓΗΣ**

**Αρχειο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων**



**ημερικληΡηθια**  
Όλα είναι δυνατά  
Επισκεφθείτε το χώρο μας  
www.ntua.gr

---

Επιθεωρήσεις Κτηρίων σε Εκκρεμότητα
Οριστικά Υποβληθείσες Επιθεωρήσεις Κτηρίων
Επιθεωρήσεις Κτηρίων υπο Ανάκληση
Ανακληθείσες Επιθεωρήσεις Κτηρίων
Κεντρική σελίδα χρήστη (pdroutsa)

Δεν μπορεί ακόμη να εκδοθεί έγκυρο ΠΕΑ εξαιτίας των παρακάτω προβλημάτων:

- Δεν έχει "ανέβει" φωτογραφία του κτιρίου
- Δεν έχει "ανέβει" τοπογραφικό του κτιρίου

Δημιουργία Αρχείου XML για εισαγωγή στο λογισμικό της επιθεώρησης

Προβολή Πιστοποιητικού  
Σελ. 1      Σελ. 2

Αρ. Πρωτοκόλλου: 4/2011

Επιθεωρητής: Α.Μ.:

Επιθεώρηση σε εκκρεμότητα

Κτίριο Αναφοράς: 46.1 KWh/m<sup>2</sup>

Υπάρχουν Κτίριο: 36.2 KWh/m<sup>2</sup>

Ενεργ. Κλάση:

**Λόγος Έκδοσης Πιστοποιητικού**

Λόγος Έκδοσης Πιστοποιητικού: Πώληση

---

**Βασικά Στοιχεία Κτιρίου**

Οδός: κηφισιας

Αριθμός ή Χιλ. Θέση: 60  
Αν στην συγκριμένη οδό δεν υπάρχουν αριθμοί (κοινοτικές οδοί κ.λπ.), πληκτρολογήστε μία παύλα (-)

Αριθμός:  Χιλ. Θέση:

Ταχ. Κώδικας: 15125

Πόλη: μαρουσι

Νομός: ΝΟΜΑΡΧΙΑ ΑΘΗΝΩΝ

**Εισαγωγή Αρχείου Εν. Επιθεώρησης (XML):**

Το Αρχείο Ενεργ. Επιθεώρησης που είναι συνδεδεμένο με αυτή την επιθεώρηση ανέβηκε στις: 17/06 14:57:01  
Δημιουργήθηκε με την version 1.29.1.19 του TEE-KENAK.  
Πιέστε "Browse..." αν θέλετε να το αντικαταστήσετε με ένα άλλο αρχείο από το δίσκο του υπολογιστή σας.

Αναζήτηση...

Αποστολή Αρχείου

---

**Εισαγωγή Φωτογραφίας Κτιρίου:**

Δεν έχει "ανέβει" Φωτογραφία του κτιρίου

Σχήμα 3.2.6.6. Η οθόνη για εισαγωγή δεδομένων ενεργειακής επιθεώρησης.

Α.Π. 4/2011 Α.Α. ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

**ΧΡΗΣΗ:** Πολυκατοικία

Κτίριο  Τμήμα κτιρίου

Αριθμός διακατοικίας:

Κλιματική ζώνη: B

Διεύθυνση: κηφισιας 60

T.K.: 15125

Πόλη: μαρουσι

Έτος κατασκευής: 1985

Συνολική επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: 72.0

Θερμανόμενη επιφάνεια [m<sup>2</sup>]: 48.0

Όνομα ιδιοκτήτη:

---

**ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
EP ≤ 0.35-Re	A+
0.35-Re < EP ≤ 0.50-Re	A
0.50-Re < EP ≤ 0.75-Re	B+
0.75-Re < EP ≤ 1.00-Re	B
1.00-Re < EP ≤ 1.40-Re	Γ
1.40-Re < EP ≤ 1.80-Re	A
1.80-Re < EP ≤ 2.27-Re	E
2.27-Re < EP ≤ 2.73-Re	Z
2.73-Re < EP	H

---

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΗΛ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: 46.1

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: 36.2

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]: 10.3

---

**Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας & Εκπομπές CO<sub>2</sub>**

Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m <sup>2</sup> ]: 0.0	Καύσιμα [kWh/m <sup>2</sup> ]: 0.0	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]: 0.0	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]: 0.0	Παύση αέρα <input type="checkbox"/>	

Α.Π. 4/2011 Α.Α. ΑΚΥΡΟ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ

**ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική	Θέρμανση Φωτισμός	ZNK <input type="checkbox"/> 34.74
	Περιβάλλον	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input checked="" type="checkbox"/> 65.26
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
Οριστά καύσιμα	Φύση	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
	Ηλιακή Φωτισμός	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input checked="" type="checkbox"/> 208.62
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
ΑΠΕ	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
	Φύση	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
	Άλλοι	Θέρμανση Φωτισμός <input type="checkbox"/> Φύση <input type="checkbox"/> ZNK <input type="checkbox"/> 0.0
<b>Σύνολο</b>		208.62

---

Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m<sup>2</sup>]

Θέρμανση: 15.0      Φύση: 21.1

Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNK): 0.0      Φωτισμός: 0.0

ΑΠΕ & ΉΘ: (-) 0.0

---

**ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

- 
- 
- 

Αριθμός συστήσης	Εκτιμώμενο ετήσιο κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση [%]	Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη περιόδος αποπληρωμής* [έτη]
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

\* Η εξοικονόμηση ενέργειας και των μονάδων αφορά την κάθε επί μέρους συσκευή και το ποσό δεν αθροίζεται. Ουδείς για την ετήσια μείωση εκπομπών θερμοδυναμικού θαλάσσης και την περιβάλλοντα.

---

Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: ---      Σημειώσεις:

Όνομα επώνυμο Επιθεωρητή: Δρούσα Πόπη

A.M. Επιθεωρητή: 16

Υπογραφή:

Σχήμα 3.2.6.7. Η εμφάνιση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης σε άτυπη μορφή.



### 3.3. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ (ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΑΣΚΗΣΗ)

**!** Κατά την εκπαίδευση αυτής της θεματικής ενότητα θα πρέπει να γίνεται πρακτική άσκηση επάνω στη χρήση λογισμικού. Κατά την πρακτική άσκηση, οι υποψήφιοι ενεργειακοί επιθεωρητές θα πρέπει με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών να κάνουν τουλάχιστον μία εφαρμογή για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης ενός τυπικού κτηρίου κατοικία ή άλλης χρήσης, προκειμένου να εξοικειωθούν με το λογισμικό.

Στις ενότητες που ακολουθούν δίνονται αναλυτικά δύο παραδείγματα υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου για την έκδοση Π.Ε.Α. με τη χρήση του λογισμικού ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ. Το παράδειγμα αφορά σε μια πολυκατοικία καθώς και σε ένα διαμέρισμα της ίδια πολυκατοικίας.

#### 3.3.1. Ενεργειακή επιθεώρηση σε κτήριο πολυκατοικίας

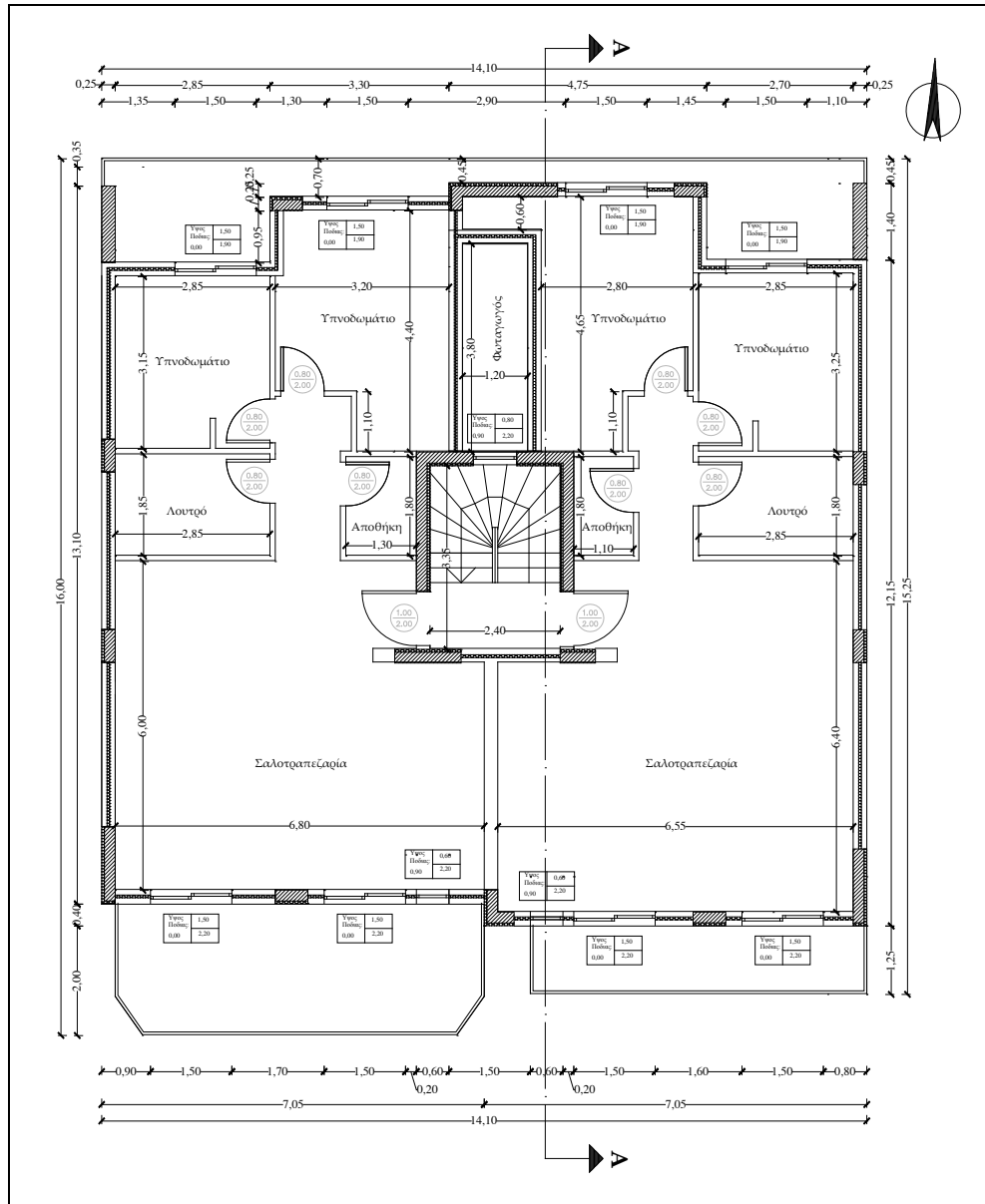
Αυτό το παράδειγμα, εξετάζει την ενεργειακή επιθεώρηση κτηρίου πολυκατοικίας. Κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτηρίου έγινε καταγραφή και κατόπιν επεξεργασία των μετρήσεων και των διαθέσιμων μελετών και σχεδίων. Στην περιγραφή του κτηρίου δίνονται συνοπτικά όλα τα δεδομένα που προέκυψαν από την επεξεργασία και απαιτούνται για τους υπολογισμούς.

##### 3.3.1.1. Περιγραφή κτηρίου και δεδομένα υπολογισμών.

Το υπό εξέταση κτήριο πολυκατοικίας κατασκευάστηκε το 1982 και βρίσκεται στην περιοχή της Θεσσαλονίκης. Η πρόσοψή του κτηρίου έχει νότιο προσανατολισμό, ενώ ο μεγάλος άξονας του έχει προσανατολισμό Β-Ν. Διαθέτει δύο ελεύθερες πλευρές, τη βορινή και τη νότια, ενώ η δυτική πλευρά εφάπτεται σε κτήριο με ύψους 9 μέτρων και η ανατολική πλευρά εφάπτεται με κτήριο ύψους 18 μέτρων. Στη νότια πλευρά (πρόσοψη) του κτηρίου σε απόσταση 10 μέτρων από αυτό υπάρχει κτήριο ύψους 15 μέτρων.

Το κτήριο αποτελείται από 5 ορόφους, το ισόγειο και το υπόγειο με ύψος ορόφου από πλάκα σε πλάκα 3 μέτρων. Όλοι οι όροφοι του κτηρίου είναι ίδιοι και αποτελούνται από δύο διαμερίσματα έκαστος. Στο ισόγειο λειτουργεί μικρό εμπορικό κατάστημα. Όλοι οι χώροι των διαμερισμάτων είναι θερμαινόμενοι, καθώς επίσης και το μικρό κατάστημα του ισογείου. Στο ισόγειο υπάρχει πυλωτή, ενώ στο υπόγειο υπάρχει ο χώρος του λεβητοστασίου και αποθήκες που είναι μη θερμαινόμενοι χώροι. Μη θερμαινόμενος χώρος είναι και το κλιμακοστάσιο.

Οι υπολογισμοί θα γίνουν μόνο για το τμήμα του κτηρίου που περιλαμβάνει τις κατοικίες, δηλαδή μόνο για τους 5 ορόφους. Στο σχήμα 3.3.1.1. δίνεται η τυπική κάτοψη ορόφου (είναι ίδια για όλους τους ορόφους).



Σχήμα 3.3.1.1. Κάτοψη του τυπικού ορόφου της πολυκατοικίας.

### 3.3.1.1.1. Γενικά δεδομένα κτηρίου - Συνθήκες λειτουργίας

Επειδή όλοι οι θερμαινόμενοι χώροι του κτηρίου (διαμερίσματα) λειτουργούν ως χώροι κατοικίας, δύναται να μελετηθεί ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Το κλιμακοστάσιο είναι μη θερμαινόμενος χώρος. Τα γενικά γεωμετρικά δεδομένα του κτηρίου είναι:

Αριθμός ορόφων:	Πέντε		
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ) κτηρίου	988,0	Συνολικός όγκος κτηρίου (m <sup>3</sup> )	2965,0
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	831,0	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	2493,0
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	415,5	Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	1246,5
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m)	3,0	Ύψος ισόγειου (m)	3,0

Στον πίνακα 3.3.1.1. δίνονται τα δεδομένα για το προφίλ λειτουργίας, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, αερισμό φωτισμό κ.τ.λ.) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

**Πίνακας 3.3.1.1:** Επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας κτηρίου

Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης (διαμερίσματα)		Καθορισμένες τιμές από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Ωράριο λειτουργίας	18 ώρες	
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	15/10 έως 30/4	
Περίοδος ψύξης	1/6 έως 31/8	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία θέρμανσης (°C)	20	
Μέση εσωτερική θερμοκρασία ψύξης (°C)	26	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία χειμώνα (%)	40	
Μέση εσωτερική σχετική υγρασία θέρους (%)	45	
Απαιτούμενος νωπός αέρας (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0,75	
Στάθμη γενικού φωτισμού (lx)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτήριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	3,6	
Ετήσια κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> .έτος))	0,91	
<b>Ετήσια κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. (m<sup>3</sup>/έτος)</b>	<b>756,2</b>	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	16,4	
Εκλυόμενη θερμότητα από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	4	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0,75	
Εκλυόμενη θερμότητα από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	2	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0,75	

Στον πίνακα 3.3.1.1. δίνονται οι επιφάνειες των επί μέρους χώρων (διαμερισμάτων, κλιμακοστασίου, κ.τ.λ.) του κτηρίου. Οι γκρι σκιαγραφήσεις αφορούν στους μη θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου.

**Πίνακας 3.3.1.2.:** Επιφάνειες θερμαινόμενων και μη θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου

Επιφάνειες επί μέρους χώρων κτηρίου σε m <sup>2</sup>				
	Χώροι κατοικιών	Κοινόχρηστοι χώροι, κλιμακοστάσια	Κατάστημα	Λεβητοστάσιο και αποθήκες
<b>Υπόγειο</b>	-	11,20		60,3
<b>Ισόγειο</b>	-	11,20	27,0	-
<b>Α΄ όροφος</b>	166,20	8,00		-
<b>Β΄ όροφος</b>	166,20	8,00		-
<b>Γ΄ όροφος</b>	166,20	8,00		-
<b>Δ΄ όροφος</b>	166,20	8,00		-
<b>Ε΄ όροφος</b>	166,20	8,00		-
<b>Δώμα</b>	-	11,20		-

### 3.3.1.1.2. Δεδομένα κτηριακού κελύφους - Γεωμετρία

Από τις όψεις του κτηρίου, μόνον η βόρεια και η νότια είναι ελεύθερες και διαθέτουν ανοίγματα. Όλα τα δομικά στοιχεία του κτηρίου που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το κλιμακοστάσιο διαθέτουν θερμομόνωση.

Στον πίνακα 3.3.1.3. δίνονται αναλυτικές περιγραφές για την κατασκευή των αδιαφανών δομικών στοιχείων του κτιρίου (φέροντος οργανισμού, τοιχοποιιών, δώματος και δαπέδου). Οι συντελεστές

θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων χώρων ελήφθησαν από τη μελέτη θερμομόνωσης του κτηρίου. Για τα δομικά στοιχεία για τα οποία δεν υπήρχαν στοιχεία, οι συντελεστές θερμοπερατότητας ελήφθησαν από τους πίνακες 3.4α. και 3.4β. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

**Πίνακας 3.3.1.3: Περιγραφή κατασκευής και θερμοπερατότητα δομικών αδιαφανών στοιχείων**

Δομικό στοιχείο	Περιγραφή κατασκευής	Συντελεστές θερμοπερατότητας
Φέρων οργανισμός κτηρίου (δοκοί, υποστυλώματα, τοιχία)	Οπλισμένο σκυρόδεμα 25 cm, με μόνωση διογκωμένη πολυστερίνη 4 cm και ασβεστοσιμεντοκονίαμα 2 cm στις δύο όψεις του δομικού στοιχείου.	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα <math>U = 0,68 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></li> <li>→ Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο <math>U = 0,64 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></li> <li>→ Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα <math>U = 3,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></li> <li>→ Σε επαφή με το έδαφος <math>U = 4,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</li> </ul>
Τοιχοποιίες πλήρωσης (οπτοπλινθοδομή)	Δικέλυφη οπτοπλινθοδομή πάχους εκάστου κελύφους 9 cm, με μόνωση διογκωμένη πολυστερίνη 3 cm, διάκενο αέρα 8 cm και ασβεστοσιμεντοκονίαμα 2 cm στις δύο όψεις της επιφάνειας.	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα <math>U = 0,62 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math></li> <li>→ Σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο <math>U = 0,59 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από τη μελέτη θερμομόνωσης)</li> <li>→ Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα <math>U = 2,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</li> </ul>
Δώμα	Οπλισμένο σκυρόδεμα 15 cm, με φράγμα υδρατμών, μόνωση διογκωμένη πολυστερίνη 6 cm, επίστρωση με φύλλο πολυαιθυλενίου, κισηρόδεμα κλίσεων 8 cm, σιμεντοκονίαμα 3 cm, στεγανοποίηση με ασφαλτόπανα και οροφοκονίαμα από ασβεστοσιμεντοκονίαμα. 2 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Σε επαφή με εξωτερικό αέρα <math>U = 0,44 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από τη μελέτη θερμομόνωσης)</li> <li>→ Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με εξωτερικό αέρα <math>U = 3,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</li> </ul>
Δάπεδο	Το δάπεδο καλύπτεται από πλακίδιο 0,5 cm, επάνω σε σιμεντοκονία 2 cm, κισηρόδεμα 8 cm, οπλισμένο σκυρόδεμα 15 cm, μόνωση διογκωμένη πολυστερίνη 6 cm και ασβεστοσιμεντοκονίαμα 2 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Σε επαφή με εξωτερικό αέρα <math>U = 0,44 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από μελέτη θερμομόνωσης)</li> <li>→ Στοιχείο χωρίς θερμομόνωση σε επαφή με έδαφος <math>U = 3,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})</math> (από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1)</li> </ul>

Οι κατακόρυφες εξωτερικές επιφάνειες είναι επιχρισμένες και ανοιχτού χρώματος. Το δώμα ως τελική στρώση φέρει ασφαλτόπανα.

Οι θερμογέφυρες του κτιρίου, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.6.), θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξηση κατά  $0,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  του συντελεστή θερμοπερατότητα των επί μέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Τα κουφώματα (αδιαφανείς επιφάνειες) που διαθέτει το κτήριο είναι τρεις βασικοί τύποι, όπως περιγράφονται στον πίνακα 3.3.1.4.

**Πίνακας 3.3.1.3:** Περιγραφή κατασκευής, θερμοπερατότητα και διαπερατότητα κουφωμάτων

Τύπος Α	Τύπος Β	Τύπος Γ
$F_f = A_f / A_w = 0,284$	$F_f = A_f / A_w = 0,273$	$F_f = A_f / A_w = 0,231$
$U_w = 4,42 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 4,37 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	$U_w = 4,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
$g_w = (1 - F_f) \times g = 0,716 \times 0,675 = 0,48$	$g_w = (1 - F_f) \times g = 0,727 \times 0,675 = 0,49$	$g_w = (1 - F_f) \times g = 0,769 \times 0,675 = 0,52$
από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30% $U_w = 4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ και $g_w = 0,48$	από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 30% $U_w = 4,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ και $g_w = 0,48$	από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 για ποσοστό πλαισίου 20% $U_w = 4,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ και $g_w = 0,54$

Το συνολικό εμβαδό για τα παράθυρα είναι  $7,80 \text{ m}^2$  και για τις μπαλκονόπορτες  $123,0 \text{ m}^2$ .

Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.26.) και είναι ίση με  $5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τις ανοιγόμενες μπαλκονόπορτες και  $6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$  για τα ανοιγόμενα παράθυρα. Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με:

$$7,80 \text{ m}^2 \times 6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) + 123,0 \text{ m}^2 \times 5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) = 705 \text{ m}^3/\text{h}$$

Στο μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου, υπάρχουν κουφώματα με ανεπαρκή αεροστεγανότητα εκτός της απόληξης του κλιμακοστασίου στο υπόγειο, όπου δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα. Συνεπώς σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 3.27.) λαμβάνεται συνολικός αερισμός ανά μονάδα όγκου του χώρου  $1,0 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$  για τους ορόφους στους οποίους υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και  $0,1 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$  για του ορόφους που δεν διαθέτουν κουφώματα. Ο συνολικός αερισμός του Μ.Θ.Χ. λαμβάνεται ίσος με:

$$11,2 \text{ m}^2 \text{ (επιφάνεια κλιμακοστασίου ανά όροφο) } \times 3 \text{ m (ύψος ορόφου) } \times 6 \text{ όροφοι } \times 1,0 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) + 11,2 \text{ m}^2 \times 2,4 \text{ m (ύψος δώματος) } \times 1 \text{ όροφος } \times 1,0 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) + 11,2 \text{ m}^2 \times 3,0 \text{ m (ύψος υπογείου) } \times 1 \text{ όροφος } \times 0,1 \text{ m}^3/(\text{m}^3 \cdot \text{h}) = 232 \text{ m}^3/\text{h}$$

Λαμβάνοντας υπόψη τις επί μέρους επιφάνειες των αδιαφανών δομικών στοιχείων, (τοιχοποιιών και σκυροδέματος, για κάθε όψη του κτηρίου και το ποσοστό του κάθε στοιχείου στην όψη,

υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών στοιχείων και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητα τους ανά όψη και προσανατολισμό. Επίσης υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων (τοιχοποιιών, σκυροδέματος και πορτών) και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητά τους για κάθε επιφάνεια των διαμερισμάτων σε επαφή με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου ανά προσανατολισμό. Στον πίνακα 3.3.1.4. δίνονται όλα τα δεδομένα των υπολογισμών για τις ισοδύναμες επιφάνειες, καθώς επίσης και τα δεδομένα για τον προσανατολισμό των επιφανειών ( $\gamma$ ), την κλίση ( $\beta$ ), την ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία ( $\alpha$ ) και την εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία ( $\epsilon$ ). Λόγω της θερμομόνωσης των δομικών αδιαφανών στοιχείων λαμβάνεται ένας μέσος συντελεστής σκίασης ίσος με 0,9 για όλες τις περιόδους.

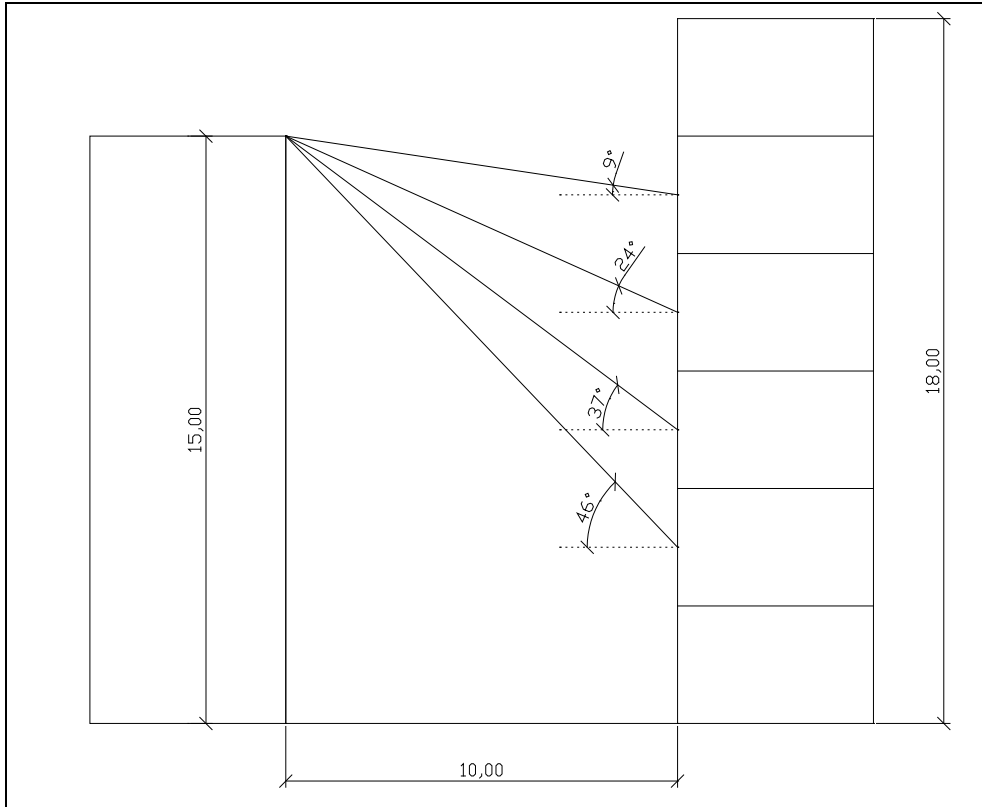
**Πίνακας 3.3.1.4:** Ισοδύναμες επιφάνειες **αδιαφανών** δομικών στοιχείων κτιρίου ανά όροφο.

	Όροφος	Επιφάνεια	A [m]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	$\gamma$	$\beta$	$\alpha$	$\epsilon$
Θερμαινόμενος Χώρος	1 <sup>ος</sup> -2 <sup>ος</sup>	Νότια	27,5	0,66	180	90	0,40	0,80
		Ανατολική	4,2	0,63	90	90	0,40	0,80
		Βόρεια	30,9	0,65	0	90	0,40	0,80
		Δυτική	5,6	0,65	270	90	0,40	0,80
		Σε επαφή με φωταγωγό	26,4	0,63	0	90	0,40	0,80
		Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	30,9	1,01	0	90	0,40	0,80
	3 <sup>ος</sup> -5 <sup>ος</sup>	Νότια	27,5	0,66	180	90	0,40	0,80
		Ανατολική	4,2	0,63	90	90	0,40	0,80
		Βόρεια	30,9	0,65	0	90	0,40	0,80
		Δυτική	40,7	0,64	270	90	0,40	0,80
		Σε επαφή με φωταγωγό	26,4	0,63	0	90	0,40	0,80
		Σε επαφή με κλιμακοστάσιο	30,9	1,01	0	90	0,40	0,80
1 <sup>ος</sup>	Δάπεδο	143,8	0,44	0	180	0,40	0,80	
6 <sup>ος</sup>	Δώμα	166,2	0,44	0	0	0,90	0,80	
Μη θερμαινόμενος Χώρος (κλιμακοστάσιο)	1 <sup>ος</sup> - 5 <sup>ος</sup>	Σε επαφή με φωταγωγό	3,6	3,40	0	90	0,40	0,80
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο δώμα	Νότια	7,0	3,85	180	90	0,40	0,80
		Ανατολική	9,2	3,13	90	90	0,40	0,80
		Βόρεια	7,0	3,40	0	90	0,40	0,80
		Δυτική	9,2	3,13	270	90	0,40	0,80
		Δώμα	8,0	3,05	0	0	0,90	0,80
	Είσοδος πολυκατοικίας	Συνολική επιφάνεια	33,6	3,35	0	90	0,40	0,80
	Απόληξη κλιμακοστασίου στο υπόγειο	Συνολική επιφάνεια	40,5	4,30	-	-	0,40	0,80
Δάπεδο		8,0	3,10	-	-	0,40	0,80	

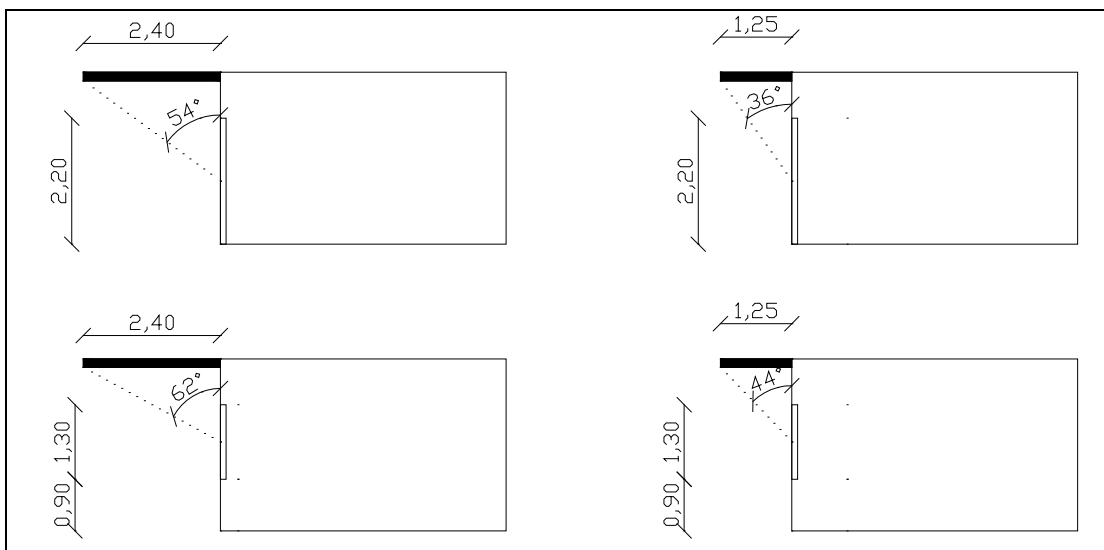
Πίνακας 3.3.1.5: Επιφάνειες διαφανών δομικών στοιχείων (κουφωμάτων) του κτηρίου ανά όροφο.

	κούφωμα	$\gamma$	A	U	$g_w$	$F_{hor\_heating}$	$F_{hor\_cooling}$	$F_{ov\_heating}$	$F_{ov\_cooling}$	$F_{fin\_heating}$	$F_{fin\_cooling}$
1ος όροφος	N1 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,58	0,43	1	1
	N2 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,58	0,43	1	1
	N3 1ος	180	0,78	4,2	0,52	0,40	0,95	0,47	0,38	1	1
	N4 1ος	180	0,78	4,2	0,52	0,40	0,95	0,69	0,52	1	1
	N5 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,76	0,60	1	1
	N6 1ος	180	3,30	4,4	0,49	0,40	0,95	0,76	0,60	1	1
	B1 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85
	B2 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
	B3 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B4 1ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
2ος όροφος	N1 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
	N2 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
	N3 2ος	180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,47	0,38	1	1
	N4 2ος	180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,69	0,52	1	1
	N5 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1
	N6 2ος	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1
	B1 2ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85
	B2 2ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
	B3 2ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B4 2ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
3ος όροφος	N1 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,58	0,43	1	1
	N2 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,58	0,43	1	1
	N3 3ος	180	0,78	4,2	0,52	0,76	1	0,47	0,38	1	1
	N4 3ος	180	0,78	4,2	0,52	0,76	1	0,69	0,52	1	1
	N5 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,76	0,60	1	1
	N6 3ος	180	3,30	4,4	0,49	0,76	1	0,76	0,60	1	1
	B1 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85
	B2 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1,0
	B3 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1,0
B4 3ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
4ος όροφος	N1 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,58	0,43	1	1
	N2 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,58	0,43	1	1
	N3 4ος	180	0,78	4,2	0,52	0,96	1	0,47	0,38	1	1
	N4 4ος	180	0,78	4,2	0,52	0,96	1	0,69	0,52	1	1
	N5 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,76	0,60	1	1
	N6 4ος	180	3,30	4,4	0,49	0,96	1	0,76	0,60	1	1
	B1 4ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85
	B2 4ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
	B3 4ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B4 4ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	
5ος όροφος	N1 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1,0	1	0,58	0,43	1	1
	N2 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,58	0,43	1	1
	N3 5ος	180	0,78	4,2	0,52	1	1	0,47	0,38	1	1
	N4 5ος	180	0,78	4,2	0,52	1	1	0,69	0,52	1	1
	N5 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,76	0,60	1	1
	N6 5ος	180	3,30	4,4	0,49	1	1	0,76	0,60	1	1
	B1 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85
	B2 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
	B3 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B4 5ος	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85	

Αντίστοιχα, για όλα τα δομικά διαφανή στοιχεία (κουφώματα) του κτηρίου εκτιμήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας, οι συντελεστές διαπερατότητας, οι συντελεστές σκίασης. Στον πίνακα 3.3.1.5, δίνονται όλα τα απαιτούμενα δεδομένα για τους υπολογισμούς που σχετίζονται με τα κουφώματα του κτηρίου ανά προσανατολισμό και όροφο, συμπεριλαμβανομένων και των συντελεστών σκίασης. Ιδιαίτερα για τον υπολογισμό των συντελεστών σκίασης υπολογίστηκαν οι γωνίες θέασης από τα παράπλευρα κτήρια, τους προβόλους και τα πλευρικά σκίαστρα όπως δίνονται στα σχήματα που ακολουθούν.

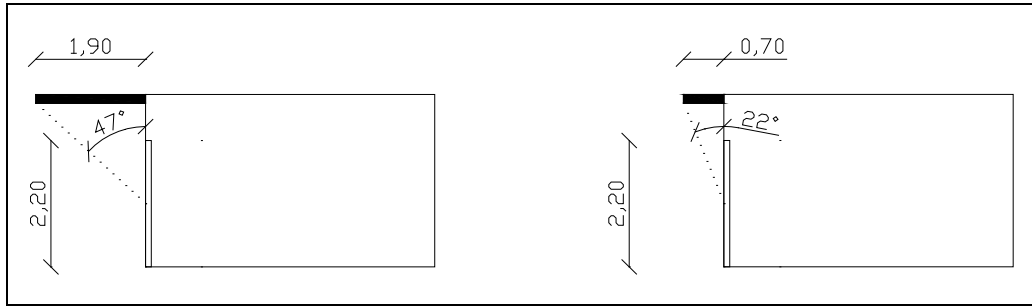


Σχήμα 3.3.1.2. Γωνίες σκίασης νότιας όψης από μακρινά εμπόδια

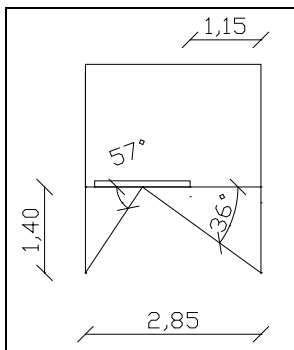


Σχήμα 3.3.1.3. Γωνίες σκίασης νότιας όψης από πρόβολο





Σχήμα 3.3.1.4. Γωνίες σκίασης βόρειας όψης από πρόβολο



Σχήμα 3.3.1.5. Γωνίες σκίασης βόρειου ανοίγματος από τα πλάγια.

### 3.3.1.1.3. Δεδομένα ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

**Σύστημα θέρμανσης.** Οι ενεργειακές απαιτήσεις για τη θέρμανση χώρων του κτηρίου, καλύπτονται από μια κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης, η οποία αποτελείται από:

- μονάδα λέβητα - καυστήρα πετρελαίου σε θερμοκρασία λειτουργίας 85/70°C,
- κεντρικό δισωλήνιο δίκτυο διανομής με μόνωση πάχους 6 mm, μικρότερη δηλαδή από την ελάχιστη απαιτούμενη σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακας 4.7.),
- σώματα καλοριφέρ ως τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας,
- έναν κυκλοφορητή για την κυκλοφορία του θερμού νερού στο δίκτυο διανομής.

Η θερμική ισχύς του λέβητα - καυστήρα, σύμφωνα με την ανάλυση καυσαερίων εκτιμήθηκε και είναι σχεδόν ίδια με αυτήν του κατασκευαστή και ίση με 95.000 kcal/h ή 110 kW. Στο φύλλο ελέγχου ανάλυσης καυσαερίων η θερμική απόδοση του λέβητα - καυστήρα μετρήθηκε σε  $\eta_{gm} = 88\%$ . Για τον έλεγχο υπερδιαστασιολόγησης (χρειάζεται για τον καθορισμό του συντελεστή  $\eta_{g1}$ ) εφαρμόζεται η σχέση 4.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, για τον προσδιορισμό της μέγιστης υπολογιζόμενης θερμικής ισχύος της μονάδας θέρμανσης του κτηρίου.

$$P_{gen} = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 1,8$$

όπου:

- A σε  $m^2$ , είναι η συνολική πραγματική εξωτερική επιφάνεια του κτηριακού κελύφους (τοίχοι, ανοίγματα, οροφές, πυλωτή), σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, το έδαφος και τους Μ.Θ.Χ. Για το υπό μελέτη κτήριο  $A = 1516 m^2$ .
- $U_m = 0,95 W/(m^2 \cdot K)$ , ο μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας για το σύνολο της επιφάνειας A, για την περιοχή της Θεσσαλονίκης, βάσει του παλαιού Κ.Θ.Κ.

- ΔΤ σε °C η διαφορά της θερμοκρασίας για τη διαστασιολόγηση του συστήματος, για τη Θεσσαλονίκη 23°C (Γ κλιματική ζώνη) και
- 1,8 συνολικός συντελεστής προσαύξησης, λόγω αερισμού, διακοπτόμενης λειτουργίας, απωλειών δικτύου διανομής, επιτάχυνση της απόδοσης του συστήματος κ.τ.λ.

Η μέγιστη θερμική ισχύς του λέβητα  $P_{gen}$  υπολογίστηκε ότι θα έπρεπε να είναι στα 60 kW, δηλαδή περίπου 46% μικρότερη από την πραγματική εγκατεστημένη ισχύ του λέβητα. Ο λόγος  $P_m/P_{gen}$  είναι περίπου 1,83 και ο συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης  $n_{g1}=0,75$  (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, πίνακας 4.3.). Αντίστοιχα, ο συντελεστής  $n_{g2}$  (κατάσταση λέβητα) λαμβάνεται  $n_{g2}=1$  (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, πίνακας 4.4.), δεδομένου ότι ο λέβητας βρίσκεται σε σχετικά καλή κατάσταση. Κατά συνέπεια ο συνολικός βαθμός θερμικής απόδοσης της μονάδας λέβητα - καυστήρα υπολογίζεται ως εξής:

$$n_{ge} = n_{gm} \times n_{g1} \times n_{g2} = 0,88 \times 0,75 \times 1 = \mathbf{0,66 (66,0\%)}$$

Η τελική πραγματική συνολική θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής του κτηρίου θα είναι ίση με την πραγματική (εκτιμώμενη από την ανάλυση καυσαερίων) θερμική ισχύ του λέβητα 110 kW, μειωμένη κατά το γινόμενο των μειωτικών συντελεστών, ως εξής:

$$n_g = n_{g1} \times n_{g2} = 0,75$$

οπότε η θερμική ισχύς του δικτύου διανομής θα είναι  $110 \text{ kW} \times 0,75 = 82,5 \text{ kW}$ , τόσο για το υπό εξέταση κτήριο, όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Το δίκτυο διανομής αποτελείται από 12 ζεύγη (παροχή / επιστροφή) κατακόρυφων στηλών που ξεκινούν ή καταλήγουν στους δύο κεντρικούς συλλέκτες (κολεκτέρ) παροχής και επιστροφής του θερμού νερού και μετά το ισόγειο διέρχονται μέσα από τους εσωτερικούς θερμαινόμενους χώρους του κτηρίου (διαμερίσματα). Επιμερίζοντας την ισχύ, η συνολική πραγματική θερμική ισχύς που μεταφέρεται από κάθε κατακόρυφη στήλη παροχής είναι σχεδόν ομοιόμορφη και περίπου ίση με 7 kW. Η θερμομόνωση των κατακόρυφων σωλήνων, καθώς και των οριζόντιων είναι ανεπαρκής σε σχέση με τις απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. Από τον πίνακα 4.11. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, για θερμική ισχύ περίπου 7 kW και υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας του συστήματος, προκύπτει ποσοστό θερμικών απωλειών δικτύου διανομής 11,0% ή αλλιώς θερμική απόδοση 0,89.

Από τη σχετική ενότητα 4.1.2. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, λαμβάνεται απόδοση εκπομπής  $n_{em}$  σωματιών καλοριφέρ, τοποθετημένα σε εξωτερικό τοίχο ίση με 0,89. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω στη σχέση 4.7. της ίδιας τεχνικής οδηγίας:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{rad} \cdot f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

για  $f_{rad} = 1,00$  (εγκατάσταση σε ύψος μικρότερο από 4 m),

$f_{im} = 0,97$  (για διακοπτόμενη λειτουργία) και

$f_{hydr} = 1,03$  (σύστημα εκτός υδραυλικής ισορροπίας),

υπολογίστηκε η βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων  $n_{em,t} = 0,89$ .

Τα βοηθητικά συστήματα της εγκατάστασης θέρμανσης είναι ο κυκλοφορητής με ηλεκτρική ισχύ 0,5 kW και ο καυστήρας με ηλεκτρική ισχύ 0,02 kW. Οι υπόλοιπες διατάξεις αυτοματισμών και θερμοστατικού ελέγχου θεωρείται ότι καταναλώνουν αμελητέα ηλεκτρική ενέργεια.

Στον πίνακα 3.3.1.6. δίνονται συνοπτικά τα δεδομένα της εγκατάστασης θέρμανσης, που είναι απαιτούμενα για τους υπολογισμούς.

Στον πίνακα 3.3.1.6. δίνονται συνοπτικά τα δεδομένα της εγκατάστασης θέρμανσης, που είναι απαιτούμενα για τους υπολογισμούς.

**Πίνακας 3.3.1.6:** Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης.

<b>Σύστημα θέρμανσης κατοικιών</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής θερμότητας</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής θερμότητας: Λέβητας-Καυστήρας											
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας: <b>110 kW</b>											
Θερμική απόδοση μονάδας (%): <b>66,0%</b>											
Είδος καυσίμου: πετρέλαιο											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒΡ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠΤ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕΜ	1	ΔΕΚ	1
Κόστος επέμβασης για αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης (ευρώ/m <sup>2</sup> ):											
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Θερμική ισχύ που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): 82,5 /12 κλάδοι ≈ <b>7 kW</b>											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι περισσότερο από 20% <input type="checkbox"/>											
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής: 85 (°C)											
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής: 70 (°C)											
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής: <b>0,89</b> (100% - 11,0% απώλειες =89,0%)											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς : ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων: σώματα καλοριφέρ											
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων: <b>0,89</b> (άμεση απόδοση σε εξωτερικό τοίχο)											
<b>Βοηθητική ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων			Αριθμός συστημάτων			Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)					
Κυκλοφορητής			1			<b>0,50</b>					
Καυστήρας			1			<b>0,02</b>					
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων : 75 (%) του χρόνου λειτουργίας του κτηρίου											

**Σύστημα ψύξης.** Στις κατοικίες του κτηρίου υπάρχουν αυτόνομες τοπικές αντλίες θερμότητας, δύο σε κάθε διαμέρισμα με ψυκτική ισχύ 12.000 btu/h έκαστη (3,52 kW), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης (διαμερισμάτων). Το σύνολο της εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος είναι:  $2 \times 3,52 \times 10 = 70,4 \text{ kW}_{th}$ .

Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν τεχνικά χαρακτηριστικά και προδιαγραφές για τις μονάδες, ο δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας των αντλιών θερμότητας λαμβάνεται  $EER = 1,5$ , όπως καθορίζεται στην παράγραφο 4.2.2.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, για υφιστάμενες τοπικές αερόψυκτες αντλίες θερμότητας 20-ετίας.

Επειδή δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής ψύξης, δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής, ενώ από τον πίνακα 4.1.4. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 λαμβάνεται απόδοση τερματικών μονάδων 0,93. Εφαρμόζοντας τα παραπάνω στη σχέση 4.8. της ίδιας τεχνικής οδηγίας:

$$n_{em,t} = \frac{n_{em}}{f_{im} \cdot f_{hydr}}$$

για  $f_{im} = 1$  (για συνεχή λειτουργία )

και  $f_{hydr} = 1$  (σύστημα με υδραυλική ισορροπίας),

υπολογίστηκε ο βαθμός απόδοσης των τερματικών μονάδων  $n_{em,t} = 0,93$ .

Βοηθητικά συστήματα δεν υπάρχουν, καθώς πρόκειται για τοπικές μονάδες ψύξης που δεν απαιτούν για τη λειτουργία τους άλλα συστήματα.

Στον πίνακα 3.3.1.7. δίνονται συνοπτικά τα δεδομένα της μονάδας ψύξης, που είναι απαιτούμενα για τους υπολογισμούς. Το ποσοστό κάλυψης του φορτίου ψύξης είναι 0,5 για όλους του μήνες της θερινής περιόδου.

**Πίνακας 3.3.1.7: Τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης.**

<b>Σύστημα ψύξης κατοικιών</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής ψύξης</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής ψύξης: τοπικές αντλίες θερμότητας συνολικής ισχύος <b>70,4 kW</b>											
Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER: <b>1,5</b>											
Είδος καυσίμου: Ηλεκτρικό ρεύμα											
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου της θερμικής ζώνης από το σύστημα (%):											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒΡ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙΟΣ	0	ΙΟΥΝ	0,5
ΙΟΥΛ	0,5	ΑΥΓ	0,5	ΣΕΠΤ	0,5	ΟΚΤ	0	ΝΟΕΜ	0	ΔΕΚ	0
<b>Δίκτυο διανομής ψύξης</b>											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW): Δεν υπάρχει κεντρικό δίκτυο διανομής											
Χώρος διέλευσης: Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/> Εξωτερικοί χώροι περισσότερο από 20% <input type="checkbox"/>											
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής: <b>1 (100%)</b>											
Ύπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς: ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input type="checkbox"/> (δεν υπάρχουν αεραγωγοί)											
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων: τοπικές αντλίες θερμότητας											
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων: <b>0,93 (93,0%)</b>											
<b>Βοηθητική ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			

**Σύστημα παραγωγή Ζ.Ν.Χ.** Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, χρησιμοποιούνται τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες, 80ℓ, ένας σε κάθε διαμέρισμα του κτηρίου. Η θερμική ισχύς των θερμαντήρων είναι 4 kW<sub>el</sub> έκαστος. Βάσει της παρ. 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 τα τεχνικά χαρακτηριστικά των θερμαντήρων είναι τα εξής:

- Η θερμική ισχύς των μονάδων είναι συνολικά 40 kW.
- Η θερμική απόδοση των μονάδων παραγωγής (ηλεκτρικοί θερμαντήρες) είναι 100%.
- Το ποσοστό κάλυψης φορτίου για Ζ.Ν.Χ. υπολογίζεται 100% για όλους του μήνες.
- Ο βαθμός απόδοσης για μονάδες χωρίς δίκτυο διανομής υπολογίζεται 100% (δεν υπάρχει δίκτυο).
- Οι απώλειες του δοχείου αποθήκευσης είναι μόνο πλευρικές και λαμβάνονται 2%, άρα ο θερμικός βαθμός απόδοσης (αποθήκευσης) είναι 0,98.
- Το κτήριο δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες.

**Διατάξεις αυτόματου ελέγχου.** Το κτήριο δεν διαθέτει αυτονομία θέρμανσης λόγω του δισωληνίου συστήματος, ούτε διατάξεις αντιστάθμισης μερικών φορτίων, αλλά ούτε και θερμοστάτες χώρων. Λόγω μη ύπαρξης των βασικών διατάξεων αυτόματου ελέγχου στο σύστημα θέρμανσης, κατατάσσεται στην κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου Δ και κατά συνέπεια (σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010) όλο το διαμέρισμα θα ανήκει στην κατηγορία Δ.

### 3.3.1.2. Υπολογισμοί και αποτελέσματα - Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου

Με την χρήση του λογισμικού TEE-KENAK έκδοση 1.28.1.70. έγιναν οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του κτηρίου της πολυκατοικίας, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Στον πίνακα 3.3.1.8. δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων τόσο για το εξεταζόμενο κτήριο πολυκατοικίας, όσο και για το κτήριο αναφοράς. Συγκρίνοντας τα δεδομένα, παρατηρεί κανείς ότι οι απαιτήσεις για θέρμανση είναι περίπου 52% περισσότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή θερμομόνωση του κτηρίου σε σχέση με αυτήν του κτηρίου αναφοράς. Αντίστοιχα, οι απαιτήσεις για

ψύξη των χώρων του εξεταζόμενου κτηρίου είναι περίπου 12% λιγότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται στη καλύτερη σκίαση του εξεταζόμενου κτηρίου.

**Πίνακας 3.3.1.8.** Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης του πραγματικού κτηρίου της πολυκατοικίας και του αντίστοιχου κτηρίου αναφοράς.

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
<b>Εξεταζόμενο κτήριο</b>													
Θέρμανση	10,9	7,8	4,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	3,8	9,0	37,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	11,5	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	29,9
Ζεστό νερό χρήσης	3,0	2,7	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	35,5
<b>Κτήριο αναφοράς</b>													
Θέρμανση	7,6	5,3	3,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	6,2	24,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	12,7	11,7	0,0	0,0	0,0	0,0	34,2
Ζεστό νερό χρήσης	3,0	2,7	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	3,0	2,9	3,0	2,9	3,0	35,5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ.), δίνονται στον πίνακα 3.3.1.9. Στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

**Πίνακας 3.3.1.9.** Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	20,7	14,9	9,3	1,8	0	0	0	0	0	0,3	7,3	17,2	71,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0	3,2	4,5	4,1	0	0	0	0	11,8
Ζ.Ν.Χ.	3,1	2,8	3,1	3	3,1	3	3,1	3,1	3	3,1	3	3,1	36,2
Ηλιακή ενέργεια για Ζ.Ν.Χ.	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>23,7</b>	<b>17,7</b>	<b>12,4</b>	<b>4,8</b>	<b>3,1</b>	<b>6,1</b>	<b>7,6</b>	<b>7,2</b>	<b>3</b>	<b>3,4</b>	<b>10,3</b>	<b>20,2</b>	<b>119</b>

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων που καταναλώνει το κτήριο, δίνονται στον πίνακα 3.3.1.10. και στην περίπτωση του εξεταζόμενου κτηρίου είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

**Πίνακας 3.3.1.10.** Κατανάλωση ανά καύσιμο.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	50,6
Πετρέλαιο	68,9
<b>Σύνολο</b>	<b>119,5</b>

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του κτηρίου πολυκατοικίας δίνονται στον πίνακα 3.3.1.11. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση των χώρων του κτηρίου είναι υπερδιπλάσια από αυτήν του κτηρίου αναφοράς και εκτός από το γεγονός ότι έχει μεγαλύτερη απαίτηση θερμικής ενέργειας οφείλεται και στο χαμηλό βαθμό θερμικής απόδοσης του συστήματος θέρμανσης. Όσον αφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του κτηρίου, αυτή είναι

σχεδόν διπλάσια σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς και αυτό οφείλεται κυρίως στην πολύ χαμηλή απόδοση της τοπικής αντλίας θερμότητας. Η μεγάλη διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το Ζ.Ν.Χ. του κτηρίου σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς, οφείλεται στο γεγονός ότι το εξεταζόμενο κτήριο δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες. Η κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας για το Ζ.Ν.Χ. επιβαρύνει σημαντικά το κτήριο όσον αφορά στην τελική ενεργειακή του κατάσταση.

**Πίνακας 3.3.1.11.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

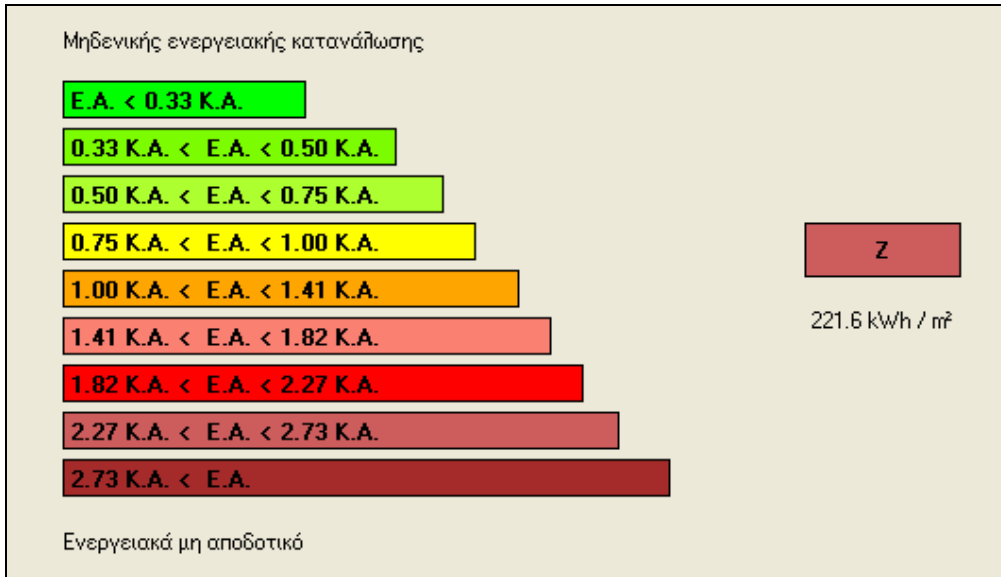
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	34,3	82,2
Ψύξη	17,8	34,2
Ζ.Ν.Χ.	41,3	105,2
Φωτισμό	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>93,4</b>	<b>221,6</b>

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και οι εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 3.3.1.12. και στο εξεταζόμενο κτήριο είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο. Είναι εμφανές ότι τα μεγάλα ηλεκτρικά φορτία του κτηρίου κυρίως λόγω του Ζ.Ν.Χ. αυξάνουν σημαντικά την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας που είναι υπερδιπλάσια σε σχέση με του κτηρίου αναφοράς.

**Πίνακας 3.3.1.12.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο .

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	146,2	50,0
Πετρέλαιο	75,4	18,2
<b>Σύνολο</b>	<b>221,6</b>	<b>68,2</b>

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (από τον πίνακα 3.3.1.11.), το κτήριο ανήκει στην κατηγορία **Z** (σχήμα 3.3.1.6.). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το κτήριο δεν πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ., και κατά συνέπεια το κτηριακό του κέλυφος και οι Η/Μ εγκαταστάσεις μπορούν να βελτιωθούν συγκρινόμενες με του κτηρίου αναφοράς.



Σχήμα 3.3.1.6. Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου πολυκατοικίας.

### 3.3.1.3. Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης. Οικονομική αξιολόγηση

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των υπολογισμών, οι επεμβάσεις που θα πρέπει να γίνουν για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου είναι οι ακόλουθες, σε σχέση πάντα με τη βαρύτητα της κάθε χρήσης στην τελική κατανάλωση ενέργειας:

- Αντικατάσταση των ηλεκτρικών θερμαντήρων με άλλο σύστημα παραγωγής Ζ.Ν.Χ. (αερίου, πετρελαίου κ.ά.) ή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.
- Αντικατάσταση της μονάδας λέβητα - καυστήρα με άλλον χαμηλότερης θερμικής ισχύος ή πολυβάθμια μονάδα.
- Περαιτέρω μόνωση του κελύφους σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και αντικατάσταση των κουφωμάτων με άλλα ενεργειακά αποδοτικότερα.

Στο πίνακα 3.3.1.13. δίνονται συγκριτικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των σεναρίων εξοικονόμησης ενέργειας όπως προέκυψαν από τους υπολογισμούς, προκειμένου να είναι οικονομικά βιώσιμα. Αυτά είναι:

- Σενάριο 1<sup>ο</sup>: Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη των αναγκών Ζ.Ν.Χ. συνολικής επιφάνειας 30 m<sup>2</sup>, με κλίση 40<sup>ο</sup> και νότιο προσανατολισμό και συντελεστή ηλιακής αξιοποίησης 0,3.
- Σενάριο 2<sup>ο</sup>: Αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα με καύσιμο φυσικού αερίου, πολυβάθμιο με θερμικό βαθμό απόδοσης (0,93) και με ταυτόχρονη κάλυψη της παραγωγής Ζ.Ν.Χ. μέσω κεντρικού δικτύου διανομής (με επαρκή θερμομόνωση). Επίσης εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη Ζ.Ν.Χ., σύμφωνα με τα ως άνω τεχνικά χαρακτηριστικά.
- Σενάριο 3<sup>ο</sup>: Τοποθέτηση επιπλέον θερμομόνωσης στο κτηριακό κέλυφος σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. Επιπλέον, όλες οι επεμβάσεις του 2<sup>ο</sup> σεναρίου, δηλαδή αντικατάσταση λέβητα - καυστήρα με καύσιμο φυσικού αερίου πολυβάθμιο με ταυτόχρονη κάλυψη του Ζ.Ν.Χ. και εγκατάσταση ηλιακού συλλέκτη για την κάλυψη Ζ.Ν.Χ.

**Πίνακας 3.3.1.13.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας σε επεμβάσεις εξοικονόμησης.

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Θέρμανση	34,3	82,2	82,2	57,4	49,7
Ψύξη	17,8	34,2	34,2	34,2	33,3
Z.N.X.	41,3	105,2	75,8	32,8	32,8
Φωτισμό	0	0	0	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	93,4	221,6	192,2	124,4	115,7
		Z	E	Γ	Γ
	<b>Οικονομικά Δεδομένα</b>				
<b>Κόστος εγκατάστασης (ευρώ)</b>			6.000	21.000	65.410
<b>Περίοδος αποπληρωμής (έτη)</b>			6.3	5,5	14,8
<b>Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)</b>			13,2	43,8	47,8

Από τα αποτελέσματα των υπολογισμών φαίνεται ότι όλες οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας είναι αποτελεσματικές, οικονομικά βιώσιμες και επιφέρουν σημαντικές βελτιώσεις στην ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

- Με την εφαρμογή του πρώτου σεναρίου, δηλαδή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, η ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου βελτιώνεται και ανέρχεται στην ενεργειακή κατηγορία E με κόστος επένδυσης 6.000 ευρώ (200 ευρώ/m<sup>2</sup> ηλιακού συλλέκτη) και περίοδο αποπληρωμής 6,3 έτη.
- Με την εφαρμογή του δεύτερου σεναρίου, ενώ το αρχικό κόστος ανεβαίνει στα 21.000 ευρώ (200 ευρώ/m<sup>2</sup> ηλιακού συλλέκτη και 15.000 ευρώ για λέβητα φυσικού αερίου και σωλήνες Z.N.X.), η περίοδος αποπληρωμής μειώνεται στα 5,5 έτη, καθώς η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ανέρχεται σε 43,8%.
- Τέλος, με την εφαρμογή του τρίτου σεναρίου, παρόλο που το αρχικό κόστος είναι πολύ υψηλό (65.410 ευρώ), η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας αυξάνεται λίγο σε σχέση με του δεύτερου σεναρίου σε 47,8% αλλά και πάλι επιτυγχάνεται απόσβεση περίπου σε 15 έτη.



### 3.3.2. Ενεργειακή επιθεώρηση σε διαμέρισμα της πολυκατοικίας

Αυτό το παράδειγμα, αφορά στην ενεργειακή επιθεώρηση τμήματος κτηρίου της ως άνω πολυκατοικίας και συγκεκριμένα του διαμερίσματος του 2<sup>ου</sup> ορόφου, το οποίο βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του κτηρίου (σχήμα 3.3.1.1.). Στην περιγραφή του διαμερίσματος στις επόμενες ενότητες δίνονται συνοπτικά όλα τα δεδομένα που απαιτούνται για τους υπολογισμούς.

#### 3.3.2.1. Περιγραφή κτηρίου και δεδομένα υπολογισμών.

Το διαμέρισμα έχει δύο όψεις ελεύθερες, βόρεια και νότια, ενώ η δυτική του όψη είναι ελεύθερη κατά ένα μικρό τμήμα της, καθώς το μεγαλύτερο τμήμα της εφάπτεται με παράπλευρο κτήριο. Η ανατολική πλευρά του διαμερίσματος βρίσκεται στο μεγαλύτερο μέρος της σε επαφή με το ανατολικό διαμέρισμα του ίδιου ορόφου, το φωταγωγό, καθώς και με το μη θερμαινόμενο χώρο του κλιμακοστασίου (σχήμα 3.3.1.1.).

##### 3.3.2.1.1. Γενικά δεδομένα διαμερίσματος - Συνθήκες λειτουργίας

Όλοι οι χώροι του διαμερίσματος θεωρούνται θερμαινόμενοι και για τους υπολογισμούς καθορίζεται ως μία ενιαία θερμική ζώνη. Το κλιμακοστάσιο είναι ο μόνος μη θερμαινόμενος χώρος που εφάπτεται με το διαμέρισμα. Κατά απλοποιητική παραδοχή το κλιμακοστάσιο μπορεί να θεωρηθεί εξωτερικός χώρος και να μη οριστεί ως θερμαινόμενος χώρος, αλλά η διαχωριστική επιφάνειά του προς το διαμέρισμα να θεωρηθεί ως εξωτερικό δομικό στοιχείο του διαμερίσματος προς τον εξωτερικό αέρα, με συντελεστή θερμοπερατότητας μειωμένο κατά το ήμισυ και μηδενικούς συντελεστές σκίασης. Τα γενικά γεωμετρικά δεδομένα του διαμερίσματος είναι:

Αριθμός ορόφων:	ένας		
Συνολική επιφάνεια (m <sup>2</sup> ) κτηρίου	80,50	Συνολικός όγκος κτηρίου (m <sup>3</sup> )	242,00
Θερμαινόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	80,50	Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	242,00
Ψυχόμενη επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	40,25	Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	121,00
Μέσο ύψος τυπικού ορόφου (m)	3,00	Ύψος ισογείου (m)	

Στον πίνακα 3.3.1.1. δίνονται τα δεδομένα της πολυκατοικίας για το προφίλ λειτουργίας, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, αερισμό, φωτισμό κ.ά.) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1, τα οποία είναι ακριβώς τα ίδια και για το διαμέρισμα, εκτός από την κατανάλωση Ζ.Ν.Χ. που είναι **73,3 (m<sup>3</sup>/έτος)**.

Η συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια δαπέδου του διαμερίσματος είναι 80,5 m<sup>2</sup>.

##### 3.3.2.1.2. Δεδομένα κτηριακού κελύφους διαμερίσματος - Γεωμετρία

Όλα τα δομικά στοιχεία του διαμερίσματος που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, καθώς και τα δομικά στοιχεία που έρχονται σε επαφή με το κλιμακοστάσιο διαθέτουν θερμομόνωση.

Στον πίνακα 3.3.1.3. δίνονται αναλυτικές περιγραφές για την κατασκευή των αδιαφανών δομικών στοιχείων του διαμερίσματος (φέροντος οργανισμού, τοιχοποιιών, δώματος και δαπέδου), καθώς και τα θερμοφυσικά τους χαρακτηριστικά. Για τα δομικά στοιχεία για τα οποία δεν υπήρχαν στοιχεία οι συντελεστές θερμοπερατότητας ελήφθησαν από τους πίνακες 3.4α. και 3.4β. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1.

Οι θερμογέφυρες του διαμερίσματος, σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακα 3.6.), θα ληφθούν υπόψη ως προσαύξηση κατά 0,10 W/(m<sup>2</sup>·K) του συντελεστή θερμοπερατότητα των επί μέρους αδιαφανών δομικών στοιχείων.

Τα κουφώματα (αδιαφανείς επιφάνειες) που διαθέτει το κτήριο είναι τρεις βασικοί τύποι, όπως περιγράφονται στον πίνακα 3.3.1.4.

Το συνολικό εμβαδό για τα παράθυρα είναι 0,78 m<sup>2</sup> και για τις μπαλκονόπορτες 12,3 m<sup>2</sup>. Η διείσδυση του αέρα από χαραμάδες λαμβάνεται από την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 (πίνακα 3.26.) και είναι ίση με 5,3 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) για τις ανοιγόμενες μπαλκονόπορτες και 6,8 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) για τα ανοιγόμενα παράθυρα. Συνολικά προκύπτει ότι η διείσδυση του αέρα από τις χαραμάδες ισούται με:

$$0,780 \text{ m}^2 \times 6,8 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) + 12,3 \text{ m}^2 \times 5,3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) = 70,5 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Λαμβάνοντας υπόψη τις επί μέρους επιφάνειες των αδιαφανών δομικών στοιχείων για κάθε όψη του διαμερίσματος και το ποσοστό του κάθε στοιχείου στην όψη, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών στοιχείων και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητα τους ανά όψη. Επίσης υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων (τοιχοποιιών, σκυροδέματος και πορτών) και η μέση σταθμισμένη θερμοπερατότητα τους για την επιφάνεια του διαμερίσματος σε επαφή με το κλιμακοστάσιο που λαμβάνεται πλέον ως εξωτερικό περιβάλλον. Στον πίνακα 3.3.2.1. δίνονται όλα τα δεδομένα των υπολογισμών για τις ισοδύναμες επιφάνειες του διαμερίσματος, καθώς επίσης και δεδομένα για τον προσανατολισμό των επιφανειών (γ), την κλίση (β), την ανακλαστικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία (α) και την εκπομπή στη θερμική ακτινοβολία (ε). Λόγω της θερμομόνωσης των δομικών αδιαφανών στοιχείων λαμβάνεται ένας μέσος συντελεστής σκίασης ίσος με 0,9 για όλες τις περιόδους.

**Πίνακας 3.3.2.1. Ισοδύναμες επιφάνειες αδιαφανών δομικών στοιχείων διαμερίσματος.**

Επιφάνεια διαμερίσματος	A [m]	U [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	γ	β	α	ε
Νότια	27,5	0,66	180	90	0,40	0,80
Ανατολική	4,2	0,63	90	90	0,40	0,80
Βόρεια	30,9	0,65	0	90	0,40	0,80
Δυτική	5,6	0,65	270	90	0,40	0,80
Σε επαφή με φωταγωγό	13,2	0,63	0	90	0,40	0,80
Σε επαφή με κλιμακοστάσιο, που θεωρείται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	15,2	0,5 (1,01/2)	0	90	0	0

Η επιφάνεια του διαμερίσματος που εφάπτεται με το κλιμακοστάσιο λαμβάνεται ως επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα και με συντελεστή θερμοπερατότητας μειωμένο κατά το ήμισυ. Γι' αυτό το λόγο δεν ορίζεται πουθενά το κλιμακοστάσιο ως Μ.Θ.Χ., καθώς και η επιφάνεια αυτή ως διαχωριστική.

Αντίστοιχα, για όλα τα δομικά διαφανεί στοιχεία (κουφώματα) του διαμερίσματος εκτιμήθηκαν οι συντελεστές θερμοπερατότητας, οι συντελεστές διαπερατότητας και οι συντελεστές σκίασης. Στον πίνακα 3.3.2.2. δίνονται όλα τα απαιτούμενα δεδομένα για τους υπολογισμούς που σχετίζονται με τα κουφώματα του διαμερίσματος, ανά προσανατολισμό, συμπεριλαμβανομένων και των συντελεστών σκίασης. Ιδιαίτερα για τον υπολογισμό των συντελεστών σκίασης υπολογίστηκαν οι γωνίες θέασης από τα παράπλευρα κτήρια, τους προβόλους και πλευρικά σκίαστρα όπως δίνονται στα σχήματα που ακολουθούν.

**Πίνακας 3.3.2.2:** Επιφάνειες διαφανών δομικών στοιχείων (κουφωμάτων) του διαμερίσματος του 2<sup>ου</sup> ορόφου.

Κουφώματα	γ	A	U	g <sub>w</sub>	F <sub>hor_heating</sub>	F <sub>hor_cooling</sub>	F <sub>ov_heating</sub>	F <sub>ov_cooling</sub>	F <sub>fin_heating</sub>	F <sub>fin_cooling</sub>
N1	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
N2	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,58	0,43	1	1
N3	180	0,78	4,2	0,52	0,49	0,98	0,47	0,38	1	1
N6	180	3,30	4,4	0,49	0,49	0,98	0,76	0,60	1	1
B1	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,83	0,86	1	1
B2	0	2,85	4,4	0,48	1	1	0,65	0,69	1	0,85

### 3.3.2.1.3. Δεδομένα ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων.

**Σύστημα θέρμανσης.** Οι ενεργειακές απαιτήσεις για τη θέρμανση χώρων του διαμερίσματος, καλύπτονται από την ίδια κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης του κτηρίου. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης που εκτιμήθηκαν για την πολυκατοικία (στον πίνακα 3.3.1.6.) παραμένουν τα ίδια (θερμική απόδοση λέβητα, δικτύου διανομής και τερματικών μονάδων) και για την περίπτωση υπολογισμών του διαμερίσματος, με μοναδική εξαίρεση την ηλεκτρική ισχύ των βοηθητικών συστημάτων, η οποία επιμερίζεται με βάση τα χιλιοστά θέρμανσης ( $80,5/988 = 0,081$ ) και είναι ίση με 0,042 kW.

**Σύστημα ψύξης.** Στο διαμέρισμα υπάρχουν δύο τοπικές αντλίες θερμότητας με ψυκτική ισχύ 12.000 btu/h έκαστη (3,52 kW), οι οποίες καλύπτουν περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης (δηλαδή του διαμερίσματος στο σύνολό του). Το σύνολο της εγκατεστημένης ψυκτικής ισχύος είναι :  $2 \times 3,52 = 7,04 \text{ kW}_{th}$ . Όλα τα άλλα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του διαμερίσματος είναι ίδια με αυτά του κτηρίου (στον πίνακα 3.3.1.7.).

**Σύστημα παραγωγή Ζ.Ν.Χ.** Για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, στο διαμέρισμα χρησιμοποιείται ένας τοπικός ηλεκτρικός θερμαντήρας, 80 ℓ. Η θερμική ισχύς των θερμαντήρων είναι 4 kW<sub>el</sub>. Βάσει της παρ. 4.8.3. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1 τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής Ζ.Ν.Χ. που χρησιμοποιούνται στους υπολογισμούς είναι τα εξής:

- Η θερμική ισχύς του θερμαντήρα είναι 4 kW.
- Η θερμική απόδοση του θερμαντήρα είναι 100%.
- Το ποσοστό κάλυψης φορτίου για Ζ.Ν.Χ. είναι 100% για όλους του μήνες.
- Ο βαθμός απόδοσης για μικρό τοπικό δίκτυο διανομής είναι 100%.
- Οι απώλειες του δοχείου αποθήκευσης είναι μόνο πλευρικές και λαμβάνονται 2%, άρα ο θερμικός βαθμός απόδοσης (αποθήκευσης) είναι 0,98.
- Το διαμέρισμα δεν διαθέτει ηλιακούς συλλέκτες.

**Διατάξεις αυτόματου ελέγχου.** Το διαμέρισμα δεν διαθέτει αυτονομία θέρμανσης (δισωλήνιο σύστημα) και θερμοστάτη χώρου, καθώς η πολυκατοικία δεν διαθέτει διατάξεις αντιστάθμισης μερικών φορτίων. Λόγω μη ύπαρξης των βασικών διατάξεων αυτόματου ελέγχου στο σύστημα θέρμανσης, κατατάσσεται στην κατηγορία διατάξεων αυτόματου ελέγχου Δ και κατά συνέπεια (σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010) όλο το διαμέρισμα θα ανήκει στην κατηγορία Δ.

### 3.3.2.2. Υπολογισμοί και αποτελέσματα. Ενεργειακή κατάταξη διαμερίσματος

Με τη χρήση του λογισμικού έγιναν και οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση του διαμερίσματος, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Στον πίνακα 3.3.2.3. δίνονται τα απαιτούμενα φορτία για τη θέρμανση και την ψύξη των χώρων, τόσο για το εξεταζόμενο τμήμα κτηρίου (διαμέρισμα), όσο και για το κτήριο αναφοράς. Συγκρίνοντας τα δεδομένα, παρατηρεί κανείς ότι οι απαιτήσεις για θέρμανση του διαμερίσματος είναι περίπου 45% περισσότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται κυρίως στην ανεπαρκή θερμομόνωση

του διαμερίσματος σε σχέση με αυτήν του κτηρίου αναφοράς. Αντίστοιχα, οι απαιτήσεις για ψύξη των χώρων του διαμερίσματος είναι περίπου 20% λιγότερες από αυτές του κτηρίου αναφοράς και οφείλονται στη καλύτερη σκίαση του εξεταζόμενου διαμερίσματος.

**Πίνακας 3.3.2.3.** Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης του εξεταζόμενου διαμερίσματος και του κτηρίου αναφοράς

Απαιτούμενα φορτία ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
<b>Εξεταζόμενο κτήριο</b>													
Θέρμανση	12,9	9,6	6,4	1,4	0	0	0	0	0	0,2	5	10,9	46,4
Ψύξη	0	0	0	0	0	7	10,6	9,5	0	0	0	0	27,1
Ζεστό νερό χρήσης	3	2,7	3	2,9	3	2,9	3	3	2,9	3	2,9	3	35,5
<b>Κτήριο αναφοράς</b>													
Θέρμανση	9,4	6,8	4,2	0,7	0	0	0	0	0	0,1	3,2	7,8	32
Ψύξη	0	0	0	0	0	9,6	12,8	11,8	0	0	0	0	34,2
Ζεστό νερό χρήσης	3	2,7	3	2,9	3	2,9	3	3	2,9	3	2,9	3	35,5

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις τελικής ενέργειας ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, Ζ.Ν.Χ.) δίνονται στον πίνακα 3.3.2.4. Στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, περιλαμβάνεται και η ηλεκτρική κατανάλωση από τα βοηθητικά συστήματα της κάθε εγκατάστασης.

**Πίνακας 3.3.2.4.** Τελική κατανάλωση ενέργειας του διαμερίσματος ανά τελική χρήση.

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	24,5	18,2	12,2	2,8	0	0	0	0	0	0,5	9,6	20,5	88,2
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ψύξη	0	0	0	0	0	2,8	4,2	3,7	0	0	0	0	10,7
Ζ.Ν.Χ.	3,1	2,8	3,1	3	3,1	3	3,1	3,1	3	3,1	3	3,1	36,2
Ηλιακή ενέργεια για Ζ.Ν.Χ.	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
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>27,5</b>	<b>21</b>	<b>15,3</b>	<b>5,8</b>	<b>3,1</b>	<b>5,7</b>	<b>7,3</b>	<b>6,8</b>	<b>3</b>	<b>3,6</b>	<b>12,5</b>	<b>23,6</b>	<b>135</b>

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις καυσίμων που καταναλώνει το διαμέρισμα δίνονται στον πίνακα 3.3.2.5., και στην περίπτωση του εξεταζόμενου διαμερίσματος είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

**Πίνακας 3.3.2.5.** Κατανάλωση ανά είδος καυσίμου.

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	49,1
Πετρέλαιο	86,1
<b>Σύνολο</b>	<b>135,2</b>

Οι καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση του διαμερίσματος, δίνονται στον πίνακα 3.3.2.6. Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση των χώρων του διαμερίσματος είναι υπερδιπλάσια από αυτήν του κτηρίου αναφοράς και εκτός από το γεγονός ότι έχει μεγαλύτερη απαίτηση θερμικής ενέργειας οφείλεται και στο χαμηλότερο βαθμό θερμικής απόδοσης του

συστήματος θέρμανσης της πολυκατοικίας που καλύπτει και το εξεταζόμενο διαμέρισμα. Όσον αφορά στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ψύξη του διαμερίσματος, αυτή είναι κατά 74% μεγαλύτερη του κτηρίου αναφοράς, παρ' όλο που τα ψυκτικά φορτία είναι χαμηλότερα και αυτό οφείλεται κυρίως στην πολύ χαμηλή απόδοση της τοπικής αντλίας θερμότητας. Η διαφορά της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για το Ζ.Ν.Χ., οφείλεται στη μη ύπαρξη ηλιακών συλλεκτών.

**Πίνακας 3.3.2.6.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση.

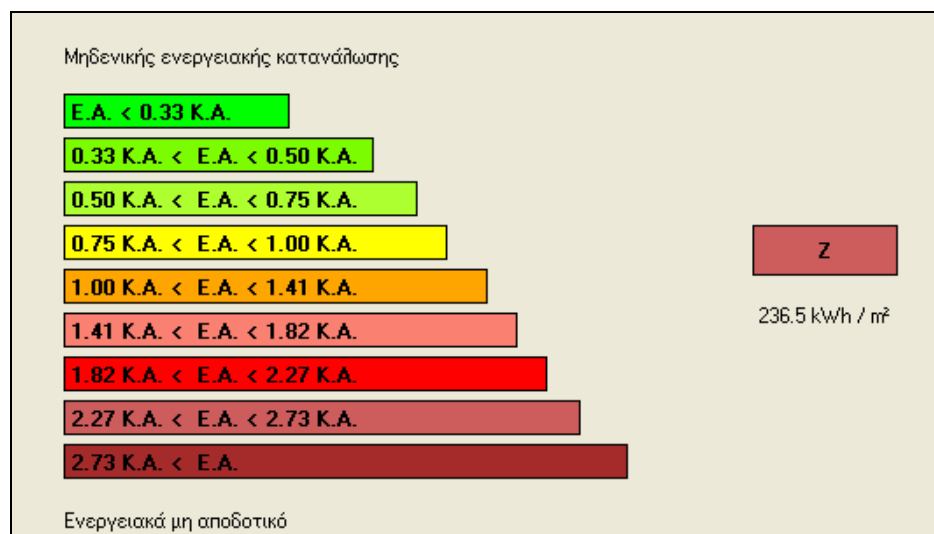
Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	
	Κτίριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	43,3	100
Ψύξη	17,8	31
Ζ.Ν.Χ.	41,3	105
Φωτισμό	0	0
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ	0	0
<b>Σύνολο</b>	<b>102,4</b>	<b>236,5</b>

Οι αντίστοιχες καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας και οι εκλύσεις αερίων ρύπων CO<sub>2</sub> ανά καύσιμο δίνονται στον πίνακα 3.3.2.7., και στο εξεταζόμενο διαμέρισμα είναι ο ηλεκτρισμός και το πετρέλαιο.

**Πίνακας 3.3.2.7.** Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο .

Τελική Χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	142,1	48,6
Πετρέλαιο	94,4	22,7
<b>Σύνολο</b>	<b>236,5</b>	<b>71,3</b>

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών για την ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (από τον πίνακα 3.3.2.6.), το διαμέρισμα ανήκει στην κατηγορία **Z** (σχήμα 3.3.2.1.). Είναι δηλαδή στην ίδια κατηγορία ενεργειακής απόδοσης με της πολυκατοικίας.



**Σχήμα 3.3.2.1.** Ενεργειακή κατάταξη διαμερίσματος.

### 3.3.2.3. Συστάσεις βελτίωσης ενεργειακής απόδοσης διαμερίσματος

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα των υπολογισμών, οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν για την ενεργειακή αναβάθμιση του διαμερίσματος είναι σχεδόν οι ίδιες με αυτές του κτηρίου πολυκατοικίας του προηγούμενου παραδείγματος. Ειδικότερα:

- Αντικατάσταση του ηλεκτρικού θερμαντήρα με τοπικό λέβητα φυσικού αερίου για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. ή εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.
- Αντικατάσταση της μονάδας λέβητα - καυστήρα με άλλον χαμηλότερης θερμικής ισχύος ή πολυβάθμια μονάδα. Αυτή η εγκατάσταση θα πρέπει να γίνει σε επίπεδο πολυκατοικίας επειδή το κόστος είναι πολύ μεγάλο για να επιβαρύνει μόνο το διαμέρισμα.
- Περαιτέρω μόνωση του κελύφους του διαμερίσματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές του Κ.Εν.Α.Κ. και αντικατάσταση των κουφωμάτων με άλλα ενεργειακά αποδοτικότερα.

Εκτός από την αντικατάσταση του κεντρικού λέβητα θέρμανσης, οι υπόλοιπες επεμβάσεις μπορούν να γίνουν σε επίπεδο διαμερίσματος, οπότε μπορούν να προταθούν από τον επιθεωρητή.

### 3.3.3. Παράδειγμα ηλεκτρονικού εντύπου ενεργειακής επιθεώρησης κτηρίου & Π.Ε.Α. και διαδικασία έκδοσης τους.

**! Κατά τη διάρκεια της πρακτικής άσκησης, ο εκπαιδευόμενος θα πρέπει να εκπαιδεύεται επίσης και για την εγγραφή κτηρίων στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων, την εξαγωγή του αρχείου xml και την τελική υποβολή του για την έκδοση του Π.Ε.Α.**

Κατά την πρακτική άσκηση που αφορά στη χρήση του λογισμικού, πριν από τη διαδικασία εισαγωγής δεδομένων υπολογισμού θα πρέπει να γίνεται από τους εκπαιδευόμενους εικονική εγγραφή τού υπό επιθεώρηση κτηρίου στο μητρώο ενεργειακών επιθεωρήσεων στην ιστοσελίδα [www.buildingcert.gr](http://www.buildingcert.gr). Το αρχείο εγγραφής xml θα χρησιμοποιείται κατόπιν από τους εκπαιδευόμενους για τους υπολογισμούς, ενώ με το ίδιο αρχείο θα γίνεται και εικονική υποβολή για την έκδοση του Π.Ε.Α.

## 4. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ

Στις ενότητες που ακολουθούν περιγράφονται ενδεικτικές επεμβάσεις που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτηριακό κέλυφος ή/και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις υφιστάμενων κτηρίων για τη βελτίωση (αναβάθμιση) της ενεργειακής απόδοσής τους. Αυτές οι επεμβάσεις στοχεύουν αρχικά στον περιορισμό των ενεργειακών απαιτήσεων (για θέρμανση, ψύξη) ενός κτηρίου και κατόπιν στην εγκατάσταση και χρήση Η/Μ εξοπλισμού υψηλής ενεργειακής απόδοσης ή τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για τον περιορισμό της τελικής κατανάλωσης ενέργειας.

### 4.1. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ

Με τις απαραίτητες οικοδομικές επεμβάσεις στα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου (π.χ. προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης, αντικατάσταση κουφωμάτων, διαμόρφωση φυτεμένου δώματος κ.τ.λ.) περιορίζονται οι ανταλλαγές θερμότητας μεταξύ των εσωτερικών του χώρων και του εξωτερικού του περιβάλλοντος· κατά τη μεν χειμερινή περίοδο με τη μείωση των απωλειών θερμότητας, κατά τη δε θερινή με τον περιορισμό των ανεπιθύμητων θερμικών προσόδων. Επιτυγχάνεται κατ' αυτόν τον τρόπο βελτίωση της ενεργειακής του απόδοσης με τη μείωση των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων και τον περιορισμό της καταναλισκόμενης ενέργειας και ταυτόχρονα βελτίωση του αισθήματος θερμικής άνεσης στους χρήστες του.

Αναλυτική αναφορά για τις τεχνολογίες θερμομόνωσης του κτηριακού κελύφους και τις τεχνικές βιοκλιματικού σχεδιασμού, οι οποίες συμβάλλουν στον περιορισμό των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κτηρίου, γίνεται και στις θεματικές ενότητες ΔΕ3 και ΔΚ2 αντίστοιχα.

#### 4.1.1. Η επιλογή της προσφορότερης λύσης

Οι οικοδομικές επεμβάσεις που θα προτείνει ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να αποσκοπούν προς αυτήν την κατεύθυνση και, εφόσον υπάρχει η δυνατότητα, να κατατάσσουν το κτήριο σε ανώτερη ενεργειακή κατηγορία από την υφιστάμενη. Ωστόσο, οι προτεινόμενες οικοδομικές επεμβάσεις στα διαφανή και αδιαφανή στοιχεία της κατασκευής θα πρέπει να διατυπωθούν με σαφήνεια (και όχι γενικόλογα) και αφού προηγουμένως ληφθεί σοβαρά υπόψη η εφικτότητά τους, το προσδοκώμενο όφελος, το κόστος και η απόσβεσή τους σε εύλογο χρονικό διάστημα. Είναι κατανοητό ότι η θέση του κτηρίου στο οικόπεδο, η γειτνίασή του με άλλα κτήρια, η ηλικία του, η χρήση του, η οικοδομική του κατάσταση, τα γεωμετρικά και μορφολογικά του χαρακτηριστικά αποτελούν μερικές από τις πλέον καθοριστικές παραμέτρους, που θα οδηγήσουν τον ενεργειακό επιθεωρητή στην επιλογή των προτεινόμενων οικοδομικών επεμβάσεων. Είναι κατανοητό ότι οικοδομικές επεμβάσεις απόλυτα ενδεικνυόμενες για ένα κτήριο ενδέχεται να είναι εντελώς απαγορευτικές για ένα άλλο.

Ενδεικτικά αναφέρεται:

- Η αναδρομική εξωτερική θερμομονωτική προστασία, ενώ είναι εφαρμόσιμη σε ένα κτήριο πανταχόθεν ελεύθερο, είναι πρακτικά ανεφάρμοστη στην όψη κτηρίου στα όρια οικοπέδου ή γειτνιάζοντας με όμορο κτήριο.
- Η εξωτερική θερμομονωτική προστασία σε κτήριο με έντονα και σύνθετα αρχιτεκτονικά χαρακτηριστικά στις επιφάνειες των όψεών του ίσως δεν αποτελεί την πλέον πρόσφορη λύση και θα πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο εσωτερικής θερμομονωτικής προστασίας.
- Σε ένα κτήριο με ολιγόωρη καθημερινή λειτουργία (π.χ. κτήριο γραφείων) ή με διακοπτόμενη χρήση και πολύ περισσότερο σε ένα κτήριο με περιοδική λειτουργία (π.χ. κτήριο εκδηλώσεων) πλέον πρόσφορη δείχνει να είναι η εσωτερική θερμομονωτική προστασία, καθώς η

αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας των υλικών δεν είναι κυρίαρχη λόγω της έντονης θερμικής αδράνειας των δομικών στοιχείων.

- Ομοίως, μια πέτρινη ορεινή κατοικία που χρησιμοποιείται περιστασιακά (π.χ. μόνο τα Σαββατοκύριακα) κατά τη χειμερινή περίοδο είναι προτιμότερο να προστατευτεί θερμομονωτικά από την εσωτερική της πλευρά, καθώς η μεγάλη θερμική αδράνεια των τοίχων λειτουργεί αποτρεπτικά για τη σύντομη θέρμανσή της μετά από μεγάλα διαστήματα διακοπής της χρήσης της. Αντιθέτως, η ίδια κατοικία εφόσον έχει συνεχή χρήση (κύρια κατοικία) είναι προτιμότερο να θερμομονωθεί από την εξωτερική της πλευρά, ώστε να αξιοποιηθεί η θερμοχωρητικότητα των τοίχων της.
- Η θερμομόνωση του δαπέδου μιας κατοικίας που πατάει στο έδαφος ή που εν μέρει βρίσκεται εντός του εδάφους (π.χ. υπόσκαφα κτήρια) στη ζώνη Α' δεν είναι η πρώτη επιλογή στη θερμομονωτική της προστασία, ενώ δεν θα αντιμετωπισθεί με τον ίδιο τρόπο η ίδια κατοικία στη ζώνη Δ'. Εκεί η θερμομόνωση του δαπέδου ενδέχεται να είναι καθοριστική.
- Η θερμομονωτική προστασία μιας στέγης ή –εναλλακτικά– της οριζόντιας οροφής κάτω από αυτήν αποτελεί παράμετρο, τα θετικά και αρνητικά στοιχεία της οποίας πρέπει να σταθμιστούν.

Αλλά και πάλι η επιλογή των προτεινόμενων λύσεων πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη της και τις ενδεχόμενες επιπτώσεις από τη θερμομονωτική προστασία του κτηρίου, καθώς ουσιαστικά θα ανατρέψει τις επικρατούσες μέχρι τότε θερμικές ισορροπίες. Ενδεικτικά αναφέρεται:

- Η εσωτερική θερμομονωτική προστασία ευνοεί την ανάπτυξη θερμογεφυρών, ιδίως στις συναρμογές δύο επί μέρους δομικών στοιχείων, καθώς σ' εκείνες τις θέσεις το περίβλημα παραμένει θερμικά απροστάτευτο (π.χ. συναρμογή τοίχου με δάπεδο ή με οροφή, εγκάρσια συναρμογή εξωτερικού τοίχου με διαχωριστικό τοίχο δύο εσωτερικών χώρων).
- Η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων με σύγχρονα αεροστεγανά μπορεί να περιορίσει τις ανταλλαγές αέρα του εσωτερικού χώρου και να αυξήσει τα επίπεδα σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό μέχρι επιπέδου κορεσμού, που θα έχει ως αποτέλεσμα την εμφάνιση συμπυκνώσεων στις πλέον ασθενείς θερμικά θέσεις του κελύφους (π.χ. σε θέσεις θερμογεφυρών).
- Για τον ίδιο λόγο, η καλή θερμική προστασία της εξωτερικής τοιχοποιίας ενός κτηρίου, χωρίς να υπάρχει καμία πρόβλεψη για παράλληλη θερμική προστασία της επιστέγασής του, μπορεί να δημιουργήσει συμπυκνώσεις των υδρατμών επάνω σ' αυτήν.
- Η εσωτερική θερμομονωτική προστασία μπορεί εύκολα να οδηγήσει, ιδίως στις ψυχρές κλιματικές ζώνες, σε συμπύκνωση λόγω διάχυσης των υδρατμών στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου, αν δεν ελεγχθεί η αντίσταση που προβάλλουν οι διαδοχικές του στρώσεις στη διάχυση των υδρατμών (έλεγχος του ενδεχόμενου συνάντησης της καμπύλης μερικών πιέσεων με την καμπύλη των πιέσεων κορεσμού των υδρατμών στη διατομή του δομικού στοιχείου).
- Το εντελώς αντίθετο μπορεί να συμβεί στις θερμές κλιματικά ζώνες κατά τη θερινή περίοδο σε ένα κτήριο με μεγάλη θερμική μάζα των τοιχωμάτων του που παραμένει στο εσωτερικό δροσερό, αν θερμομονωθεί ισχυρά η εξωτερική όψη του κελύφους τους (π.χ. ένας ημιυπόγειος κατοικήσιμος χώρος).

Είναι κατανοητό ότι όλες οι λύσεις έχουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, που ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να λάβει προσεκτικά υπόψη του, πριν να καταλήξει στα μέτρα που θα προτείνει για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου.



#### 4.1.2. Οι συνηθέστερες οικοδομικές επεμβάσεις

Τα κτήρια που έχουν ανεγερθεί πριν από το 1979 (δηλαδή πριν από την έναρξη ισχύος του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτιρίων) σχεδόν στο σύνολο τους δεν διαθέτουν θερμομονωτική προστασία. Αντιθέτως, όσα ανεγέρθηκαν από το 1979 μέχρι τον Οκτώβριο του 2010, οπότε τέθηκε σε ισχύ ο Κ.Εν.Α.Κ., θεωρητικά προστατεύονται θερμομονωτικά. Είναι όμως γνωστό ότι πολλές μελέτες θερμομόνωσης έχουν εφαρμοσθεί πλημμελώς είτε με μικρότερα πάχη θερμομονωτικής στρώσης από τα υπολογισθέντα είτε αφήνοντας θερμομονωτικά απροστάτευτα επί μέρους δομικά στοιχεία της κατασκευής (δοκούς, υποστυλώματα, οροφές πιλοτής κ.τ.λ.). Το φαινόμενο ήταν πιο έντονο στα πρώτα χρόνια από την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης, όταν η θερμομονωτική προστασία των κατασκευών ακόμη δεν είχε γίνει συνείδηση στους μελετητές και κατασκευαστές και ακόμη περισσότερο στον πολίτη. Με την πάροδο του χρόνου η απουσία θερμομονωτικής προστασίας είτε στο σύνολο της κατασκευής είτε στα επί μέρους δομικά στοιχεία ολοένα και περιοριζόταν. Ωστόσο, σχεδόν ποτέ δεν εξαλείφθηκε ως τάση, ιδίως στις κλιματικά θερμότερες ζώνες, στις οποίες μέχρι πρόσφατα επικρατούσε η λανθασμένη αντίληψη ότι και χωρίς θερμομόνωση τα κτήρια λειτουργούν ικανοποιητικά, χωρίς βεβαίως να λαμβάνεται καθόλου υπόψη η υπερθέρμανση κατά τη θερινή περίοδο.

Είναι πάντως γεγονός ότι τα κτήρια είτε προστατεύονται θερμομονωτικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προηγούμενου κανονισμού θερμομόνωσης είτε στερούνται θερμομονωτικής προστασίας (πλήρους ή μερικής) χρήζουν περαιτέρω βελτίωσης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς σύμφωνα με τις απαιτήσεις του νέου κανονισμού. Δύσκολα συναντάται κτήριο, που να έχει ανεγερθεί πριν από την εφαρμογή του Κ.Εν.Α.Κ., που να μπορεί να ταξινομηθεί σε ενεργειακή κατηγορία Β. Επομένως θα μπορούσε κανείς να ισχυρισθεί –χωρίς κίνδυνο απόκλισης από την πραγματικότητα– ότι σχεδόν το σύνολο των κτηρίων του ελλαδικού χώρου έχουν περιθώρια βελτίωσης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς, άλλοτε σε μεγαλύτερο και άλλοτε σε μικρότερο βαθμό.

Η βελτίωση της θερμομονωτικής κατάστασης του κελύφους ενός υφιστάμενου κτηρίου μπορεί να επιτευχθεί με μια σειρά οικοδομικών επεμβάσεων, οι συνηθέστερες των οποίων είναι:

- Η θερμομονωτική προστασία των εξωτερικών τοιχοποιιών με αναδρομική θερμομονωτική προστασία είτε από την εσωτερική είτε από την εξωτερική τους πλευρά.
- Η εξωτερική θερμομονωτική προστασία με τη διαμόρφωση δικέλυφης αεριζόμενης όψης.
- Η θερμομονωτική προστασία του δώματος, συνήθως με τη διαμόρφωση αντεστραμμένου τύπου δώματος στο ήδη υφιστάμενο.
- Η θερμομονωτική προστασία της στέγης.
- Η θερμομονωτική προστασία οριζόντιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη.
- Η θερμομόνωση της οροφής της πιλοτής ή της οροφής του υπόγειου χώρου, επάνω από τον οποίο υπάρχει θερμικά προστατευμένος χώρος.
- Η αλλαγή των κουφωμάτων με άλλα υψηλότερης θερμομονωτικής προστασίας.
- Η προσθήκη και δεύτερου κουφώματος, παράλληλα με το υφιστάμενο.

Κοντά σ' αυτές άλλες πρόσθετες λύσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής προστασίας του κτηριακού κελύφους μπορεί να είναι:

- Η τοποθέτηση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων στα κουφώματα.
- Η σκίαση των ανοιγμάτων.
- Η φύτευση του περιβάλλοντος χώρου.
- Η ανάπτυξη φυτεμένου δώματος.
- Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων στο κέλυφος.
- Ο νυκτερινός αερισμός (ομοίως, για τον παθητικό δροσισμό το καλοκαίρι).

Προφανώς, και πλήθος άλλων οικοδομικών επεμβάσεων θα μπορούν να εφαρμοστούν, καθεμιά των οποίων προκύπτει από την ιδιαιτερότητα του κάθε κτηρίου, την οποία ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει προσεκτικά να μελετήσει.

#### 4.1.3. Η θερμομονωτική προστασία της εξωτερικής τοιχοποιίας

Η θερμομόνωση μιας υφιστάμενης εξωτερικής τοιχοποιίας μπορεί να επιτευχθεί με την τοποθέτηση θερμομονωτικής στρώσης είτε από την εξωτερική είτε από την εσωτερική της πλευρά.

Σε περίπτωση μάλιστα που η θερμομονωτική στρώση συμπληρωθεί με ένα πρόσθετο κέλυφος (είτε εσωτερικά είτε εξωτερικά) ουσιαστικά διαμορφώνεται δικέλυφη τοιχοποιία με θερμομόνωση στον πυρήνα, ενώ αν προστεθεί ένα δεύτερο και κατ' ουσία προστατευτικό κέλυφος στην εξωτερική πρόσθετη θερμομονωτική στρώση, αφήνοντας μεταξύ των δύο κελυφών μία στρώση αερισμού, διαμορφώνεται μία δικέλυφη αεριζόμενη όψη (για την οποία σχετική αναφορά γίνεται στην επόμενη ενότητα).

Η επιλογή της θέσης της θερμομόνωσης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως προαναφέρθηκε, τους οποίους θα πρέπει να σταθμίσει ο ενεργειακός επιθεωρητής, πριν να προτείνει τον τύπο της επέμβασης.

Σε γενικές γραμμές η εξωτερική θερμομονωτική προστασία:

- αξιοποιεί τη θερμοχωρητικότητα της τοιχοποιίας,
- μειώνει στο ελάχιστο την πιθανότητα σχηματισμού θερμογεφυρών,
- προστατεύει την τοιχοποιία από τις μεταβολές της εξωτερικής θερμοκρασίας,
- δεν ευνοεί το σχηματισμό συμπύκνωσης λόγω διάχυσης των υδρατμών,

ενώ

- καθυστερεί την αρχική θέρμανση του χώρου,
- απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή στην τοποθέτηση του συστήματος θερμομόνωσης και
- περιορίζει τα θερμομονωτικά υλικά που μπορούν να εφαρμοστούν.

Αντιθέτως, η τοποθέτηση της θερμομόνωσης από την εσωτερική πλευρά του τοίχου:

- ευνοεί τη σύντομη θέρμανση του χώρου,
- δεν εκμεταλλεύεται τη θερμοχωρητικότητα της υφιστάμενης τοιχοποιίας (αυτό το στοιχείο άλλοτε λειτουργεί στα θετικά της κατασκευής και άλλοτε στα αρνητικά),
- εφαρμόζεται με όλα τα θερμομονωτικά υλικά, χωρίς να απαιτεί ιδιαίτερη προστασία τους,

ενώ

- περιορίζει τις δυνατότητες ανάρτησης από τους τοίχους πολύ βαριών αντικειμένων,
- επιτρέπει τη γρήγορη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της θέρμανσης,
- ευνοεί το σχηματισμό θερμογεφυρών στα σημεία συνάντησης των δομικών στοιχείων,
- ευνοεί το σχηματισμό συμπύκνωσης λόγω διάχυσης των υδρατμών.

##### 4.1.3.1. Η εξωτερική θερμομονωτική προστασία

Αυτή η λύση προτιμάται σε κτήρια συνεχούς χρήσης (κατοικίες, νοσοκομεία κ.τ.λ.), στα οποία είναι επιθυμητή η σταθερή θερμοκρασία και ενδιαφέρει περισσότερο η διατήρηση της θερμότητας μετά τη διακοπή λειτουργίας της θέρμανσης.

Τα χρησιμοποιούμενα θερμομονωτικά υλικά θα πρέπει να προστατεύονται επιμελώς από την υγρασία που προέρχεται από τα εξωτερικά καιρικά φαινόμενα, αλλά και από την υγρασία που οφείλεται στη συμπύκνωση λόγω διάχυσης των υδρατμών. Αν αυτό δεν μπορεί απόλυτα να εξασφαλισθεί, είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται υλικά που δεν προσβάλλονται από την υγρασία.

Ο πλέον συνήθης τρόπος εφαρμογής της μεθόδου είναι διά της στερεώσεως της θερμομονωτικής στρώσης επί του υποστρώματος και της επικάλυψής της με κονίαμα επιχρίσματος.

Σ' αυτήν την περίπτωση θα πρέπει:

- Το υπόβαθρο, επάνω στο οποίο θα αναπτυχθεί το θερμομονωτικό υλικό, να είναι επίπεδο, σταθερό, καθαρό και στεγνό.
  - Αν έχει προσβληθεί από υγρασία θα πρέπει να εξαλειφθεί η πηγή της και η τοιχοποιία προηγούμενης να στεγνώσει.
  - Αν το επίπεδο παρουσιάζει ανωμαλίες θα πρέπει να εξομαλυνθεί με τη διάστρωση μια λεπτής στρώσης επιχρίσματος (π.χ. τσιμεντοκονιάματος, όχι όμως πολύ «ισχυρού»).
- Να έχουν τοποθετηθεί οι ψευτόκασες σε περίπτωση αλλαγής και των κουφωμάτων.
- Να μην υπολείπονται άλλες οικοδομικές εργασίες στην επιφάνεια υποδοχής.
- Να επικρατούν ιδανικές κλιματικές συνθήκες.
  - Θερμοκρασίες υψηλότερες των 5°C και χαμηλότερες των 30°C.
  - Αποφυγή της βροχής και σε περίπτωση εκδήλωσής της προστασία της επιφάνειας εργασίας.
  - Αποφυγή της επίδρασης υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας.
  - Αποφυγή της πνοής ισχυρών ανέμων.

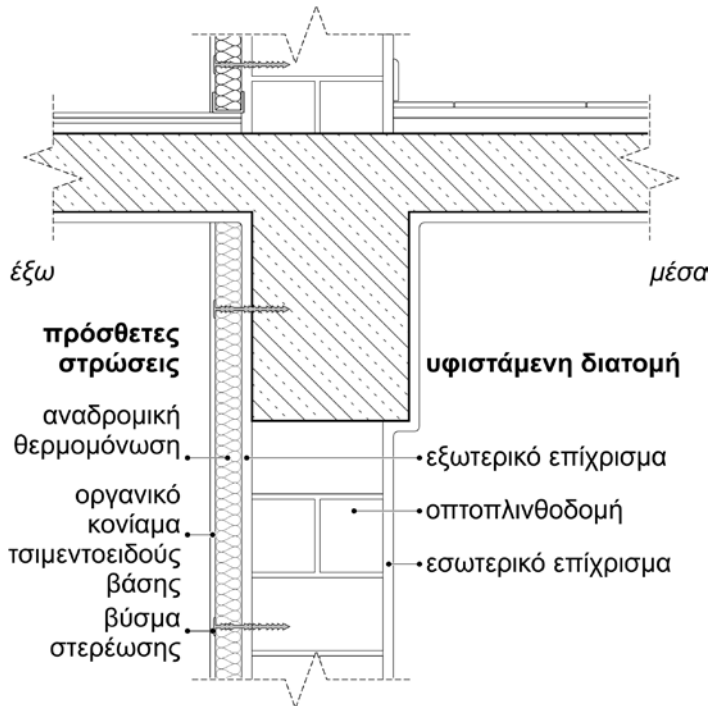
Το θερμομονωτικό υλικό επικολλάται επάνω στο υπόστρωμα με ειδική οργανική κόλλα και παράλληλα στηρίζεται σε μεταλλικό προφίλ (μορφής αντεστραμμένου Π), που πακτώνεται στη βάση του τοίχου. Με το στέγνωμα της κόλλας (μετά από δύο έως τρεις ημέρες), η στερέωσή του στο υπόβαθρο υποβοηθάται και μηχανικά με πλατυκέφαλα αγκυρωτά καρφιά.

Σε όλες τις γωνίες το θερμομονωτικό υλικό προστατεύεται με γωνιόκρανα. Το θερμομονωτικό υλικό επικαλύπτεται με επίχρισμα σε δύο στρώσεις τουλάχιστον. Η πρώτη στρώση ενισχύεται με μεταλλικό πλέγμα, που απλώνεται σε όλη την έκταση της τοιχοποιίας και η δεύτερη επιστρώνεται αφού στεγνώσει η πρώτη.

- Αν το επίχρισμα είναι συνηθισμένου τύπου (π.χ. ασβεστοτσιμεντοκονίαμα) είναι απαραίτητο το θερμομονωτικό υλικό που θα επιλεγεί να μην προσβάλλεται από την υγρασία, διότι με την πάροδο του χρόνου αναμένεται στην επιφάνεια να αναπτυχθούν μικρορηγματώσεις που επιτρέπουν τη διείσδυση του νερού της βροχής σ' αυτές. Το συνολικό πάχος των στρώσεων επίχρισης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 3 cm.
- Αν, αντιθέτως, επιλεγεί οργανικό κονίαμα τσιμεντοειδούς βάσης με ακρυλικές ιδιότητες (δηλαδή με τη δυνατότητα να παραλαμβάνει συστολοδιαστολές και να μη σχηματίζει επιφανειακές μικρορηγματώσεις, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλα θερμομονωτικά υλικά, που μπορεί μεν να προσβάλλονται από την υγρασία, έχουν όμως υποστεί κατά το στάδιο της παραγωγής τους τη διαδικασία υδροφοβισμού. Το συνολικό πάχος των στρώσεων επίχρισης δεν υπερβαίνει τότε τα 6 με 7 mm (σχήμα 4.1.3.1.).

Σε όλες αυτού του τύπου τις κατασκευές δεν πρέπει μετά την ολοκλήρωση των οικοδομικών εργασιών να διανοιχθούν οπές στην επιφάνεια από καρφιά, από αγκύρια, από τη διέλευση σωληνώσεων κ.τ.λ., διότι τότε διακόπτεται η συνέχεια του συστήματος και υπάρχει κίνδυνος σταδιακής

καταστροφής του. Οι οποιοσδήποτε αγκυρώσεις ή οπές πρέπει εξαρχής να προβλεφθούν και να πραγματοποιηθούν εκ των προτέρων.



**Σχήμα 4.1.3.1.** Βελτίωση της θερμομονωτικής προστασίας της τοιχοποιίας με προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης από την εξωτερική πλευρά (επικόλληση των θερμομονωτικών υλικών επί της υφιστάμενης τοιχοποιίας και επίχρισή της).

Η εξωτερική θερμομονωτική προστασία μπορεί να επιτευχθεί και με την ανάπτυξη μεταλλικού καννάβου επί της επιφάνειας, επί του οποίου θα αγκυρωθούν μεταλλικά φύλλα ή οрукτές πλάκες, φυσικές ή τεχνητές (π.χ. τσιμεντοσανίδες, κεραμικά πλακίδια, μαρμαρόπλακες κ.τ.λ.). Κάτω από τις πλάκες, μεταξύ των ορθοστατών και των στρωτήρων του καννάβου τοποθετείται η θερμομονωτική στρώση, που οφείλει να στερεωθεί ισχυρά επί του υποστρώματος. Συνήθως πάντως σε μια τέτοιου τύπου κατασκευή το εξωτερικό πέτασμα τοποθετείται σε μικρή απόσταση από το θερμομονωτικό υλικό, αφήνοντας διάκενο λίγων εκατοστών (5 έως 10 cm) που μπορεί να λειτουργήσει ως διάκενο αερισμού (βλέπε σχετική αναφορά σε επόμενη ενότητα).

#### 4.1.3.2. Η εσωτερική θερμομονωτική προστασία

Αυτού του τύπου η θερμομονωτική προστασία προτιμάται συνήθως σε κτήρια διακοπτόμενης χρήσης, στα οποία ζητούμενο είναι περισσότερο η άμεση απόδοση του συστήματος θέρμανσης ή ψύξης και λιγότερο η θερμοχωρητικότητα των δομικών στοιχείων. Γι' αυτό και δεν ενδιαφέρει η σχετικά σύντομη ψύξη του χώρου μετά τη διακοπή της λειτουργίας της θέρμανσης. Για τον ίδιο λόγο προσφέρεται επίσης και για εξοχικές κατοικίες με διακοπτόμενη και περιορισμένη χρήση, ιδίως κατά τη χειμερινή περίοδο.

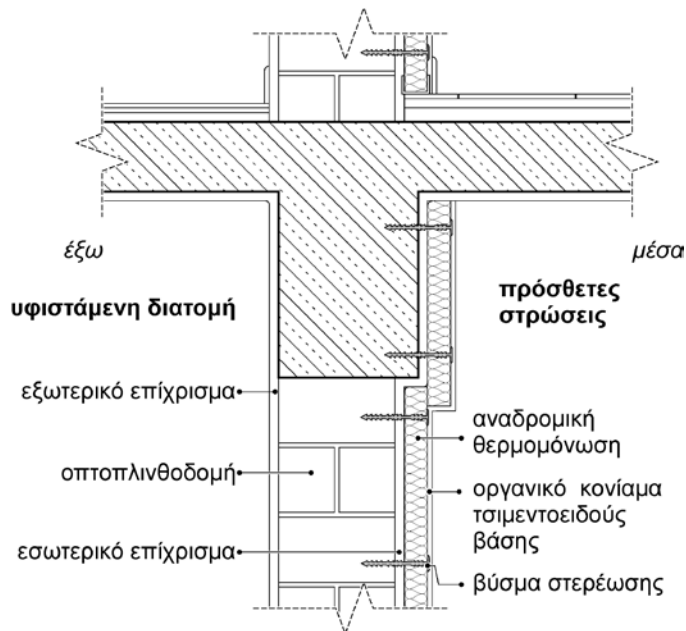
Οστόσο, αυτή η λύση πολύ συχνά επιλέγεται και σε κτήρια που δεν έχουν τη δυνατότητα αναδρομικής εξωτερικής θερμομονωτικής προστασίας για αντικειμενικούς λόγους, όπως, για παράδειγμα, λόγω γειννίας με όμορο κτήριο ή λόγω ανέγερσης του κτίσματος στα όρια του οικοπέδου.

Επίσης συχνά επιλέγεται αυτή η μορφή θερμομονωτικής προστασίας, όταν πρόκειται να προστατευθεί θερμομονωτικά ένα μόνο δομικό στοιχείο του κτηρίου ή μεμονωμένου διαμερίσματος

(π.χ. μόνον ο βορινός τοίχος) ή όταν η εξωτερική θερμομονωτική προστασία θα επιφέρει αλλοιώσεις στην εξωτερική αρχιτεκτονική του κτηρίου λόγω σύνθετων αρχιτεκτονικών στοιχείων στις όψεις του ή λόγω αδυναμίας να εφαρμοσθεί το σύστημα της εξωτερικής θερμομονωτικής προστασίας σε όλη την όψη (π.χ. διαφωνία των ιδιοκτητών).

Όπως και η εξωτερική θερμομονωτική προστασία, έτσι και η εσωτερική, μπορεί να εφαρμοσθεί είτε με απευθείας επικόλληση των θερμομονωτικών υλικών στην επιφάνεια του τοίχου και επικάλυψή τους με στρώση επιχρίσματος (σχήμα 4.1.3.2.) είτε με τη διαμόρφωση καννάβου μεταξύ των ορθοστατών και των στρωτήρων του οποίου τοποθετείται το θερμομονωτικό υλικό και την επικάλυψη με διαφόρων τύπων υλικά: γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών, πλακίδια, ξύλινες βέργες κ.τ.λ.

Το θερμομονωτικό υλικό θα πρέπει να στερεωθεί καλά επάνω στην επιφάνεια και αν πρόκειται για ινώδες υλικό (π.χ. πάπλωμα υαλοβάμβακα ή πετροβάμβακα), είναι απαραίτητο η συγκράτηση να γίνει με πλέγμα που θα απλωθεί σε όλη του την επιφάνεια και όχι με απλά καρφιά, διότι υπάρχει τότε ο κίνδυνος να «κρεμάσει».



**Σχήμα 4.1.3.2.** Βελτίωση της θερμομονωτικής προστασίας της τοιχοποιίας με προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης από την εσωτερική πλευρά (επικόλληση των θερμομονωτικών υλικών επί της υφιστάμενης τοιχοποιίας και επίχρισή της).

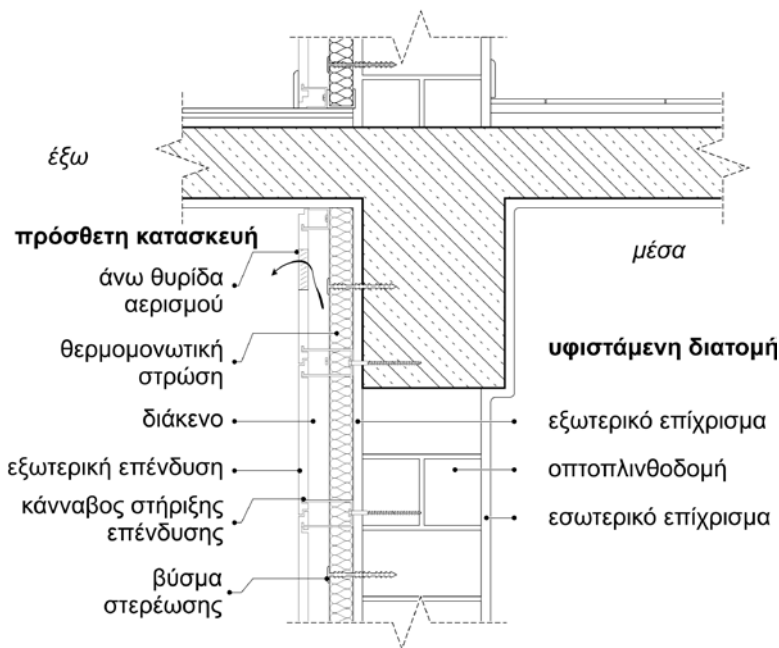
Αυτό που θα πρέπει να προσέξει ιδιαίτερα ο ενεργειακός επιθεωρητής ή ο μελετητής που θα επιλέξει την εσωτερική θερμομονωτική προστασία σε μια κατασκευή ή σε ένα μεμονωμένο δομικό στοιχείο είναι το ενδεχόμενο δημιουργίας συμπύκνωσης λόγω διάχυσης των υδρατμών στο εσωτερικό του δομικού στοιχείου. Σ' αυτού του τύπου τη θερμομονωτική προστασία το φαινόμενο είναι εύκολο να εκδηλωθεί και θα πρέπει προηγουμένως να γίνει υπολογιστικός έλεγχος του ενδεχομένου συμπύκνωσης. Στην περίπτωση που αυτό αποδειχθεί πιθανός, θα πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την αποτροπή με την τοποθέτηση φράγματος υδρατμών στο εσωτερικό του τοίχου. Αυτό μπορεί να είναι ένα φύλλο πολυαιθυλενίου, ένα φύλλο αλουμινίου, μια επάλειψη και γενικώς μια στρώση υλικού που παρουσιάζει υψηλό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών, μ. Το φράγμα υδρατμών τοποθετείται στη θερμή περιοχή του δομικού στοιχείου, δηλαδή μεταξύ των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο έως το θερμομονωτικό υλικό. Συνήθως επικολλάται επάνω στις πλάκες επικάλυψης

του καννάβου (για λόγους αισθητικής τοποθετείται επί της κρυμμένης επιφάνειας και όχι επ' αυτής που βλέπει προς τον εσωτερικό χώρο) ή επάνω στο θερμομονωτικό υλικό. Σε καμιά περίπτωση δεν πρέπει να τοποθετηθεί από την ψυχρή πλευρά του θερμομονωτικού υλικού, διότι τότε θα επιφέρει τα αντίθετα αποτελέσματα από τα αναμενόμενα, δηλαδή θα παρεμποδίσει τη διάχυση των υδρατμών και θα συμβάλλει στη συγκέντρωσή τους σ' εκείνη ακριβώς τη θέση που υπάρχει ο κίνδυνος συμπύκνωσης. Υπενθυμίζεται ότι το εμποτισμένο με υγρασία θερμομονωτικό υλικό χάνει την ικανότητα θερμομονωτικής προστασίας, καθώς στους πόρους του ο εγκλωβισμένος αέρας εκτοπίζεται από τους συμπυκνωμένους υδρατμούς και είναι γνωστό ότι το νερό παρουσιάζει περίπου 24 φορές μεγαλύτερη θερμική αγωγιμότητα από τον αέρα.

#### 4.1.3.3. Δικέλυφη τοιχοποιία με διάκενο αερισμού

Πρόκειται για ένα συνδυασμό τοιχοποιίας με εξωτερική θερμομόνωση και δικέλυφης τοιχοποιίας με θερμομόνωση στον πυρήνα, που μεταξύ των δύο κελυφών μεσολαβεί ένα διάκενο αέρα.

Επί της υφιστάμενης τοιχοποιίας αγκυρώνεται εξωτερικά μεταλλικός κάρναβος, αποτελούμενος από ορθοστάτες, στρωτήρες και τραβέρσες, που φέρει σε τακτά σημεία αγκύρια, επί των οποίων θα στηριχθεί το εξωτερικό κέλυφος. Γι' αυτό το λόγο η στερέωση επί της υφιστάμενης τοιχοποιίας οφείλει να είναι ισχυρή, ώστε να μπορεί να παραλάβει τα φορτία του εξωτερικού κελύφους και να μην υπάρχει κίνδυνος πτώσης μέρους ή όλου του συστήματος (σχήμα 4.1.3.3.).



**Σχήμα 4.1.3.3.** Διαμόρφωση δικέλυφης τοιχοποιίας με ενδιάμεσο διάκενο αερισμού. Το εσωτερικό κέλυφος αποτελεί την υφιστάμενη τοιχοποιία και επ' αυτής στηρίζεται η πρόσθετη θερμομονωτική στρώση.

Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται ανάμεσα στους ορθοστάτες και στρωτήρες του καννάβου με συγκόλληση και ήλωση (ή κοχλίωση). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε θερμομονωτικό υλικό και το πάχος του προκύπτει από τον έλεγχο θερμομονωτικής επάρκειας.

Επί των αγκυρώσεων, που προεξέχουν κατά μήκος ικανό να επιτρέπει τη διαμόρφωση ενός διακένου αερισμού, στερεώνεται το εξωτερικό κέλυφος. Αυτό μπορεί να κατασκευασθεί από τσιμεντοσανίδες, μαρμάρινες πλάκες, κεραμικά πλακίδια, μεταλλικά φύλλα, τεχνητές ή φυσικές λίθινες

πλάκες και άλλα υλικά, που μπορούν να διαμορφώσουν ένα εξωτερικό πέτασμα μικρού πάχους (περίπου από 1 έως 6 cm, ανάλογα με το επιλεγόμενο υλικό).

Το διάκενο αερισμού που μεσολαβεί μεταξύ των δύο κελυφών έχει πάχος περί τα 8 με 14 cm και επιτελεί διπλό ρόλο:

- Αφενός παραλαμβάνει τις εξωτερικές καταπονήσεις λόγω των καιρικών φαινομένων (διακυμάνσεις της θερμοκρασίας από ήλιο και ανέμους, εμπλοτισμό από βροχή), προστατεύοντας έτσι το εσωτερικό κέλυφος και τη θερμομονωτική στρώση από τις επιδράσεις τους
- και αφετέρου διευκολύνει την εκτόνωση των διαχεόμενων υδρατμών μέσω του δομικού στοιχείου από τον εσωτερικό χώρο στο διάκενο αερισμού.

Για να λειτουργήσει σωστά το διάκενο αερισμού είναι απαραίτητο στη βάση και στην κορωνίδα κάθε ορόφου να αφήνονται μικρές οπές ή σχισμές για τη φυσική κίνηση του αέρα σ' αυτό. Οι οπές ή οι σχισμές οφείλουν να έχουν μικρή κλίση προς τα έξω, ώστε να αποτρέπουν τη διείσδυση των νερών της βροχής εντός του διακένου και να καλύπτονται από πυκνό πλέγμα που να παρεμποδίζει την είσοδο στο διάκενο μικρών εντόμων, ζυυφίων, πτηνών, τρωκτικών, ερπετών ή άλλων μικρών οργανισμών, που θα αναζητήσουν εκεί τη φωλιά τους ή –ακόμη χειρότερα– θα καταστρέψουν τη θερμομονωτική στρώση πίσω από αυτό (ορισμένα οργανικά θερμομονωτικά υλικά μπορούν να χρησιμεύσουν ως τροφή αυτών των ζωντανών οργανισμών).

Σημειώνεται εμφαντικά η ανάγκη ισχυρής στερέωσης των πλακών ή των πετασμάτων του εξωτερικού κελύφους επί των αγκυρώσεων του καννάβου, προκειμένου να αποφευχθεί η πτώση του. Η στερέωση (συνήθως κοχλίωση) είναι απαραίτητο να αφήνει κάποια περιθώρια μικροκινήσεων στα επί μέρους τεμάχια που συνθέτουν το εξωτερικό κέλυφος, ώστε να μπορούν εύκολα να εκτονωθούν οι αναπτυσσόμενες τάσεις λόγω συστολοδιαστολών. Για τον ίδιο λόγο αφήνονται αρμοί μεταξύ των τεμαχίων ή των πλακών του κελύφους και δεν συμπληρώνονται με αρμόστοκο ή άλλα υλικά.

Επί της θερμομονωτικής στρώσης δεν πρέπει επίσης να τοποθετηθεί εξωτερικά (στην επιφάνεια που «βλέπει» προς το διάκενο προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου, αλουμινίου ή κάθε άλλο υλικό με υψηλό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών, μ, που θα λειτουργεί ως φράγμα υδρατμών και θα παρεμποδίζει την εκτόνωσή τους στο διάκενο αερισμού. Η παρουσία ενός φράγματος υδρατμών σ' εκείνη τη θέση ακυρώνει στην ουσία τη λειτουργία του διακένου.

#### 4.1.4. Η θερμομονωτική προστασία του δώματος

Τα δώματα των κτηρίων δέχονται περισσότερο έντονα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία τις επιδράσεις των καιρικών φαινομένων και γι' αυτό η προστασία τους είναι πάντοτε απαραίτητη.

Η θερμομονωτική τους προστασία έχει άμεση επίδραση στη θερμική συμπεριφορά του υποκάτω του δώματος ορόφου και στη βελτίωση του αισθήματος θερμικής άνεσης σ' αυτό. Μπορεί να επιτευχθεί είτε με τη διαμόρφωση μονοκέλυφου τύπου δώματος (συμβατικού ή αντεστραμμένου) είτε δικέλυφου αεριζόμενου.

- Ως **συμβατικό** χαρακτηρίζεται το δώμα που αποτελείται από ένα μόνο κέλυφος και στο οποίο η στεγανοποιητική στρώση βρίσκεται σε υπερκείμενη θέση της θερμομονωτικής.
- Ως **αντεστραμμένο** χαρακτηρίζεται το δώμα, στο οποίο η θερμομονωτική στρώση είναι υπερκείμενη της στεγανοποιητικής και επιπλέον παρουσιάζει ελευθερία κινήσεων.
- Ως **αεριζόμενο** χαρακτηρίζεται το δώμα που διαμορφώνεται από δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους κελύφη, διαχωριζόμενα με στρώση αεριζόμενου διακένου.

Θα μπορούσε επίσης να επιλεγεί και η κατασκευή φυτεμένου δώματος, συμβάλλοντας επιπροσθέτως και στην αναβάθμιση της ποιότητας του δομημένου περιβάλλοντος και στη βελτίωση του μικροκλίματος στο ίδιο το κτήριο και στην περιοχή.

Ο τύπος του δώματος που θα υποδείξει ο ενεργειακός επιθεωρητής για τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτηρίου θα πρέπει να σταθμίζει πολλούς παράγοντες, βασικότεροι των οποίων είναι η μορφή του υφιστάμενου δώματος, η ύπαρξη προγενέστερης θερμομονωτικής προστασίας, η ύπαρξη στεγανοποιητικής στρώσης και η ποιοτική της κατάσταση, η σωστή λειτουργία των κλίσεων απορροής και βεβαίως το κόστος κατασκευής.

Σε μια υφιστάμενη κατασκευή που έχει καλή στεγανοποιητική προστασία και λειτουργούν σωστά οι κλίσεις (δηλαδή οδηγούν τα νερά της βροχής στα στόμια των υδρορροών και δεν επιτρέπουν το σχηματισμό στάσιμων νερών), ως πλέον πρόσφορη κατασκευαστική παρέμβαση εμφανίζεται ο τύπος του αντεστραμμένου μονοκέλυφου δώματος, κυρίως λόγω χαμηλότερου κόστους και ευκολίας στην κατασκευή. Ωστόσο, δεν αποκλείονται και οι άλλες λύσεις, η επιλογή των οποίων εξειδικεύεται στην εξεταζόμενη κάθε φορά κατασκευή.

Σε όποιο τύπο δώματος επιλεγεί να διαμορφωθεί, απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί ο έλεγχος της ικανότητας της υφιστάμενης κατασκευής να παραλάβει τα πρόσθετα φορτία που θα το επιβαρύνουν με την προσθήκη των νέων στρώσεων.

#### 4.1.4.1. Το συμβατικό μονοκέλυφο δώμα

Σε μια συμβατική κατασκευή μονοκέλυφου δώματος από οπλισμένο σκυρόδεμα η τυπική σειρά των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

- οροφокονίαμα,
- φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος,
- φράγμα υδρατμών,
- θερμομονωτική στρώση,
- προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου,
- στρώση κλίσεων,
- στεγανοποιητική στρώση,
- προστατευτικό φύλλο της στεγανοποιητικής στρώσης,
- στρώση τελικής επικάλυψης.

Η λύση του συμβατικού δώματος συνήθως επιλέγεται όταν θα χρειασθεί ανακατασκευή του υφιστάμενου:

- είτε λόγω φθοράς της στεγανοποιητικής του προστασίας
- είτε λόγω κακής κλίσης των υφιστάμενων στρώσεων ρύσης (π.χ. όταν δεν οδηγούνται τα νερά στην υδρορροή και λιμνάζουν). Είναι αυτονόητο ότι το ίδιο ισχύει και όταν κάποια από τις δύο παραπάνω στρώσεις δεν υφίσταται.

Η στεγανοποιητική στρώση, εφόσον είναι κατεστραμμένη, θα πρέπει στο σύνολό της να αφαιρεθεί και να διαμορφωθεί ένα επίπεδο και καθαρό υπόστρωμα, απαλλαγμένο από ξένα σώματα και υπολείμματα. Επ' αυτού θα διαστρωθεί το φράγμα υδρατμών που μπορεί να είναι μια διπλή ασφαλική επάλειψη, μια διάστρωση ασφαλιτόπανου ή φύλλο πολυαιθυλενίου ή γενικώς ένα υλικό που θα παρουσιάζει υψηλή αντίσταση στη διάχυση των υδρατμών. Επ' αυτού θα τοποθετηθεί η θερμομονωτική στρώση και θα ακολουθήσει η διαμόρφωση της στρώσης κλίσεων, αν αυτή δεν υπάρχει ή είναι κακή. Αν η στρώση κλίσεων υπάρχει και λειτουργεί ικανοποιητικά, τότε αρκεί η διάστρωση ενός τσιμεντοκονιάματος (πάχους περίπου 4 cm), ελαφρώς οπλισμένου με πλέγμα, που

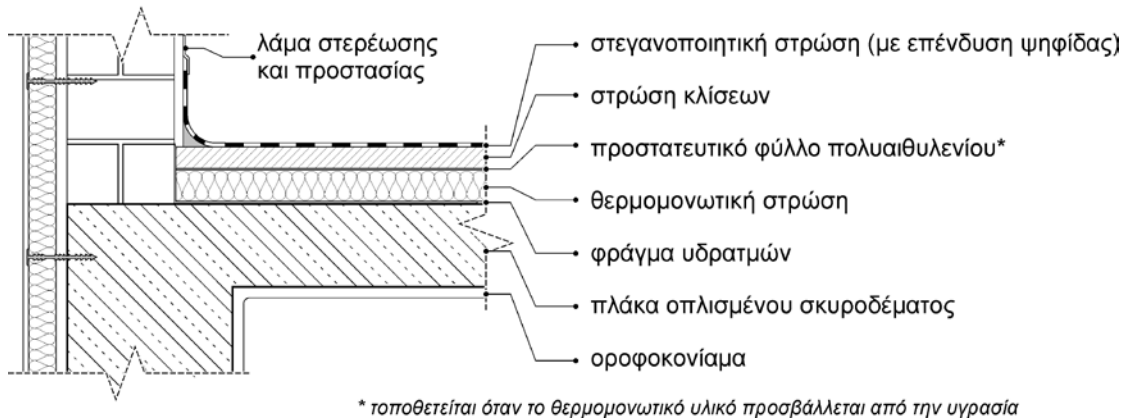


θα χρησιμεύσει ως υπόστρωμα για τη διάστρωση της στεγανοποιητικής στρώσης. Αν το θερμομονωτικό υλικό που θα επιλεγεί προσβάλλεται από την υγρασία, τότε μεταξύ αυτού και της στρώσης κλίσεων που θα ακολουθήσει θα πρέπει να διαστρωθεί ένα προστατευτικό φύλλο πολυαιθυλενίου που θα παρεμποδίσει τη ροή των υγρών του υποστρώματος στους πόρους του θερμομονωτικού υλικού.

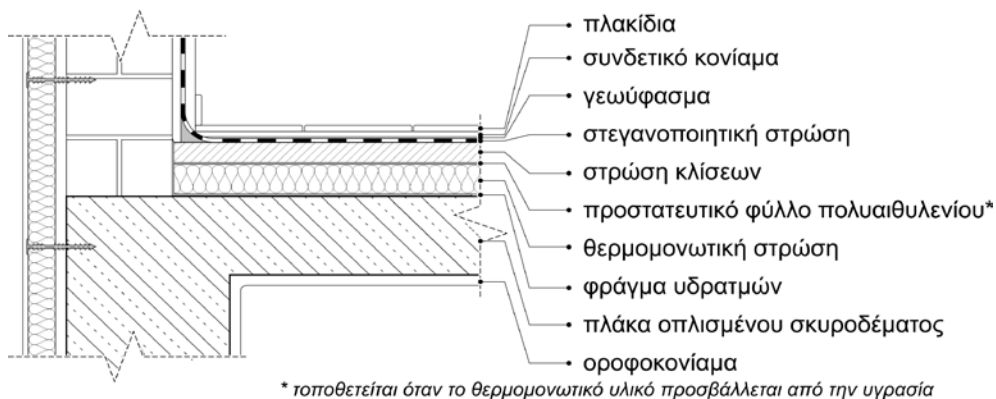
Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί αφρώδες γυαλί ως θερμομονωτικό υλικό δεν απαιτείται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών, διότι το ίδιο παρουσιάζει πολύ υψηλό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών ( $\mu \approx 100.000$ ). Ομοίως, δεν απαιτείται τότε η παρεμβολή φύλλου πολυαιθυλενίου, καθώς λόγω της κλειστής δομής των πόρων του δεν προσβάλλεται από την υγρασία.

Η κατασκευή θα επικαλυφθεί από τη στεγανοποιητική στρώση, που μπορεί να είναι από ασφαλτόπανο, από συνθετικές μεμβράνες και γενικώς από κάθε υλικό που μπορεί να προσφέρει πλήρη στεγανοποιητική προστασία.

Αν το ασφαλτόπανο είναι η τελική στρώση, τότε πρέπει να προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία και γι' αυτό πρέπει να επικαλύπτεται από ψηφίδες ή φύλλο αλουμινίου (σχήμα 4.1.4.1α.).



**Σχήμα 4.1.4.1α.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δώματος συμβατικού τύπου με προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης και τελική επικάλυψη ασφαλτοπάνου.



**Σχήμα 4.1.4.1β.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δώματος συμβατικού τύπου με προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης και τελική επίστρωση πλακιδίων.

Αντιθέτως, αν δεν αποτελεί την τελική στρώση του δώματος και αυτή είναι στρώση πλακιδίων (σχήμα 4.1.4.1β.) που θα επικολληθούν με κάποιο συνδετικό κονίαμα, είναι σκόπιμο μεταξύ του ασφαλτοπάνου και του συνδετικού κονιάματος να παρεμβληθεί ένα γεωύφασμα που θα παρεμποδίζει την ανάπτυξη διατμητικών τάσεων στην επιφάνεια του ασφαλτοπάνου με κίνδυνο να του προκαλέσει

μικρορηγματώσεις. Εναλλακτικά, μπορεί να παρεμβληθεί ένα διάτρητο ασφαλτόπανο, που θα παραλαμβάνει αυτές τις τάσεις, μια επίταση άμμου ή ένα φύλλο πολυαιθυλενίου (αν και το τελευταίο κατά τη διάστρωσή του μπορεί να δημιουργεί πτυχώσεις και να δυσχεραίνει τις οικοδομικές εργασίες).

Για τη διάστρωση των παραπάνω στρώσεων θα πρέπει να εκτιμηθεί η ικανότητα του δώματος να παραλάβει τα πρόσθετα φορτία των νέων στρώσεων.

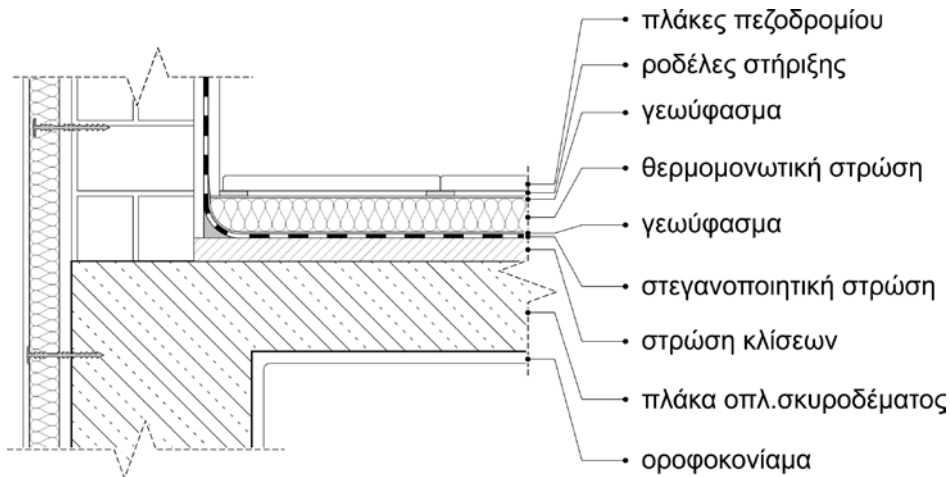
#### 4.1.4.2. Το αντεστραμμένο μονοκέλυφο δώμα

Σε ένα αντεστραμμένου τύπου μονοκέλυφο δώμα από οπλισμένο σκυρόδεμα η τυπική σειρά των στρώσεων από τον εσωτερικό χώρο προς το εξωτερικό περιβάλλον είναι:

- οροφокονίαμα,
- φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος,
- στρώση κλίσεων,
- στεγανοποιητική στρώση,
- γεώφασμα,
- θερμομονωτική στρώση,
- γεώφασμα,
- στρώση τελικής επικάλυψης.

Το αντεστραμμένου τύπου δώμα κατασκευάζεται εύκολα ως πρόσθετο σε ένα υφιστάμενο, που δεν είναι θερμομονωμένο ή είναι ανεπαρκώς θερμομονωμένο (σχήμα 4.1.4.2.). Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται επάνω στην υφιστάμενη κατασκευή, συνήθως πατά επάνω στη στεγανοποιητική στρώση, και επιτελεί διπλό ρόλο:

- αφενός προστατεύει θερμομονωτικά την όλη κατασκευή και
- αφετέρου προστατεύει τη στεγανοποιητική στρώση που βρίσκεται κάτω από αυτήν από τις υψηλές θερμοκρασίες.



**Σχήμα 4.1.4.2.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δώματος αντεστραμμένου τύπου με προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης και τελική επικάλυψη πλακών πεζοδρομίου.

Προϋπόθεση αποτελεί η επαρκής στεγανοποιητική προστασία του δώματος. Αν το δώμα είναι ικανοποιητικώς στεγανοποιημένο, οι θερμομονωτικές πλάκες τοποθετούνται απευθείας επάνω στη στεγανοποιητική στρώση, με τη μεσολάβηση ενός γεωυφάσματος (χωρίς αυτό να είναι πάντα απαραίτητο). Αν, αντιθέτως, η στεγανοποιητική στρώση έχει φθαρεί, θα πρέπει να αποκατασταθεί είτε

διορθώνοντας τα φθαρμένα σημεία είτε με διάστρωση νέας στεγανοποιητικής στρώσης. Η νέα στεγανοποιητική στρώση οφείλει να γίνει σε στεγνό και καθαρό υπόβαθρο, απαλλαγμένο από ξένα σώματα και υπολείμματα της προηγούμενης στεγανοποίησης.

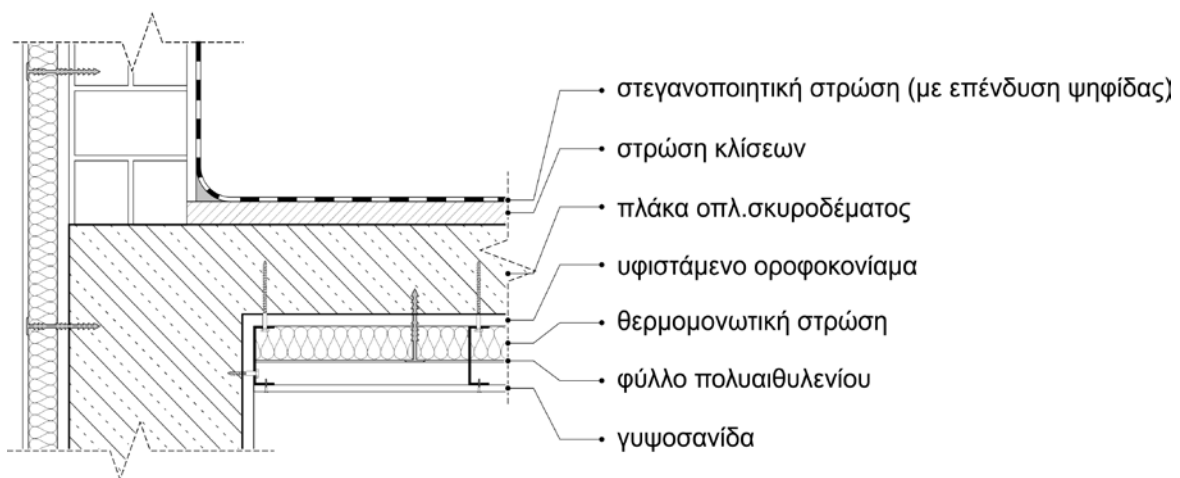
Σε αντίθεση με το συμβατικό, ως θερμομονωτικά υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνον όσα δεν προσβάλλονται από την υγρασία. Οι πλάκες της θερμομονωτικής στρώσης απλά εναποτίθενται επάνω στο δώμα και δεν συγκολλώνται σ' αυτό, ούτε συγκολλάται κάποια επίστρωση επάνω σ' αυτές, ούτως ώστε να επιτρέπεται η ελεύθερη κίνηση τους λόγω θερμικών συστολοδιαστολών. Εφόσον πρόκειται για αφρώδη οργανικά θερμομονωτικά υλικά, είναι απαραίτητο να επικαλυφθούν με προστατευτική στρώση, που θα παρεμποδίζει την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας επάνω τους. Χρησιμοποιούνται συνήθως πλάκες πεζοδρομίου που πατούν είτε απευθείας επάνω τους είτε επάνω σε ροδέλες, διαμορφώνοντας έτσι ένα βατό δώμα. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να επικαλυφθούν και με χαλίκια με στρογγυλεμένες άκρες (με πάχος στρώσης περίπου 10 cm), που θα διαμορφώσουν ένα επισκέψιμο δώμα.

Σε όλες τις περιπτώσεις (βατού ή επισκέψιμου δώματος) είναι απαραίτητο μεταξύ της θερμομονωτικής στρώσης και της τελικής επικάλυψης να μεσολαβήσει ένα γεωύφασμα, που θα συμβάλει στο διαχωρισμό των στρώσεων και στην αποφυγή συγκέντρωσης ρύπων επάνω στη στεγανοποιητική στρώση.

Στο αντεστραμμένου τύπου δώμα δεν απαιτείται η μεσολάβηση φράγματος υδρατμών, καθώς αυτό το ρόλο τον παίζει ταυτόχρονα η στεγανοποιητική στρώση, που βρίσκεται από τη θερμή πλευρά της θερμομονωτικής στρώσης.

#### 4.1.4.3. Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης κάτω από τη φέρουσα πλάκα

Η θερμομονωτική στρώση μπορεί να τοποθετηθεί και κάτω από την πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος. Σε μια τέτοια περίπτωση η προσφερόμενη θερμομονωτική προστασία του δώματος παραμένει η ίδια, αλλάζει όμως η θερμική του συμπεριφορά, καθώς η θερμοχωρητικότητά του δεν αξιοποιείται και η μεγάλη μάζα του δομικού στοιχείου δεν προστατεύεται, παραμένουσα εκτεθειμένη στις ημερήσιες και ετήσιες θερμοκρασιακές καταπονήσεις. Επιπλέον, σε μια τέτοια περίπτωση αυξάνεται ο αριθμός των θερμογεφυρών που θα δημιουργηθούν σε όλες τις θέσεις συνάντησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (εξωτερικών περιμετρικών και εσωτερικών διαχωριστικών) με την οριζόντια πλάκα του δώματος (σχήμα 4.1.4.3.).



**Σχήμα 4.1.4.3.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δώματος με τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εσωτερικά, δηλαδή κάτω από τη φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος και επικάλυψή της με σύστημα ξηράς δόμησης.

Είναι σαφώς προτιμότερο η θερμομονωτική στρώση να τοποθετηθεί από την άνω πλευρά της πλάκας και όχι κάτω από αυτήν. Ωστόσο, η χρήση του χώρου (π.χ. κτήριο με διακοπτόμενη ή περιοδική λειτουργία), καθώς και τεχνικές αδυναμίες, μπορεί να μην επιτρέπουν μια τέτοια κατασκευή και να επιλέγεται η λύση της τοποθέτησης της θερμομονωτικής στρώσης από την εσωτερική πλευρά. Για παράδειγμα, στην εσοχή ενός ορόφου (ρετιρέ) η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης επάνω από την πλάκα οδηγεί σε υπερύψωση της στάθμης του δαπέδου μέχρι και 10 cm υψηλότερα από την αρχική στάθμη, δημιουργώντας κατασκευαστικά προβλήματα από την ανισοσταθμία εσωτερικού και εξωτερικού χώρου. Ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει να λάβει σοβαρά υπόψη την εφικτότητα της λύσης που θα προτείνει και να υποδείξει τον τρόπο εφαρμογής της προτεινόμενης λύσης.

Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο σ' αυτού του τύπου την κατασκευή αποτελεί η πρόβλεψη τοποθέτησης φράγματος υδρατμών που θα παρεμποδίσει τη συμπύκνωση των διαχεόμενων υδρατμών κάτω από τη στεγανοποιητική στρώση. Υπενθυμίζεται ότι η στεγανοποιητική στρώση αποτελεί ούτως ή άλλως φράγμα υδρατμών που όμως, επειδή βρίσκεται στην ψυχρή πλευρά της θερμομονωτικής στρώσης, ευνοεί τη συμπύκνωση των διαχεόμενων υδρατμών, καθώς ανακόπτει την πορεία τους προς το εξωτερικό περιβάλλον. Ως φράγμα υδρατμών μπορεί να λειτουργήσει ένα φύλλο πολυαιθυλενίου, ένα φύλλο αλουμινίου και γενικώς κάθε υλικό με μεγάλο συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών και πρέπει να τοποθετηθεί από τη θερμή πλευρά του θερμομονωτικού υλικού (π.χ. μεταξύ θερμομονωτικής στρώσης και της γυψοσανίδας που θα την επικαλύπτει).

#### 4.1.4.4. Το αεριζόμενο δώμα

Αποτελεί δικέλυφη κατασκευή, μεταξύ των δύο κελυφών της οποίας μεσολαβεί διάκενο αερισμού.

Το εσωτερικό κάτω κέλυφος αποτελείται από το υφιστάμενο δώμα, στο οποίο επιπροσθέτως θα τοποθετηθεί η θερμομονωτική στρώση. Το άνω εξωτερικό κέλυφος αποτελεί πρόσθετη κατασκευή, που προστατεύει το εσωτερικό κέλυφος από τις καταπονήσεις που δέχεται το δώμα λόγω των καιρικών φαινομένων. Το εξωτερικό κέλυφος πατά επί στηριγμάτων επί του εσωτερικού υφιστάμενου, μεταξύ των οποίων κυκλοφορεί ελεύθερα αέρας που επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον (σχήμα 4.1.4.4.).

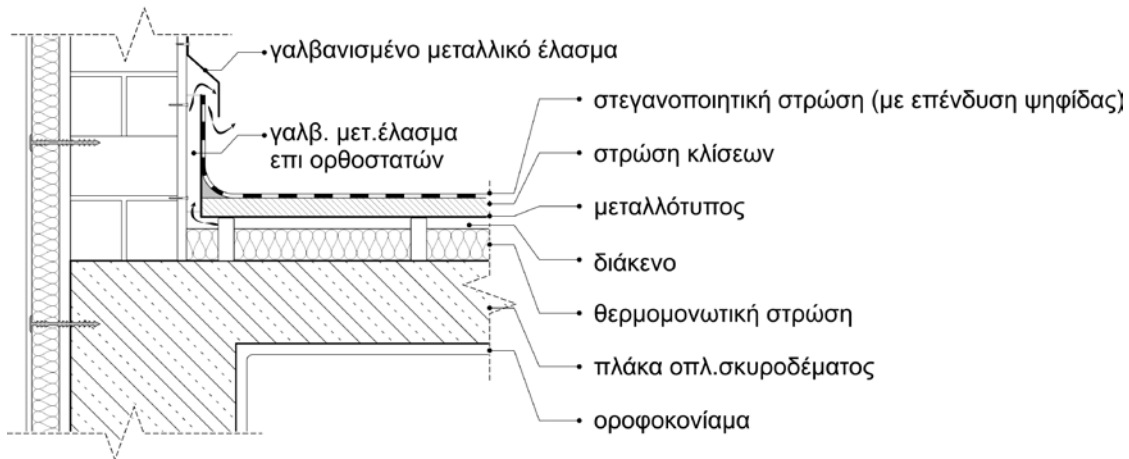
Για την ελεύθερη κίνηση του αέρα στο διάκενο διαμορφώνονται στην περίμετρό του οπές ή περιμετρική σχισμή, που προστατεύονται από πυκνό πλέγμα για την αποτροπή εισόδου στο διάκενο πτηνών, εντόμων, ζωυφίων ή άλλων οργανισμών, καθώς και ρύπων.

Για τη θερμομονωτική στρώση μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε θερμομονωτικό υλικό, αρκεί να διασφαλισθεί αφενός ότι το διάκενο θα προστατεύεται με πλέγμα που θα παρεμποδίζει τη διείσδυση ζωικών οργανισμών και αφετέρου ότι θα έχουν διαμορφωθεί κατάλληλα οι κλίσεις απορροής και δεν θα υπάρχει κίνδυνος διείσδυσης νερών της βροχής από τις οπές αερισμού λόγω συγκέντρωσης στάσιμων νερών ή υπερχειλίσης.

Το εξωτερικό κέλυφος συνήθως διαμορφώνεται από ανοξείδωτο μεταλλότυπο, που πατά επί στηριγμάτων σε διάταξη επάνω στο εσωτερικό κέλυφος. Επάνω στο μεταλλότυπο διαμορφώνεται η στρώση των κλίσεων, η στεγανοποιητική στρώση, αν κριθεί απαραίτητη (αν δηλαδή ο μεταλλότυπος κριθεί ότι δεν μπορεί να διασφαλίσει τη στεγανοποιητική προστασία της κατασκευής) και η τελική επικάλυψη, που θα προστατεύει τη στεγανοποιητική στρώση και θα επιτρέπει τη βατή ή απλώς επισκέψιμη χρήση του δώματος. Η επικαλυπτική προστατευτική στρώση μπορεί να παραλειφθεί, εφόσον η στεγανοποιητική είναι προστατευμένη (π.χ. ασφαλτόπανο με επικάλυψη ψηφίδων ή φύλλου αλουμινίου).

Διευκρινίζεται ότι στο αεριζόμενο δώμα δεν χρειάζεται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών, διότι θα πρέπει οι διαχεόμενοι υδρατμοί από τον εσωτερικό χώρο να μπορούν ελεύθερα να διέρχονται τις

στρώσεις του εσωτερικού κελύφους και να εκτονώνονται στο ενδιάμεσο διάκενο αερισμού. Επομένως, η διάστρωση π.χ. φύλλου πολυαιθυλενίου κάτω από τη θερμομονωτική στρώση σε τίποτα δεν εξυπηρετεί, ενώ η διάστρωσή του επάνω από αυτήν αναιρεί την ίδια τη λειτουργία του αεριζόμενου δώματος και συμβάλλει καθοριστικά στη συμπύκνωση των διαχεόμενων υδρατμών μεταξύ αυτού και της θερμομονωτικής στρώσης.

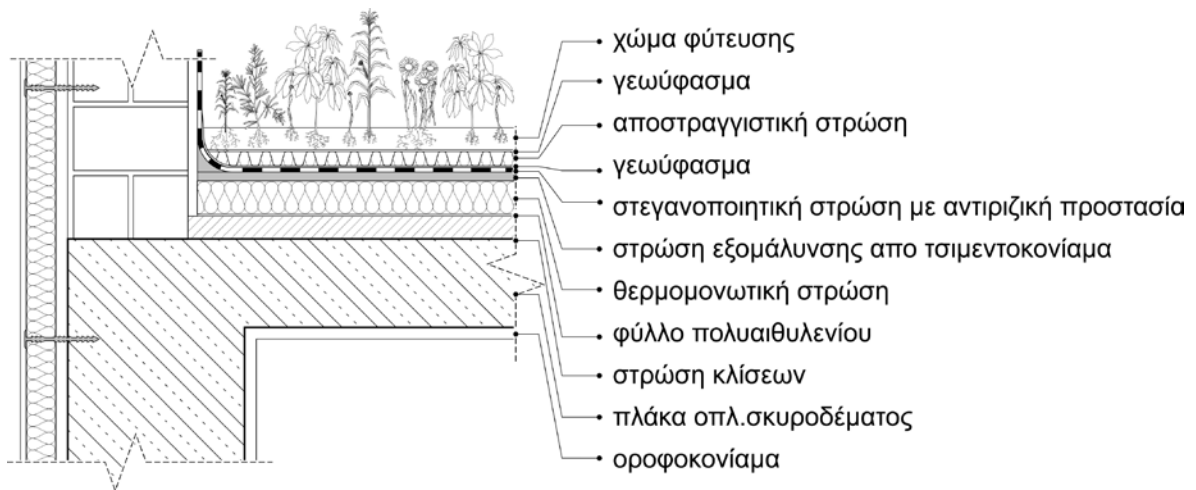


**Σχήμα 4.1.4.4.** Διαμόρφωση δίκελυφου δώματος με ενδιάμεσο διάκενο αερισμού. Το εσωτερικό κέλυφος αποτελεί το υφιστάμενο δώμα και επ' αυτού πατάει η πρόσθετη θερμομονωτική στρώση. Το δεύτερο εξωτερικό κέλυφος παίζει ρόλο προστατευτικό της όλης κατασκευής.

#### 4.1.4.5. Το φυτεμένο δώμα

Η κατασκευή ενός κήπου σε ένα υφιστάμενο δώμα δίνει την ευκαιρία, πέρα από τη βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του δώματος, να αξιοποιηθεί η επιφάνειά του για βελτίωση της αισθητικής και του περιβαλλοντικού χαρακτήρα του κτιρίου. Βασική προϋπόθεση για την κατασκευή ενός φυτεμένου δώματος αποτελεί η στατική επάρκεια της κατασκευής. Κατά κανόνα, σε υφιστάμενες κατασκευές εφαρμόζεται η λύση του φυτεμένου δώματος χαμηλών απαιτήσεων φύτευσης (εκτατικού τύπου), η οποία έχει σχετικά μικρό βάρος (σχήμα 4.1.4.5.).

Οι κηπευτικές στρώσεις μπορούν να θεωρηθούν ως στρώσεις επικάλυψης του δώματος, το οποίο συνηθέστερα είναι συμβατικού τύπου, προκειμένου να προστατεύεται η θερμομονωτική στρώση από τις συνθήκες μόνιμης υγρασίας που εμφανίζονται στις κηπευτικές στρώσεις. Στην περίπτωση κατά την οποία η υφιστάμενη στεγανοποιητική στρώση εμφανίζει προβλήματα, αυτή πρέπει να αντικαθίσταται. Ακόμη και εάν αυτή η στρώση κρίνεται επαρκής, απαιτείται και μια δεύτερη στρώση με αντοχή στη διαβρωτική δράση των ριζών ή μια στρώση που τη συνθέτουν ειδικές μεμβράνες με αντιριζική προστασία. Η στεγανοποιητική στρώση επικαλύπτεται με γεωύφασμα και επάνω σ' αυτό τοποθετείται η αποστραγγιστική στρώση. Η αποστραγγιστική στρώση έχει το διπλό ρόλο της κατακράτησης νερού και της αποστράγγισης του πλεονάζοντος νερού και αποτελείται από ειδικά αποστραγγιστικά φύλλα με κοιλότητες ή από μια στρώση ελαφρού, πορώδους υλικού, όπως της κίσηρης. Η αποστραγγιστική στρώση καλύπτεται με γεωύφασμα προς αποφυγή διείσδυσης λεπτόκοκκου υλικού από την υπερκείμενη στρώση του χώματος. Τέλος, το χώμα αποτελείται από ελαφρά μείγματα για μείωση του συνολικού βάρους της κατασκευής. Η επιλογή των φυτών εξαρτάται από το αισθητικό αποτέλεσμα, αλλά σε κάθε περίπτωση τα φυτά πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορούν να αναπτυχθούν στις ιδιαίτερες συνθήκες του κήπου, να έχουν σχετικά χαμηλό ύψος και μικρές ανάγκες συντήρησης.



**Σχήμα 4.1.4.5.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς ενός υφιστάμενου δώματος και παράλληλη ανάπτυξη κήπου επ' αυτού.

#### 4.1.5. Η θερμομονωτική προστασία της στέγης

Όπως τα δώματα, έτσι και οι στέγες δέχονται δυσμενέστερες θερμικές επιβαρύνσεις από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία του εξωτερικού κτιριακού περιβλήματος. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η ψύξη της στέγης, που προκαλείται είτε από πτώση της εξωτερικής θερμοκρασίας είτε από την επίδραση του ανέμου, είναι σημαντικά εντονότερη και ταχύτερη από των υπόλοιπων δομικών στοιχείων, ενώ κατά τη θερινή περίοδο η ηλιακή ακτινοβολία, καθώς προσπίπτει σχεδόν κάθετα στις επιφάνειες της στέγης με νότιο προσανατολισμό, μεταδίδει υψηλά θερμικά φορτία στην κατασκευή.

Οι εναλλακτικές λύσεις των δυνατών επεμβάσεων βελτίωσης της ενεργειακής ικανότητας της στέγης διαμορφώνονται κατά κύριο λόγο από την κατασκευαστική διαμόρφωση και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του υπάρχοντος δομικού στοιχείου σε συνάρτηση με την οριοθέτηση της θερμικά προστατευόμενης περιοχής των καλυπτόμενων χώρων.

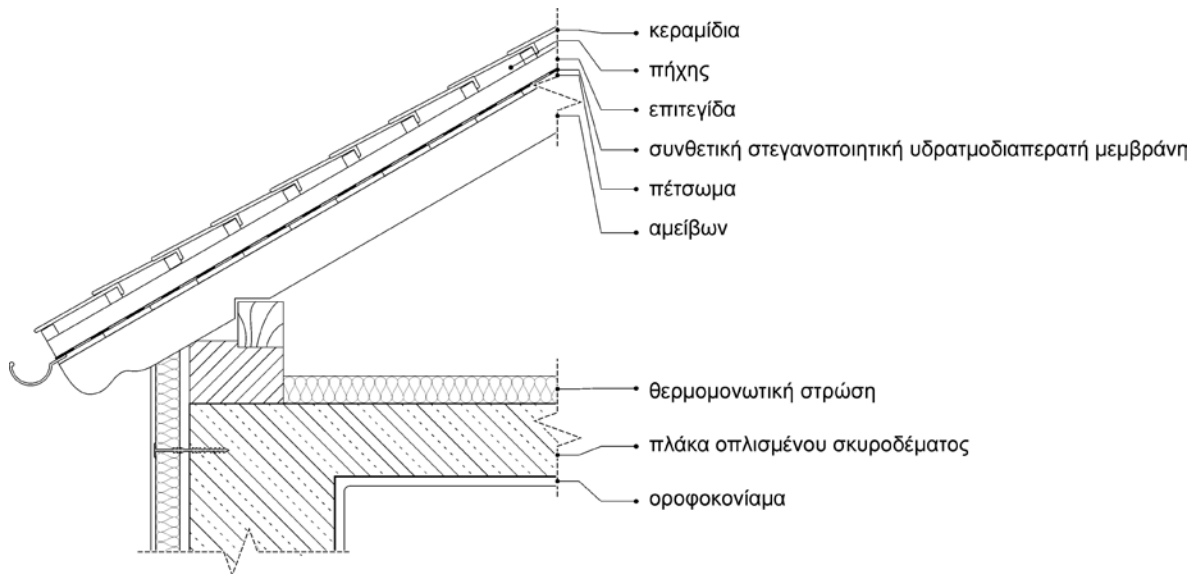
##### 4.1.5.1. Οριζόντια οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη

Η οριζόντια οροφή μπορεί είτε να αποτελεί τα υφιστάμενα –μη θερμομονωμένα ή ανεπαρκώς θερμομονωμένα– στοιχεία της πλάκας οπλισμένου σκυροδέματος ή ψευδοροφής είτε να προτείνεται ως απαραίτητο νέο κατασκευαστικό στοιχείο των οικοδομικών επεμβάσεων. Σε κάθε περίπτωση ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται σύμφωνα με όσα ορίζονται στην παράγραφο 2.1.5. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, και με εφαρμογή του πίνακα 5 της οδηγίας, στον οποίο εισάγονται τιμές της θερμικής αντίστασης του στρώματος αέρα μεταξύ της οριζόντιας οροφής και της κεκλιμένης στέγης για 4 διαφορετικές κατηγορίες κατασκευαστικών λύσεων.

Σε υφιστάμενη κατασκευή οροφής σκυροδέματος κάτω από μη θερμομονωμένη ξύλινη στέγη η ενίσχυση της θερμομονωτικής ικανότητας του συνολικού δομικού στοιχείου της στέγης μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δημιουργία θερμομονωτικής στρώσης που διαμορφώνεται στην άνω επιφάνεια της οριζόντιας οροφής (πλάκας) από σκυρόδεμα (σχήμα 4.1.5.1.).

Στην κατασκευή της θερμομονωτικής στρώσης έχουν εφαρμογή όλες οι κατηγορίες των θερμομονωτικών υλικών. Η θερμομόνωση τοποθετείται επάνω στην πλάκα του σκυροδέματος, που προηγουμένως έχει εξομαλυνθεί και καθαριστεί. Η επαφή του θερμομονωτικού υλικού με την επιφάνεια της πλάκας εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση βαριδίων από τούβλα ή άλλα υλικά σε σταθερές αποστάσεις της άνω επιφάνειας. Η άνω επιφάνεια της θερμομονωτικής στρώσης δεν θα

πρέπει να καλύπτεται από υλικά αδιαπέραστα από τους υδρατμούς (όπως φύλλα πολυαιθυλενίου, αλουμινίου και γενικώς από υλικά με υψηλό συντελεστή αντίστασης στη διάχυση των υδρατμών), ώστε να μην παρεμποδίζεται η εκτόνωση των διαχειομένων από τους εσωτερικούς χώρους υδρατμών στο τριγωνικό διάκενο που διαμορφώνεται ανάμεσα στην πλάκα και στην ξύλινη στέγη. Γενική προϋπόθεση της άρτιας και αποτελεσματικής λειτουργίας του συνολικού δομικού στοιχείου είναι η προστασία του κλειστού χώρου που διαμορφώνεται μεταξύ της οριζόντιας οροφής και των κεκλιμένων επιφανειών τόσο από τους κινδύνους διαβροχής από εξωτερικές πηγές, όσο και από την παγίδευση υγρασίας, με την τοποθέτηση στεγανοποιητικής υδρατμοδιαπερατής μεμβράνης κάτω από την επικαλυπτική στρώση της ξύλινης στέγης.



**Σχήμα 4.1.5.1.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς μιας οροφής κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη με την τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης επάνω στην οριζόντια πλάκα.

#### 4.1.5.2. Στέγη από κεκλιμένη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος

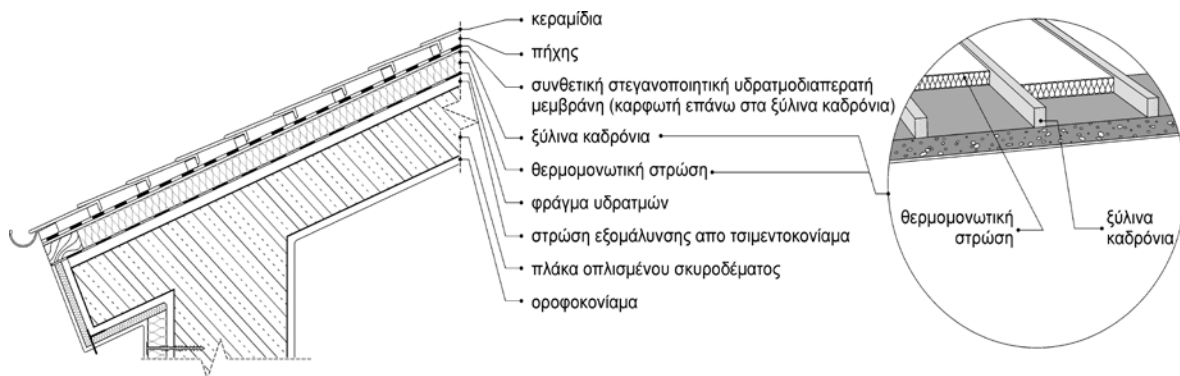
Στην περίπτωση της ενίσχυσης της θερμομονωτικής ικανότητας υφιστάμενης στέγης από κεκλιμένη πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται εναλλακτικά είτε εσωτερικά κάτω από τη φέρουσα πλάκα είτε εξωτερικά στην άνω πλευρά της φέρουσας πλάκας.

Η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εσωτερικά ταυτίζεται ουσιαστικά με τα όσα αναφέρονται για την περίπτωση των δωματίων (βλ. προηγούμενη ενότητα 4.1.4.3. «Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης κάτω από τη φέρουσα πλάκα»).

Αντίθετα, η τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εξωτερικά της φέρουσας κεκλιμένης πλάκας διαφοροποιείται σημαντικά από την ανάλογη εφαρμογή στα δώματα, εξαιτίας της κατά κανόνα εφαρμογής κεραμιδιών ως τελικής στρώσης επικάλυψης (σχήμα 4.1.5.2.).

Η τοποθέτηση των κεραμιδιών εφαρμόζεται συνήθως είτε με την κατασκευή ξύλινης υποκατασκευής είτε με τη χρήση κονιάματος (κολυμβητή τοποθέτηση). Σε κάθε περίπτωση η εφαρμογή θερμομονωτικής στρώσης προϋποθέτει την απομάκρυνση της υφιστάμενης επικάλυψης και εξυγίανση της άνω επιφάνειας της κεκλιμένης πλάκας. Κατόπιν θα πρέπει να εφαρμοστεί στρώση εξομάλυνσης από ελαφρόδεμα, που προσφέρει πρόσθετη θερμοχομόνωση, χωρίς να προσθέτει σημαντικό βάρος. Ακολούθως στην επιφάνεια του ελαφροδέματος δημιουργείται φράγμα υδρατμών με την τοποθέτηση ελαφράς στεγανοποιητικής μεμβράνης. Το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στα κενά του καννάβου που διαμορφώνεται με ξύλινα καδρόνια, με ύψος ανάλογο του απαιτούμενου

πάχους θερμομόνωσης, στην άνω επιφάνεια των οποίων τοποθετείται η συνθετική στεγανοποιητική υδρατμοδιαπερατή μεμβράνη, καρφωτή, με παρεμβολή στεγανοποιητικής ροδέλας στα σημεία της διάτρησης.



**Σχήμα 4.1.5.2.** Τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης εξωτερικά της φέρουσας κεκλιμένης πλάκας της στέγης.

Ακολουθεί η τοποθέτηση των κεραμιδιών που αγκυρώνονται σε πλέγμα πήχεων, τοποθετημένων επάνω από τη μεμβράνη. Ανάμεσα στους πήχεις τοποθετείται δεύτερη στρώση θερμομονωτικού υλικού για την εξάλειψη των θερμογεφυρών που δημιουργούνται από τα ξύλινα καδρόνια της πρώτης στρώσης. Η παρεμβολή άλλης μιας στρώσης με ξύλινες τεγίδες, πριν από την τοποθέτηση των πήχεων, σε συνδυασμό με κατασκευή οπών αερισμού για την είσοδο του αέρα και ανοιγμάτων απαγωγής στην περιοχή του κορφιά της στέγης, δημιουργεί αεριζόμενη κατασκευή, όπως περιγράφεται και στην επόμενη παράγραφο. Σ' αυτήν την περίπτωση και εφόσον χρησιμοποιηθεί και δεύτερη θερμομονωτική στρώση, θα πρέπει το πάχος του θερμομονωτικού υλικού να είναι μικρότερο από το ύψος των τεγίδων, ώστε να εξασφαλίζεται το απαραίτητο ύψος για το διάκενο αερισμού.

#### 4.1.5.3. Θερμομόνωση κεκλιμένης ξύλινης στέγης

Σε υφιστάμενη κεκλιμένη επιστέγαση επάνω από θερμαινόμενη περιοχή, η βελτίωση της θερμομονωτικής ικανότητας του δομικού στοιχείου μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη δημιουργία θερμομονωτικής στρώσης που διαμορφώνεται είτε συμπληρώνοντας τα στοιχεία των κεκλιμένων επιφανειών είτε ως διαμόρφωση οριζόντιας ψευδοροφής.

Η δημιουργία θερμομονωτικής στρώσης στο επίπεδο των κεκλιμένων επιφανειών μπορεί να ακολουθήσει εναλλακτικά:

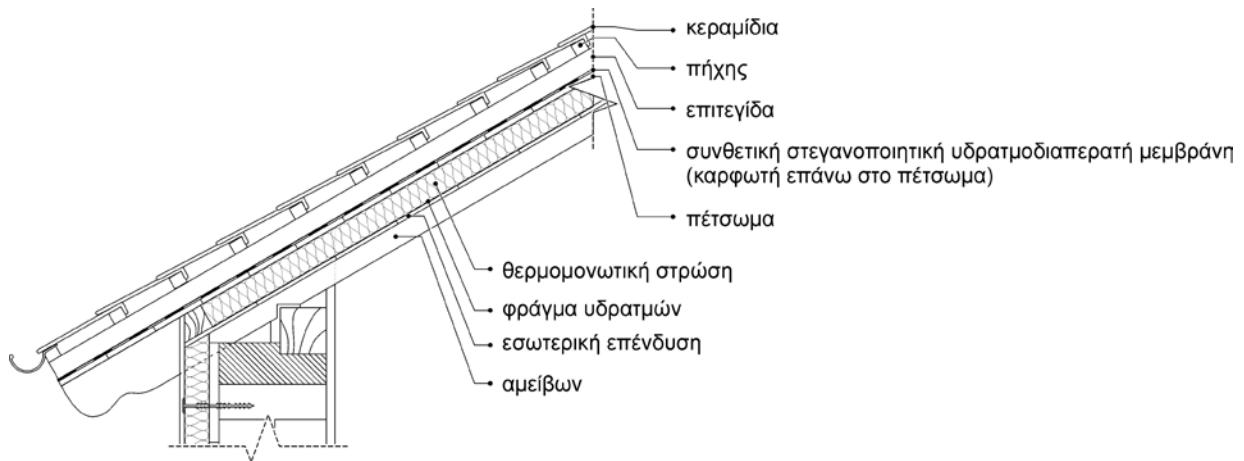
- α. τη λειτουργική - κατασκευαστική αρχή της μονοκέλυφης (μη αεριζόμενης) διατομής (σχήμα 4.1.5.3α.).
- β. τη λειτουργική - κατασκευαστική αρχή της δικέλυφης (αεριζόμενης) διατομής (σχήμα 4.1.5.3β.).

Ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας γίνεται σύμφωνα με όσα ορίζονται στην παράγραφο 2.1. της σχετικής Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010), λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιαίτερες λειτουργικές απαιτήσεις της κάθε υποπερίπτωσης. Ιδιαίτερα στην υποπερίπτωση της δικέλυφης (αεριζόμενης) διατομής, σημειώνεται ότι για τον υπολογισμό του συντελεστή θερμοπερατότητας έχουν εφαρμογή τα οριζόμενα στην παράγραφο 2.1.3. της παραπάνω Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. αναφορικά με το διάκενο που επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον.



**α. Βελτίωση με κατασκευή μονοκέλυφης (μη αεριζόμενης ) διατομής**

Η βελτίωση της διατομής πραγματοποιείται κατά βάση με την τοποθέτηση θερμομονωτικού υλικού κατάλληλου πάχους ανάμεσα στις δοκούς ή στους αμείβοντες (σχήμα 4.1.5.3α.). Η διατομή ολοκληρώνεται με την κατασκευή εσωτερικής επένδυσης (π.χ. από εμφανές σανίδωμα, οροφокονίαμα, χαρτογυψοσανίδα κτλ.). Όταν το πάχος του θερμομονωτικού υλικού προκύπτει μικρότερο από το ύψος των δοκών ή των αμείβοντων, είναι δυνατόν η εσωτερική επένδυση να τοποθετηθεί ανάμεσα στα φέροντα αυτά στοιχεία, ώστε αυτά να παραμείνουν εμφανή στο εσωτερικό του καλυπτόμενου χώρου. Εφόσον η μορφολογία της στέγης το επιτρέπει, η τοποθέτηση του συνόλου ή μέρους του θερμομονωτικού υλικού σε συνεχή στρώση κάτω από τις δοκούς ή τους αμείβοντες έχει το πλεονέκτημα της αποφυγής των θερμογεφυρών στις αντίστοιχες θέσεις αυτών των στοιχείων.

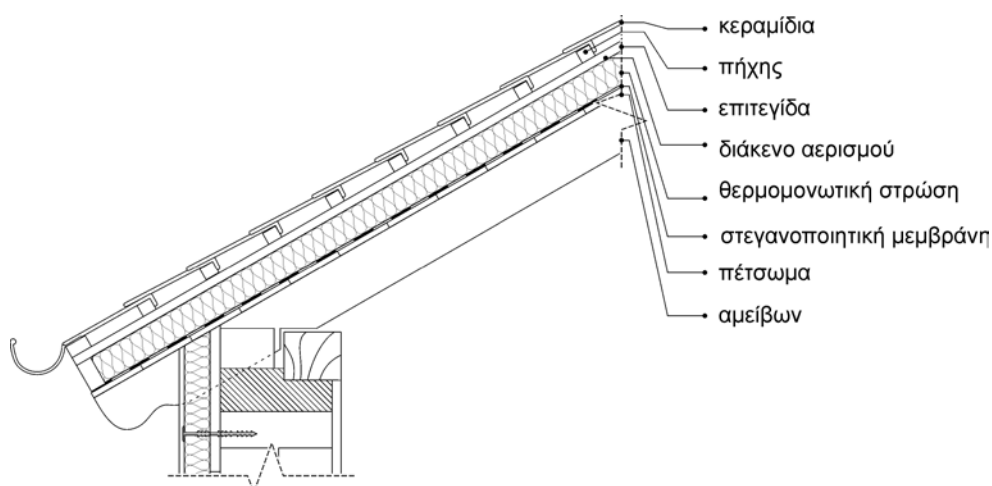


**Σχήμα 4.1.5.3α.** Διαμόρφωση μονοκέλυφης (μη αεριζόμενης) στέγης με την τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού ανάμεσα στους αμείβοντες και εσωτερική επένδυση.

Η ολοκληρωμένη και άρτια, με βάση τα κριτήρια της φυσικής των κτιρίων, λειτουργία της μη αεριζόμενης διατομής στηρίζεται τόσο στην απόλυτη εξασφάλιση του εσωτερικού της από τους κινδύνους διαβροχής από εξωτερικές πηγές, όσο και υγροποίησης διαχεόμενων υδρατμών που προέρχονται από το εσωτερικό. Γι' αυτό το σκοπό η κατασκευαστική λύση θα πρέπει να προβλέπει αποτελεσματική φραγή απέναντι στους κινδύνους διείσδυσης υδρατμών –οφειλόμενων είτε στη διαφορά πιέσεων μεταξύ εσωτερικής και εξωτερικής επιφάνειας της στέγης είτε στη μετακίνηση υδρατμών που μεταφέρονται από τις διαφυγές αέρα– με εφαρμογή κατάλληλων υλικών (φράγματα και επιβραδυντές υδρατμών, φράγματα αέρα, σφραγιστικά αρμών κτλ.).

**β. Βελτίωση με κατασκευή δικέλυφης (αεριζόμενης) διατομής**

Η κατασκευή δικέλυφης διατομής προσφέρει ανάλογες με της μονοκέλυφης δυνατότητες βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης της επιστέγασης, ενώ η υγροπροστασία της στηρίζεται στη λειτουργία της στρώσης εξαερισμού (σχήμα 4.1.5.3β.). Για την άρτια λειτουργία της στρώσης εξαερισμού απαιτείται η εξασφάλιση ενός συνεχούς διακένου, ύψους 2 - 4 cm, που διατρέχει την εξωτερική (άνω) πλευρά του, τοποθετημένου στα ενδιάμεσα των δοκών φατνώματα, θερμομονωτικού υλικού. Η λειτουργία της στρώσης εξαερισμού προϋποθέτει ανοίγματα εισόδου του αέρα στα κατώτερα σημεία της περιμέτρου της στέγης (περιοχή οριζόντιων υδρορροών) και ανοίγματα εξόδου στις ανώτερες περιοχές των κεκλιμένων επιπέδων (περιοχή κορυφογραμμών).



**Σχήμα 4.1.5.3β.** Διαμόρφωση δίκελυφης (αεριζόμενης) στέγης. Το διάκενο αερισμού διαμορφώνεται μεταξύ της θερμομονωτικής στρώσης και της τελικής επικάλυψης και συμβάλλει στην εκτόνωση των διαχεόμενων υδρατμών.

#### 4.1.5.4. Διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής

Η κατασκευή ψευδοροφής προσφέρει το υπόβαθρο στερέωσης των στοιχείων της θερμομονωτικής στρώσης. Η ψευδοροφή οδηγεί σε μείωση του όγκου του θερμαινόμενου χώρου και συμβάλλει στην αποφυγή μετακίνησης του θερμού αέρα, που προκαλείται από τη λειτουργία της θέρμανσης το χειμώνα, στα υψηλότερα σημεία του χώρου, κάτω από τον κορφιά της στέγης. Η αποτελεσματική λειτουργία της ψευδοροφής προϋποθέτει ότι ο εσωτερικός αέρας του θερμαινόμενου χώρου δεν θα είναι δυνατόν να μετακινηθεί μεταφέροντας υδρατμούς προς τον ψυχρό χώρο του διακένου μεταξύ της ψευδοροφής και του εξωτερικού κελύφους της επιστέγασης. Ιδιαίτερα στην περίπτωση που η ψευδοροφή καλύπτεται από μη μονωμένη πλάκα από οπλισμένο σκυρόδεμα, είναι απαραίτητη η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών μεταξύ άνω παρειάς της ψευδοροφής και της θερμομονωτικής στρώσης, ώστε να εμποδίζεται η μετακίνηση υδρατμών στο διάκενο και να αποφεύγεται ο κίνδυνος υγραποίησής τους στην εσωτερική επιφάνεια της κεκλιμένης πλάκας από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η κατασκευή της ψευδοροφής απαιτεί σταθερό υπόβαθρο στερέωσής της. Συνήθως βασίζεται εξ ολοκλήρου σε σύστημα ανάρτησης ή υποστηρίζεται από αυτό, με βασικά στοιχεία του συστήματος τα άγκιστρα που φέρουν τον μεταλλικό σκελετό επί του οποίου τοποθετούνται βιομηχανικές πλάκες από οργανικά ή ανόργανα υλικά (γυψοσανίδες, τσιμεντοσανίδες, πλάκες ορυκτών ινών, βέργες από ξύλο, πλαστικό, μέταλλο κτλ.).

Στη θερμομονωτική στρώση μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα τα θερμομονωτικά υλικά, σε πάχος που καθορίζεται από τις ιδιότητές τους και τις απαιτήσεις του κανονισμού. Στους υπολογισμούς της θερμομονωτικής συνεισφοράς του διακένου έχουν εφαρμογή τα αναφερόμενα στην παράγραφο 2.1.1. της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

#### 4.1.6. Θερμομόνωση οροφής υπόστυλου χώρου

Η ύπαρξη υπόστυλου χώρου (πιλοτής) στο ισόγειο μιας κατασκευής αποτελεί συνήθη πρακτική στο σύγχρονο ελληνικό τρόπο δόμησης και η θερμομόνωση της οροφής του αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη διαμόρφωση αισθήματος θερμικής άνεσης στο εσωτερικό του υπεράνω αυτής ορόφου.

- Σε κτήρια που ανεγέρθησαν πριν από την εφαρμογή του προηγούμενου Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (1979) κατά κανόνα δεν έχει προβλεφθεί θερμομονωτική προστασία της οροφής του υπόστυλου χώρου. Εάν υπάρχει, αυτή σχεδόν πάντα τοποθετήθηκε με πρωτοβουλία των ενοίκων εκ των υστέρων.
- Στα κτήρια που ανεγέρθηκαν μετά την εφαρμογή του Κανονισμού Θερμομόνωσης κανονικά πρέπει να υπάρχει θερμομονωτική προστασία. Συχνά όμως αυτή περιορίζεται μόνο στην οριζόντια πλάκα και έχει αφήσει απροστάτευτα τα περιμετρικά και ενδιάμεσα δοκάρια, δημιουργώντας ισχυρές θερμογέφυρες. Δεν είναι όμως σπάνιες οι περιπτώσεις, κατά τις οποίες παρά την πρόβλεψη τοποθέτησης θερμομονωτικής στρώσης στη μελέτη θερμομόνωσης, αυτή δεν έχει τοποθετηθεί.

Η αναδρομική θερμομονωτική προστασία μπορεί να επιτευχθεί εύκολα με την τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης από την εξωτερική πλευρά είτε με την απευθείας στερέωσή της επί της οροφής και την επικάλυψή της είτε με τη διαμόρφωση ψευδοροφής. Και στις δύο περιπτώσεις δεν χρειάζεται η τοποθέτηση φράγματος υδρατμών.

Η θερμομονωτική στρώση θεωρητικά θα μπορούσε να τοποθετηθεί και από την άνω πλευρά της φέρουσας πλάκας. Όμως σε μια τέτοια περίπτωση απαιτούνται μεγάλες οικοδομικές εργασίες, που αφενός ανεβάζουν το κόστος της οικοδομικής επέμβασης και αφετέρου προκαλούν σοβαρή αναστάτωση στη λειτουργία του χώρου. Η επέμβαση από την εσωτερική πλευρά μειώνει το καθαρό ύψος του χώρου και κατ' επέκταση οδηγεί στην απαίτηση για αλλαγή των κουφωμάτων των θυρών (εσωτερικών και εξωτερικών). Μόνο στην περίπτωση ξύλινου δαπέδου υπάρχει ενίοτε η δυνατότητα να παραμείνει το καθαρό ύψος σταθερό, εφόσον η θερμομονωτική στρώση (συνήθως ινώδους υλικού υπό μορφή παπλώματος) διαστρωθεί ανάμεσα στις δοκίδες του δαπέδου, επάνω στις οποίες στηρίζεται το ψευδοδάπεδο. Πάντως η θερμομονωτική προστασία από την εσωτερική πλευρά δεν αξιοποιεί τη θερμοχωρητικότητα του δομικού στοιχείου του δαπέδου και ευνοεί το σχηματισμό θερμογεφυρών σε όλες τις θέσεις, στις οποίες η τοιχοποιία (είτε εξωτερική περιμετρική είτε εσωτερική διαχωριστική) συναντάει το δάπεδο.

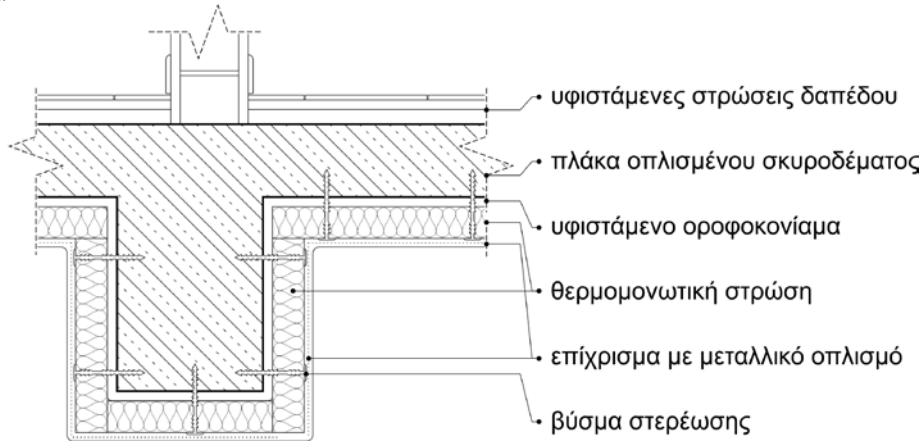
#### 4.1.6.1. Στερέωση της θερμομονωτικής στρώσης επί της οροφής

Αποτελεί τεχνική ανάλογη της αναδρομικής θερμομονωτικής προστασίας της τοιχοποιίας. Το υπόστρωμα, επί του οποίου θα αναπυχθεί η θερμομονωτική στρώση, οφείλει να είναι στεγνό, στερεό, επίπεδο και καθαρό από ξένα σώματα. Αποσπασματικές αποκολλήσεις του υφιστάμενου οροφοκονιάματος, διογκώσεις και θρυμματισμοί οδηγούν υποχρεωτικά σε καθαίρεσή του. Επίσης, διυγράνσεις, μεμονωμένες ή εκτενείς, επιβάλλουν την εξάλειψη της πηγής υγρασίας πριν από κάθε είδους επέμβαση, καθαίρεση του σαθρού επιχρίσματος και αποκατάστασή του. Η τελική επιφάνεια οφείλει να είναι επίπεδη και να επιτρέπει τη συγκόλληση της θερμομονωτικής στρώσης επί αυτής (σχήμα 4.1.6.1.).

Το θερμομονωτικό υλικό στερεώνεται επί της οροφής με ισχυρή κόλλα, συνήθως οργανικής βάσης, που προσφέρει ισχυρή πρόσφυση επάνω στο υπόστρωμα, και επιπροσθέτως με μηχανική στερέωση. Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται τόσο στις οριζόντιες πλάκες, όσο και στις δοκούς, ενδιάμεσες και περιμετρικές. Επί του θερμομονωτικού υλικού διαστρώνεται επίχρισμα σε δύο στρώσεις με τη μεσολάβηση ανοξειδωτού μεταλλικού πλέγματος σε όλη την έκταση της οροφής. Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν να είναι σε σκληρές πλάκες και όχι υπό μορφή παπλώματος.

Εναλλακτικά, ως επικαλυπτική στρώση, αντί για επίχρισμα, μπορούν να τοποθετηθούν τσιμεντοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών, μεταλλικά φύλλα (συνήθως σε εργοστασιακά κτήρια) κεραμικά πλακίδια, ξύλινα φύλλα (αντικολλητής ξυλείας) κ.τ.λ. Αυτά στηρίζονται επί μεταλλικού ή

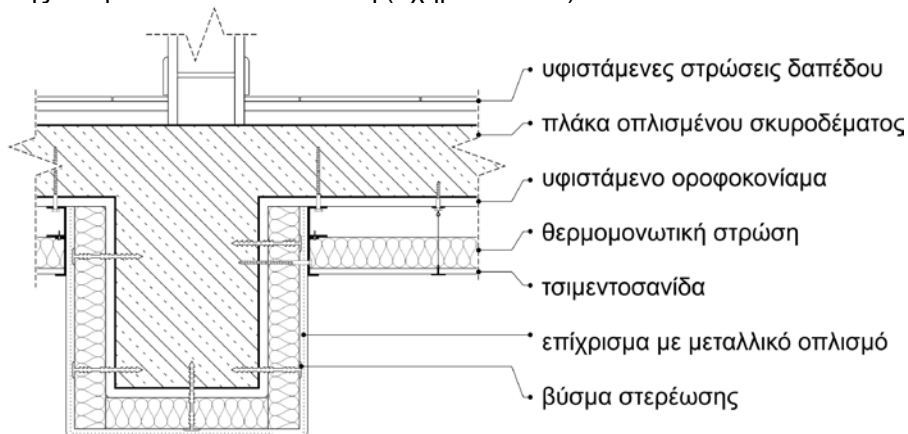
ξύλινου καννάβου με κοχλιώσεις. Οι μεταξύ τους αρμοί στοκάρονται με αρμοκονίαμα με τη μεσολάβηση πλέγματος ή γάζας στα λοξοτομημένα άκρα, προκειμένου να παραλαμβάνονται οι αναπτυσσόμενες τάσεις. Μπορούν όμως και να παραμένουν ελεύθεροι με τη διαμόρφωση αναβαθμών ή εντορμιών μεταξύ των γειτονικών φύλλων. Σ' αυτήν την κατασκευή μπορούν να χρησιμοποιηθούν όλα σχεδόν τα θερμομονωτικά υλικά. Μάλιστα πιο εύκολα στη χρήση τους είναι τα ινώδη υπό μορφή παπλώματος, διότι μπορούν ευκολότερα να παρακολουθήσουν τον κάνναβο, επί του οποίου στηρίζεται η επικαλυπτική στρώση.



**Σχήμα 4.1.6.1.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δαπέδου επάνω από υπόστυλο χώρο (πιλοτή) με την απευθείας στερέωση της θερμομονωτικής στρώσης στην οροφή (σε επαφή με τα δομικά στοιχεία) και επικάλυψή της με οροφокονίαμα ή προκατασκευασμένες πλάκες (τσιμεντοσανίδες, γυψοσανίδες κ.τ.λ.).

#### 4.1.6.2. Δημιουργία ψευδοροφής

Η ψευδοροφή αναρτάται από την οροφή και είτε παρακολουθεί τη γεωμετρία της (δοκάρια) είτε διαμορφώνεται σε ενιαίο επίπεδο (περικλείει εντός αυτής τα δοκάρια), εάν το ελεύθερο ύψος της πιλοτής επιτρέπει τέτοια κατασκευή (σχήμα 4.1.6.2.).



**Σχήμα 4.1.6.2.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δαπέδου επάνω από υπόστυλο χώρο (πιλοτή) με τη διαμόρφωση θερμομονωμένης ψευδοροφής.

Η ψευδοροφή, όπως και προηγουμένως, μπορεί να αποτελείται από τσιμεντοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών, μεταλλικά φύλλα, ξύλινες βέργες κ.τ.λ., που στηρίζονται με κοχλιώσεις επί μεταλλικού ή ξύλινου καννάβου, αποτελούμενου από κύριες και δευτερεύουσες δοκούς, κάθετες μεταξύ τους και αναρτημένες με κατάλληλα άγκιστρα (ντίτζες) από την οροφή.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε υλικό ως θερμομονωτική στρώση, το οποίο, αναλόγως του τύπου της κατασκευής, μπορεί είτε να στερεωθεί με κατάλληλα βύσματα και συγκόλληση επί του υποστρώματος είτε να πατηθεί επάνω στην ψευδοροφή. Αν όμως η απόσταση που δημιουργείται μεταξύ υφιστάμενης οροφής και ψευδοροφής είναι μεγάλη (π.χ. μεγαλύτερη των 20 cm), η θερμομονωτική στρώση είναι προτιμότερο να στερεωθεί επί της υφιστάμενης οροφής και όχι επί της ψευδοροφής.

Αυτό το διάκενο αέρα που δημιουργείται μεταξύ της υφιστάμενης οροφής και της ψευδοροφής θα πρέπει να παραμείνει κλειστό και να μην είναι αεριζόμενο. Η δε συνεισφορά του στη θερμική προστασία του δομικού στοιχείου (στον υπολογισμό της τιμής του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$ ) θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ως κλειστό στρώμα μη κινούμενου αέρα (εφόσον το πάχος του είναι μικρότερο των 30 cm), όπως αναλυτικά περιγράφεται στην παράγραφο 2.1.1. της τεχνικής οδηγίας του Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

#### 4.1.7. Θερμομόνωση δαπέδου επάνω από μη θερμαινόμενο χώρο

Είναι ανάλογη περίπτωση της θερμομονωτικής προστασίας οροφής υπόστυλου χώρου με τη διαφορά ότι το εξεταζόμενο δάπεδο βρίσκεται υπεράνω κλειστού και θερμικά μη προστατευόμενου χώρου. Απαιτείται επομένως σε όλες τις κλιματικές ζώνες μικρότερου πάχους θερμομονωτική στρώση απ' ό,τι αν ήταν ανοικτός υπόστυλος χώρος (πιλοτή).

Συναντάται συνήθως σε ισόγεια δάπεδα επάνω από υπόγειους αποθηκευτικούς χώρους, σε δάπεδα υπεράνω των κλειστών χώρων στην είσοδο της πιλοτής, σε δάπεδα επάνω από κλειστούς χώρους στάθμευσης κ.τ.λ.

Όπως και στα υφιστάμενα δάπεδα υπεράνω υπόστυλου χώρου, η θερμομονωτική στρώση κατά κανόνα τοποθετείται από την κάτω πλευρά του δαπέδου και ο ενεργειακός επιθεωρητής έχει να επιλέξει μεταξύ δύο κατασκευαστικών λύσεων:

- Της στερέωσης της θερμομονωτικής στρώσης επί της οροφής και της επικάλυψής της με οροφοκονίαμα ή προκατασκευασμένες πλάκες (τσιμεντοσανίδες, γυψοσανίδες, σανίδες ορυκτών ινών, ξύλινες πλάκες ή βέργες με εντορμίες, κεραμικά πλακίδια κ.τ.λ.).
- Της διαμόρφωσης ψευδοροφής που είτε θα παρακολουθεί τη γεωμετρία της οροφής είτε θα σχηματίζει οριζόντιο επίπεδο, εφόσον βεβαίως το ελεύθερο ύψος μεταξύ δαπέδου του χώρου και της διαμορφούμενης ψευδοροφής το επιτρέπει.

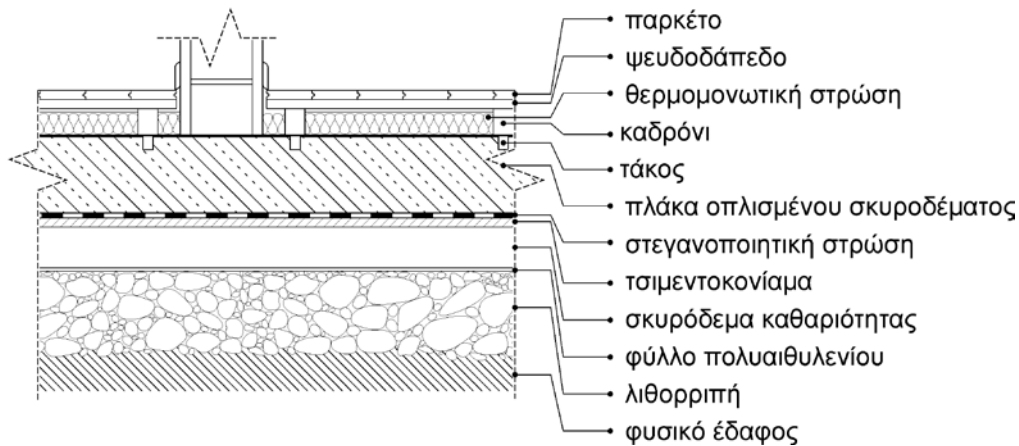
Και σ' αυτήν την περίπτωση υπάρχει θεωρητικά η δυνατότητα τοποθέτησης της θερμομονωτικής στρώσης από την επάνω πλευρά του δαπέδου. Απαιτούνται όμως και πάλι μεγάλες οικοδομικές εργασίες που ανεβάζουν το κόστος της οικοδομικής επέμβασης και προκαλούν σοβαρή αναστάτωση στη λειτουργία του χώρου. Μειώνουν το καθαρό ύψος του προστατευόμενου χώρου και οδηγούν αναπόφευκτα στην απαίτηση αλλαγής των κουφωμάτων των θυρών. Μόνο στην περίπτωση ξύλινου δαπέδου είναι δυνατόν το καθαρό ύψος να μη μειωθεί με την τοποθέτηση της θερμομονωτικής στρώσης μεταξύ των δοκίδων επί των οποίων στερεώνεται το ψευδοδάπεδο. Αλλά και πάλι σε μια τέτοια περίπτωση είναι απαραίτητη η αποξήλωση των σανίδων και η επανατοποθέτησή τους.

Σε όλες τις περιπτώσεις μόνωσης του δαπέδου επάνω από κλειστό, θερμικά μη προστατευόμενο χώρο θα δημιουργηθούν αναπόφευκτα θερμογέφυρες στις θέσεις που οι τοιχοποιίες συναντούν το δάπεδο, καθώς διακόπτεται η συνέχεια της θερμομονωτικής στρώσης. Αυτές οι θερμογέφυρες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον έλεγχο επάρκειας του συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$  του κτηρίου.

#### 4.1.8. Θερμομόνωση δαπέδου σε επαφή με το έδαφος

Για τη θερμική προστασία ενός υφιστάμενου δαπέδου που πατάει επάνω στο έδαφος δεν υπάρχουν πολλές εναλλακτικές λύσεις. Η επέμβαση από την άνω πλευρά του δομικού στοιχείου αποτελεί σχεδόν μονόδρομο. Συνήθως δύο λύσεις προσφέρονται:

- Της αποξήλωσης του υφιστάμενου δαπέδου και της διαμόρφωσης νέου με την προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης (σχήμα 4.1.8.).
- Της διατήρησης του δαπέδου στην υφιστάμενη μορφή και της προσθήκης νέου θερμομονωμένου επ' αυτού.



**Σχήμα 4.1.8.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς δαπέδου επάνω σε έδαφος με την τεχνική της αποξήλωσης του υφιστάμενου δαπέδου και της διαμόρφωσης νέου με την προσθήκη θερμομονωτικής στρώσης.

Η πρώτη λύση προσφέρεται περισσότερο σε ξύλινα δάπεδα, καθώς με την αποξήλωση του σανιδώματος μπορεί να προστεθεί θερμομονωτικό υλικό ανάμεσα στις δοκίδες και η ξύλινη επίστρωση να επανατοποθετηθεί. Όμως η αποξήλωση του υφιστάμενου δαπέδου είναι ασύμφορη σε περίπτωση δαπέδου με πλακάκια, μάρμαρο, πέτρα ή μωσαϊκό, καθώς ανεβάζει το κόστος, δημιουργεί φθορές που θα πρέπει κατόπιν να αποκατασταθούν και διακόπτει τη λειτουργία του χώρου για όσο διάστημα διαρκούν οι οικοδομικές εργασίες. Επιπλέον, με τις νέες πρόσθετες στρώσεις μπορεί να υπερυψωθεί και η τελική στάθμη και να προκύψει η ανάγκη για αλλαγή των κουφωμάτων των θυρών.

Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως δημιουργούνται έντονες θερμογέφυρες στις θέσεις συνάντησης των κατακόρυφων δομικών στοιχείων (τοιχών) με το δάπεδο, οι οποίες θα πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Η δεύτερη λύση δημιουργεί εξίσου σοβαρά προβλήματα, καθώς μ' αυτήν επίσης επέρχεται μια γενική αναστάτωση, διακόπτεται η λειτουργία του χώρου, υπερυψώνεται η τελική στάθμη και επομένως απαιτείται η αλλαγή των κουφωμάτων των θυρών. Ωστόσο, είναι συνήθως πιο περιορισμένες οι φθορές που προκαλούνται στην κατασκευή. Η λύση είναι πρόσφορη περισσότερο σε κτήρια, στα οποία προβλέπεται γενική ανακαίνιση, που θα αναδιαμορφώσει την όλη κατασκευή και πολύ λιγότερο σε κτήρια που ενδιαφέρει μόνον η θερμομονωτική τους θωράκιση.

Ο ενεργειακός επιθεωρητής θα πρέπει επίσης να έχει υπόψη του ότι το έδαφος έχει διαφορετική συμπεριφορά από αυτήν του αέρα και δεν παρακολουθεί με τον ίδιο ρυθμό τις θερμοκρασιακές διακυμάνσεις της ατμόσφαιρας. Λόγω της θερμοχωρητικότητάς του, που θεωρητικά είναι άπειρη, παρουσιάζει μια χρονική υστέρηση στις ημερήσιες και ετήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις. Μάλιστα σε βάθος περίπου 80 - 100 cm οι ημερήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις μηδενίζονται και το ίδιο συμβαίνει –στην εύκρατη ζώνη– με τις ετήσιες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις σε βάθος περίπου 14 m.

Γι' αυτό το λόγο παρουσιάζει χρονική υστέρηση και στην εμφάνιση ακρότατων τιμών, οι οποίες εξαρτώνται από το βάθος έδρασης του δομικού στοιχείου, με αποτέλεσμα κατά τη χειμερινή περίοδο η θερμοκρασία του αέρα ενός υπόγειου χώρου να παρουσιάζει ενίοτε χαμηλότερες τιμές από αυτήν του εδάφους. Έτσι, σε βάθος περίπου 3 m (δηλαδή σε βάθος ενός υπόγειου ορόφου) οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καταγράφονται στα τέλη Μαρτίου με αρχές Απριλίου και οι υψηλότερες στα τέλη Σεπτεμβρίου με αρχές Οκτωβρίου. Αυτή η χρονική υστέρηση επηρεάζει τη θερμική συμπεριφορά του δαπέδου και ενδεχομένως σε κάποιες περιπτώσεις η απουσία θερμομονωτικής στρώσης να λειτουργεί ευεργετικά για τη θερμική προστασία του κτηρίου. Γι' αυτό και ο Κ.Εν.Α.Κ. προβάλλει περιορισμένες απαιτήσεις ως προς τη θερμομονωτική προστασία ενός δομικού στοιχείου σε επαφή με το έδαφος και τις εξαρτά από το βάθος έδρασής του.

Πέραν όμως όλων των παραπάνω, ιδιαίτερα σημαντικό ζήτημα για μια κατασκευή που έρχεται σε επαφή με το έδαφος αποτελεί η πιθανή επίδραση της υγρασίας επάνω σ' αυτό. Η οποιαδήποτε λύση προταθεί οφείλει να υπολογίζει αυτήν την παράμετρο και να λαμβάνει όλα τα απαραίτητα μέτρα για την εξάλειψη του φαινομένου, πριν να προχωρήσει σε οποιαδήποτε λύση θερμομονωτικής αναβάθμισης του κτηρίου. Υπενθυμίζεται ότι τα προσβεβλημένα στοιχεία από την υγρασία χάνουν μέρος ή και το σύνολο των θερμομονωτικών ιδιοτήτων τους, επιτρέποντας μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας, καθώς το νερό, όταν εισέρχεται στους πόρους του υλικού, εκτοπίζει τον αέρα απ' αυτούς και αυξάνει στο πολλαπλάσιο τη θερμική αγωγιμότητα των προσβεβλημένων υλικών από την υγρασία.

#### 4.1.9. Κουφώματα

Η αντικατάσταση των κουφωμάτων μπορεί να συμβάλλει καθοριστικά τόσο στην εξοικονόμηση ενέργειας, όσο και στη βελτίωση των συνθηκών θερμικής άνεσης στο εσωτερικό των υφιστάμενων κτιρίων. Στην πράξη, οι εργασίες βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου με αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κουφωμάτων αναφέρονται στην:

- Διατήρηση των υφιστάμενων κουφωμάτων και εφαρμογή εργασιών αναβάθμισης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς με:
  - αντικατάσταση υαλοπινάκων,
  - επισκευή και άλλων, πλην των υαλοπινάκων, επί μέρους στοιχείων των υφιστάμενων κουφωμάτων και εξυγίανση - ενίσχυση των περιοχών συναρμογής τους στις τοιχοποιίες,
  - προσθήκη δευτέρου κουφώματος.
- Αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα βελτιωμένα.

Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα τοποθετημένα και στερεωμένα στο οικοδομικό άνοιγμα κουφώματα είναι εκτεθειμένα στη βροχή, σε ανεμοπιέσεις, σε θερμικές επιδράσεις, σε κραδασμούς, σε συστολοδιαστολές και σε επιβαρύνσεις από τις λειτουργίες των κινητών στοιχείων (φύλλων) του κουφώματος, με αποτέλεσμα οι περιοχές στερέωσης, ανάρτησης και επαφής τόσο του συνολικού στοιχείου στα οικοδομικά ανοίγματα, όσο και των επί μέρους μερών μεταξύ τους να δέχονται σημαντικές καταπονήσεις.

Ιδιαίτερα, αναφορικά με την ενεργειακή απόδοση των κουφωμάτων, ο τρόπος και η τεχνική τοποθέτησης και προσαρμογής τους στα οικοδομικά ανοίγματα μπορεί να την επηρεάσει καθοριστικά. Σε όλες τις λύσεις, θα πρέπει στις σχετικές εργασίες να γίνεται χρήση κατάλληλων υλικών και δοκιμασμένων τεχνικών εφαρμογής, ώστε να μην υποβαθμίζεται η πιστοποιημένη ποιότητα των σύγχρονων κουφωμάτων από κακοτεχνίες κατά την εφαρμογή τους στο έργο.

Συγκεκριμένα, με θερμοτεχνικά και ενεργειακά κριτήρια, οι περιοχές επαφής κάσας - οικοδομικού ανοίγματος είναι ευαίσθητες απέναντι στους κινδύνους:

- ανεπιθύμητων διαφυγών αέρα, με επακόλουθο θερμικές απώλειες από τους θερμαινόμενους εσωτερικούς χώρους προς το εξωτερικό περιβάλλον (βλ. παρ. 3.4. και πίνακες 3.22., 3.23., 3.24., 3.25. και 3.26. στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»),
- δημιουργίας θερμογεφυρών, με επακόλουθο θερμικές απώλειες και αυξημένες πιθανότητες υγραποίησης υδρατμών στις περιοχές επαφής (βλ. παρ. 2.4. και πίνακα 15 στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»),
- διείσδυσης νερού από συνδυασμένη επίδραση βροχής και ανεμοπίεσης, με επακόλουθο τόσο τη διύγρυνση και τη φθορά των υλικών των επιφανειών επαφής, όσο και τη διαφυγή θερμότητας στα υγρά τμήματα των περιοχών αυτών.

Αυτοί οι κίνδυνοι θα πρέπει να αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά:

- με κατάλληλη κατασκευαστική διαμόρφωση των οικοδομικών ανοιγμάτων, ώστε να προστατεύονται κατά το δυνατόν οι περιοχές επαφής,
- με ένταξη της κάσας στο ίδιο επίπεδο με εκείνο της θερμομονωτικής στρώσης της τοιχοποιίας που περιβάλλει το άνοιγμα,
- με εφαρμογή υλικών που αποκλείουν σε κάθε περίπτωση τη θερμική γεφύρωση ανάμεσα στην κάσα και στην τοιχοποιία που περιβάλλει το οικοδομικό άνοιγμα (όπως π.χ. είναι οι θερμομονωτικές λωρίδες, οι μονωτικοί αφροί κ.τ.λ.),
- με εφαρμογή υλικών πλήρωσης και σφράγισης αρμών που εξασφαλίζουν υδατοστεγανότητα και αεροστεγανότητα (όπως π.χ. είναι οι μεμβράνες, τα κορδόνια, οι μαστίχες, οι σιλικόνες κ.τ.λ.) και
- με εφαρμογή τεχνικών που εξασφαλίζουν τη σταθεροποίηση του κουφώματος στο άνοιγμα και επιτρέπουν την ασφαλή παραλαβή μικρομετακινήσεων, τη σταθερότητα των διαστάσεων των αρμών και τη σταθερή στο χρόνο πρόσφυση των προστατευτικών υλικών.

Ας σημειωθεί ότι παράλληλα με την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης, τα περισσότερα από τα παραπάνω μέτρα συνεισφέρουν και στην αισθητή βελτίωση της ηχομονωτικής συμπεριφοράς του κουφώματος.

#### **4.1.9.1. Διατήρηση των υφιστάμενων κουφωμάτων και εφαρμογή εργασιών αναβάθμισης της ενεργειακής τους συμπεριφοράς**

##### **α. Με αντικατάσταση υαλοπινάκων**

Η αντικατάσταση των υαλοπινάκων με νέους έχει τη δυνατότητα να προσφέρει σημαντική βελτίωση στη συνολική συμπεριφορά και την ενεργειακή απόδοση των υφιστάμενων κουφωμάτων. Γενικός στόχος της αντικατάστασης είναι η τοποθέτηση νέων υαλοπινάκων με βελτιωμένα ενεργειακά χαρακτηριστικά στη θέση των παλαιών (βλ. σχετικά στις Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-1/2010 και 20701-2/2010), που είτε είναι απλοί ή μονοί υαλοπίνακες είτε είναι δίδυμοι αλλά παλαιότερης τεχνολογίας, με χαμηλή απόδοση ή, ακόμη, φέρουν ατέλειες, φθορές ή βλάβες οφειλόμενες στην επίδραση του χρόνου (π.χ. παγίδευση υγρασίας στο διάκενο των διπλών υαλοπινάκων, καταστροφή υλικών σφράγισης αρμών κ.τ.λ.).

Από οικοδομικής πλευράς, κύριες και καθοριστικές προϋποθέσεις για την αντικατάσταση των υαλοπινάκων με νέους αποτελούν :



- Η γενικότερη κατάσταση φθοράς του συνολικού στοιχείου του κουφώματος και ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητάς του.
- Ο έλεγχος της φέρουσας ικανότητας των κινητών φύλλων και των εξαρτημάτων ανάρτησης και λειτουργίας του κουφώματος.
- Η καταλληλότητα των διατομών να δεχτούν, έστω και με κατασκευαστικές βελτιώσεις ή προσθήκες, τους νέους υαλοπίνακες.

Το βασικό πλεονέκτημα της αντικατάστασης των υφιστάμενων υαλοπινάκων με νέους έγκειται στις κατά κανόνα ηπιότερες και συντομότερες σε χρονική διάρκεια οικοδομικές επεμβάσεις που απαιτούνται σε σύγκριση με τις λοιπές εναλλακτικές περιπτώσεις και εντοπίζονται κατά βάση στο κάθε κούφωμα, χωρίς να επηρεάζονται τα οικοδομικά ανοίγματα, το επίχρισμα οι χρωματισμοί κ.τ.λ., εκτός αν οι εργασίες αποτελούν μέρους γενικότερης αναβάθμισης του κελύφους. Θα πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ως μειονέκτημα το γεγονός ότι χωρίς γενικότερη αναβάθμιση της συμπεριφοράς και απόδοσης του συνολικού κουφώματος και τα ίδια τα περιθώρια βελτίωσης είναι ανάλογα περιορισμένα, εξαρτώμενα κυρίως από τα ενεργειακά χαρακτηριστικά της υάλωσης και τα κατασκευαστικά - μορφολογικά χαρακτηριστικά του υφιστάμενου κουφώματος (π.χ. το υλικό κατασκευής, τον αριθμό των φύλλων, το ποσοστό πλαισίου κ.τ.λ.).

#### **β. Με επισκευή και άλλων, πλην των υαλοπινάκων, επί μέρους στοιχείων των υφιστάμενων κουφωμάτων και εξυγίανση - ενίσχυση των περιοχών συναρμογής τους στις τοιχοποιίες.**

Γενικότερες επεμβάσεις στα υφιστάμενα κουφώματα, που δεν περιορίζονται μόνο στην αντικατάσταση των υαλοπινάκων αλλά την συμπληρώνουν, προσφέρουν σαφώς περισσότερες δυνατότητες βελτίωσης όχι μόνο της ενεργειακής συμπεριφοράς τους αλλά και των γενικότερων λειτουργικών και προστατευτικών χαρακτηριστικών τους.

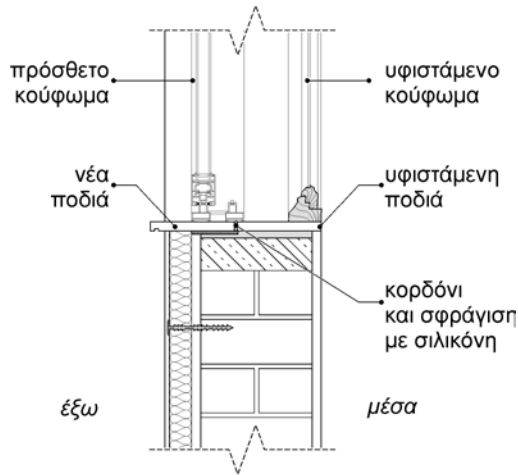
Από καθαρά ενεργειακή σκοπιά, ιδιαίτερη είναι η σημασία της εξασφάλισης της υδατοστεγανότητας και –ακόμη περισσότερο– της ανεμοστεγανότητας του κουφώματος. Οι βελτιωτικές επεμβάσεις προς το σκοπό αυτό θα πρέπει, αφού αποκαταστήσουν αρχικά ενδεχόμενες φθορές ή βλάβες, να ενισχύσουν τις ευαίσθητες περιοχές με εφαρμογή κατάλληλων σύγχρονων υλικών (ελαστικών παρεμβυσμάτων, ψυκτρών κ.τ.λ.). Η σφράγιση σχισμών και αρμών και η τοποθέτηση ελαστικών παρεμβυσμάτων ανεμοστεγανότητας στις εγκοπές συναρμογής κάσας - φύλλου βελτιώνουν σημαντικά τόσο την ενεργειακή, όσο και την ηχομονωτική απόδοση του στοιχείου. Ανάλογες επεμβάσεις στα φύλλα ασφαλείας, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις παλαιάς τεχνολογίας ρολών, μπορούν να συνεισφέρουν ακόμη περισσότερο στην αναβάθμιση της απόδοσης του κουφώματος.

Εφόσον η εφαρμογή των παραπάνω επεμβάσεων υλοποιείται σε συνδυασμό με γενικότερες βελτιωτικές επεμβάσεις ενίσχυσης του εξωτερικού κελύφους (κατά κανόνα της τοιχοποιίας) με κατασκευή θερμομονωτικής στρώσης, δημιουργούνται οι προϋποθέσεις μιας ολοκληρωμένης ενεργειακής αναβάθμισης.

#### **γ. Με προσθήκη δεύτερου κουφώματος**

Η προσθήκη δεύτερου κουφώματος (σχήμα 4.1.9.), κατά κανόνα εξωτερικά σε σχέση με το υφιστάμενο, αποτελεί ενεργειακά αποδοτικότερη επέμβαση σε σύγκριση με την αντικατάσταση των υαλοπινάκων. Με βασική προϋπόθεση την εναρμόνιση της λειτουργίας του πρόσθετου κουφώματος με τη λειτουργία του υφιστάμενου, ώστε το νέο σύνολο να εξασφαλίζει ικανοποιητική ενιαία και αδιατάρακτη λειτουργία (με ιδιαίτερη δυσκολία στα ανοιγόμενα κουφώματα), μια παρόμοια επέμβαση επιτυγχάνει, εφόσον είναι άρτια κατασκευαστικά, τη βελτίωση τόσο του συντελεστή θερμοπερατότητας, όσο και της ηχομονωτικής προστασίας που το στοιχείο προσφέρει.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, σε σύγκριση με την αντικατάσταση των υαλοπινάκων, τα πλεονεκτήματα της περιορισμένης αναστάτωσης των οικοδομικών εργασιών, της ασφάλειας και της δυνατότητας λειτουργίας των χώρων στη διάρκεια εκτέλεσης των εργασιών, εξουδετερώνεται από το υψηλότερο κατά κανόνα κόστος μιας παρόμοιας επέμβασης.



**Σχήμα 4.1.9.** Βελτίωση της θερμομονωτικής συμπεριφοράς του κουφώματος με τη διατήρηση του υφιστάμενου και προσθήκη και δεύτερου (συρόμενου) εξωτερικά (σχεδόν συνεπίπεδου με την εξωτερική επιφάνεια της τοιχοποιίας).

#### 4.1.9.2. Αντικατάσταση των υφιστάμενων κουφωμάτων με νέα βελτιωμένα

Η βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου με αντικατάσταση των κουφωμάτων του αποτελεί τη ριζικότερη αλλά ταυτόχρονα την περισσότερο δαπανηρή και σύνθετη επέμβαση. Ιδιαίτερα ο συνδυασμός της κατασκευής πρόσθετης θερμομόνωσης στα αδιαφανή στοιχεία του κτιριακού κελύφους με την ταυτόχρονη αντικατάσταση των κουφωμάτων τους προσφέρει, στις περισσότερες των περιπτώσεων, δυνατότητες για ολοκληρωμένη, αρτιότερη και αποτελεσματικότερη λειτουργία της συνολικής επέμβασης. Οι εργασίες απομάκρυνσης των υφιστάμενων κουφωμάτων προσφέρουν δυνατότητες εξυγίανσης σε βάθος, σε όλη την έκταση της περιμέτρου επαφής με τις περιβάλλουσες τοιχοποιίες και τα δάπεδα.

Σε συνάρτηση με το υλικό κατασκευής των νέων κουφωμάτων (αλουμίνιο, ξύλο, συνθετικό κ.τ.λ.), τα σταθερά και κινητά τους μέρη, τον αριθμό των φύλλων (μονόφυλλα, δίφυλλα) και τη λειτουργία τους (ανοιγόμενα, συρόμενα κ.τ.λ.) είναι απαραίτητο να ελέγχονται οι απαιτήσεις στερέωσής τους στα καθαρά (οικοδομικά) ανοίγματα και οι κατασκευαστικές δυνατότητες των παρειών των ανοιγμάτων να τα δεχτούν. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να επιλέγονται τα κατάλληλα υλικά και εξαρτήματα στερέωσης και, εφόσον κρίνεται απαραίτητη, η ενίσχυση των ανοιγμάτων. Είναι σαφές ότι οι περιοχές επαφής των νέων πλαισίων με τις κατακόρυφες παρειές και τις οριζόντιες επιφάνειες επαφής (ποδιές) των ανοιγμάτων θα πρέπει να εξασφαλίζουν με κάθε τρόπο την αποφυγή δημιουργίας θερμογεφυρών, με εφαρμογή κατάλληλων υλικών (θερμομονωτικών αφρών, διογκούμενων ταινιών, κορδονιών κ.τ.λ.) και ταυτόχρονα την αεροστεγανότητα των κάθε φύσεως αρμών.

Δεδομένου ότι τα περισσότερα σύγχρονα κουφώματα ενσωματώνουν στο πλαίσιό τους ρολά ασφαλείας, θα πρέπει να ελέγχονται τα θερμομονωτικά τους χαρακτηριστικά, ώστε η απόδοσή τους να μην υποβαθμίζει την απόδοση του συνολικού στοιχείου.

## 4.2. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗΣ Η/Μ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Προκειμένου να μειωθεί περαιτέρω η τελική ενεργειακή κατανάλωση του προς επιθεώρηση υφιστάμενου κτηρίου και αυτό να αποτυπωθεί με τη μείωση της κατανάλωση καυσίμων κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής του απόδοσης, υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής διαφόρων επεμβάσεων αναβάθμισης των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, όπως περιγράφονται συνοπτικά στις επόμενες ενότητες. Αναλυτική αναφορά για τις τεχνολογίες εξοικονόμησης και τις διαθέσιμες ηλεκτρομηχανολογικές τεχνολογίες, καθώς και για τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, γίνεται στις θεματικές ενότητες ΔΕ5 και ΔΕ4 αντίστοιχα.

### 4.2.1. Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, αερισμού.

Προκειμένου να βελτιωθεί και να αναβαθμιστεί η ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης / ψύξης των χώρων, ο επιθεωρητής μπορεί να προτείνει τις ακόλουθες επεμβάσεις:

**Αντικατάσταση του παλαιού λέβητα** με νέο υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης (πετρελαίου ή φυσικού αερίου με πιστοποίηση), μονοβάθμιο ή πολυβάθμιο για την αποδοτική λειτουργία σε μερικά ή/και ολικά φορτία. Τα μερικά φορτία μπορούν να αντιμετωπιστούν και με τη χρήση περισσότερων του ενός λέβητα με διαφορετικές θερμικές αποδόσεις ή και με τη χρήση δεξαμενών θερμικής αδράνειας. Σε περίπτωση ανακαίνισης του κτηρίου (θερμομόνωση, αεροστεγανότητα κ.τ.λ.), θα απαιτηθεί επαναδιαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης. Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται είναι ανάλογη της κατάστασης του υφιστάμενου λέβητα και της βελτίωσης του βαθμού απόδοσης, ανάλογα με την τεχνολογία του νέου λέβητα και μπορεί να είναι της τάξης του 5-15%.

**Τακτική συντήρηση** και έλεγχος των μονάδων κεντρικής θέρμανσης, όπως καθαρισμός καυστήρα, λέβητα, καμινάδας, δεξαμενής καυσίμου, ρύθμιση καύσης, ανάλυση καυσαερίων, μόνωση καπναγωγού και καπνοδόχου, έλεγχος και ρύθμιση λειτουργίας συστήματος, κ.ά., προκειμένου να αυξηθεί η θερμική απόδοση του λέβητα - καυστήρα. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται είναι της τάξης του 3-10%, ανάλογα με την παλαιότητα του λέβητα και τις εργασίες αναβάθμισης. Στις μονάδες μεγάλης θερμικής ισχύος, καθώς και σ' αυτές που λειτουργούν σε ετήσια βάση (24 μήνες), προτείνεται η συντήρηση να επαναλαμβάνεται κάθε 6 μήνες. Αντίστοιχα, στις μονάδες μικρής θερμικής ισχύος, καθώς και σ' αυτές που λειτουργούν μόνο κατά τη θερινή περίοδο, προτείνεται η συντήρηση να γίνεται μία φορά το χρόνο.

**Αντικατάσταση των παλαιών ή προβληματικών συστημάτων ψύξης** (δροσισμού χώρων), όπως ψύκτες ή κεντρικές αντλίες θερμότητας, με νέα υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης συστήματα, μονοβάθμια ή πολυβάθμια για την αποδοτική λειτουργία σε μερικά ή/και ολικά φορτία. Τα μερικά φορτία μπορούν να αντιμετωπιστούν και με τη χρήση περισσότερων του ενός ψύκτη/αντλίας θερμότητας, με διαφορετικές ψυκτικές αποδόσεις ή με τη χρήση δεξαμενών ψυκτικής αδράνειας. Οι κεντρικές μονάδες ψύξης μπορούν να σχεδιαστούν έτσι, ώστε να λειτουργούν με ταυτόχρονη αξιοποίηση της θερμικής ενέργειας του συμπυκνωτή για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Στην περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτηρίου (με θερμομόνωση, αεροστεγανότητα, σκίαση κ.τ.λ.) θα απαιτηθεί επαναδιαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης. Η εξοικονόμηση μπορεί να υπερβεί και το 75%, ανάλογα με την παλαιότητα των μονάδων. Για τις τοπικές αντλίες θερμότητας, προτείνεται η χρήση συστημάτων με δείκτη ενεργειακής απόδοσης  $EER > 3$  (ενεργειακής κλάσης A). Τα συστήματα με ενσωματωμένο ρυθμιστή στροφών (inverter), που περιορίζουν την κατανάλωση σε περιπτώσεις απαίτησης μερικών φορτίων, προτείνονται μόνο σε περιπτώσεις συνεχούς λειτουργίας των

συστημάτων για ψύξη κι όχι για συστήματα που λειτουργούν περιστασιακά, όπως στις κατοικίες σε περιπτώσεις καύσωνα. Η εξοικονόμηση ενέργειας από την αντικατάσταση τοπικών κλιματιστικών 15-ετίας (EER  $\approx$  1,7), με νέα υψηλής απόδοσης (EER  $\approx$  3,5) μπορεί να υπερβεί το 50%.

**Εναλλακτικά, με τους συμβατικούς ψύκτες ή αντλίες θερμότητας** δύναται να γίνει χρήση συστημάτων αξιοποίησης της γεωθερμίας (όπου υπάρχει διαθέσιμη επιφάνεια εδάφους ή δυνατότητα εφαρμογής κατακόρυφου ή οριζόντιου εναλλάκτη) ή/και των υπόγειων υδάτινων ρευμάτων νερού και υφάλμυρου νερού ή/και θαλασσινού νερού. Η αξιοποίηση υδάτινων ρευμάτων μπορεί να συνδυαστεί με συστήματα ύδρευσης και άρδευσης ή/και συστήματα αφαλάτωσης. Αυτά τα συστήματα αναφέρονται παρακάτω στις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

**Τακτική συντήρηση** και έλεγχος του συστήματος παραγωγής ψύξης (τοπικές και κεντρικές αντλίες θερμότητας, ψύκτες), όπως έλεγχος της πίεσης και θερμοκρασίας ψυκτικού μέσου, καθαρισμός των μονάδων και ιδιαίτερα των πύργων ψύξης, απολύμανση συστημάτων, ρύθμιση και έλεγχος της λειτουργίας τους, κ.τ.λ., προκειμένου να αυξηθεί η ψυκτική απόδοσή τους.

**Τακτική συντήρηση και αναβάθμιση του δικτύου διανομής** (θέρμανσης ή/και ψύξης) και των τερματικών μονάδων, όπως αντικατάσταση θερμομόνωσης σωλήνων, περιορισμός των διαρροών δικτύου διανομής, εξαέρωση δικτύου, έλεγχος και ρύθμιση λειτουργίας αντλιών ή κυκλοφορητών, έλεγχος διαρροών και θερμικής απόδοσης σωμάτων καλοριφέρ, έλεγχος διαρροών και απόδοσης άλλων τερματικών μονάδων θέρμανσης / ψύξης (μονάδες ανεμιστήρα στοιχείου, ενδοδαπέδιο σύστημα, κ.τ.λ.) και ρύθμιση λειτουργίας κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (μονάδες διαχείρισης νωπού αέρα), κ.τ.λ. για τον περιορισμό των θερμικών / ψυκτικών απωλειών κατά τη διανομή και απόδοση (εκπομπή) του θερμικού / ψυκτικού φορτίου στους χώρους. Η θερμομόνωση των υφιστάμενων σωληνώσεων δικτύου διανομής, και ιδιαίτερα κατά τη διέλευσή τους από μη θερμαινόμενους / ψυχόμενους χώρους, είναι ιδιαίτερα αποδοτική.

Τα **θερμαντικά σώματα** και οι λοιπές τερματικές μονάδες θέρμανσης / ψύξης (ενδοδαπέδια, επιτοίχια, κ.τ.λ.) δεν πρέπει να καλύπτονται από τυχόν εμπόδια, διότι περιορίζεται η θερμική / ψυκτική απόδοσή (εκπομπή) τους. Ανάλογα με την κάλυψη, τα εμπόδια μειώνουν την απόδοση από 4% έως 15%.

**Τοποθέτηση ή αναβάθμιση των διατάξεων αυτόματου ελέγχου** στα συστήματα θέρμανσης / ψύξης, όπως σε διατάξεις θερμοκρασιακής ή υδραυλικής αντιστάθμισης, χρονοδιακόπτες, θερμοστάτες χώρων, ρυθμιστές στροφών (inverter) κ.τ.λ. Η θέση των θερμοστατών πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά και να είναι μακριά από τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας, π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα. Επιλογή κατάλληλης θερμοκρασίας θέρμανση / ψύξης χώρων.

**Ανάκτηση θερμότητας που απορρίπτεται από διάφορες διεργασίες μέσω εναλλακτών.** Η ύπαρξη απορριπτόμενης θερμότητας, η οποία δύναται να ανακτηθεί αποτελεί έναν οικονομικό τρόπο παραγωγής Z.N.X. Αυτή η δυνατότητα παρουσιάζεται κυρίως σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, σε μεγάλα κτηριακά συγκροτήματα και σε κτήρια μεγάλης επιφάνειας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις ποσά θερμότητας μπορούν να ανακτηθούν από το καυσαέριο των συσκευών καύσης, από τους συμπυκνωτές των ψυκτών / αντλιών, από τον απορριπτόμενο αέρα των συστημάτων εξαερισμού, κλιματισμού, από τους αγωγούς λυμάτων, κ.τ.λ. Ο τρόπος αξιοποίησης της απορριπτόμενης θερμότητας για την παραγωγή Z.N.X. εξαρτάται από τη διαθέσιμη παροχή και τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του απορριπτόμενου μέσου και της επιθυμητής τιμής του Z.N.X. Στην περίπτωση κατά την οποία το απορριπτόμενο ρεύμα εμφανίζει μικρότερο θερμοκρασιακό επίπεδο ή

μικρή παροχή, η εκμετάλλευσή του γίνεται με τη χρήση αντλιών θερμότητας, ενώ στην αντίθετη περίπτωση είναι δυνατή η υπό όρους άμεση θέρμανση του Ζ.Ν.Χ. με τη βοήθεια ενός εναλλάκτη.

Στην περίπτωση ριζικής ανακαίνιση κτηρίων, οπότε απαιτείται **διαστασιολόγηση** νέων συστημάτων για τη θέρμανση ή/και ψύξη ή/και αερισμό ενός κτηρίου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις των επί μέρους χώρων (θερμικών ζωνών), όπως διαφοροποιούνται ανάλογα με τον προσανατολισμό, τα εσωτερικά κέρδη και το προφίλ λειτουργίας (π.χ. χρήση χώρων και ωράριο λειτουργίας). Η κάλυψη των απαιτούμενων θερμικών/ψυκτικών φορτίων στους επί μέρους χώρους ενός κτηρίου, θα πρέπει να γίνεται με διαφορετικές μονάδες. Από τους χώρους που παρουσιάζουν έντονο ηλιασμό μπορεί να ανακτηθεί η θερμότητα και να μεταφερθεί σε διπλανούς πιο ψυχρούς χώρους μέσω κατάλληλων διατάξεων. Επίσης θα πρέπει να εκτιμάται η διακύμανση των μερικών φορτίων και να προβλέπονται ειδικές διατάξεις ή πολυβάθμια συστήματα.

Χρήση συστημάτων **συμπαγωγής ηλεκτρισμού θερμότητας / ψύξης (Σ.Η.Θ.)**, ιδιαίτερα στα κτήρια του τριτογενούς τομέα με μεγάλα θερμικά φορτία. Συνήθως η χρήση συστημάτων συμπαγωγής απαιτεί την ύπαρξη διπλάσιων φορτίων θέρμανσης σε σχέση με τα ηλεκτρικά φορτία. Ο κινητήρας ενός Σ.Η.Θ. παράγει ηλεκτρική ενέργεια, ενώ η παραγόμενη θερμική ενέργεια από το σύστημα ψύξης και τα απορριπτόμενα καυσαέρια, ανακτάται μέσω διατάξεων εναλλακτών και αξιοποιείται για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης, τη θέρμανση χώρων ή την παραγωγή ψύξης μέσω συστημάτων απορρόφησης ή προσρόφησης.

Η **χρήση φυσικού αερίου**, ως πηγής θερμότητας, αν και δεν συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές, μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> της εγκατάστασης θέρμανσης. Ειδικά ο επιτοίχιος λέβητας συμπυκνώσεως προφέρει, πέρα από τον αποκεντρωμένο έλεγχο (αυτονομία σε κάθε διαμέρισμα πολυκατοικίας), έως και 35% μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σχέση με το λέβητα πετρελαίου.

#### 4.2.2. Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Η παραγωγή και κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης, ιδιαίτερα σε ορισμένες χρήσεις κτηρίων (νοσοκομεία, ξενοδοχεία, κατοικίες, κ.ά.) είναι ένα πολύ σημαντικό θερμικό φορτίο και επιβαρύνει ενεργειακά τα κτήρια σε ποσοστό από 10% έως και 25%, ανάλογα με την τελική ζήτηση (καθαριότητα, μαγείρεμα, πλυντήρια, αποστείρωση, κ.ά.).

Οι βασικοί τρόποι εξοικονόμησης στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. είναι οι εξής:

Η παραγωγή στις υφιστάμενες κατοικίες γίνεται κυρίως με την χρήση ηλεκτρικών θερμαντήρων και η ενεργειακή κατανάλωση είναι ακόμη μεγαλύτερη αν αναχθεί σε πρωτογενή ενέργεια. Η κάλυψη των φορτίων για ζεστό νερό χρήσης (Ζ.Ν.Χ.) είναι προτιμότερο να γίνεται **από μονάδα λέβητα - καυστήρα** (π.χ. πετρελαίου, φυσικού αερίου, κ.ά.), αφού οι ηλεκτρικοί θερμαντήρες καταναλώνουν την τριπλάσια πρωτογενή ενέργεια για την κάλυψη του ίδιου θερμικού φορτίου σε σχέση με την καύση πετρελαίου, φυσικού αερίου ή υγραερίου. Επίσης σε περίπτωση χρήσης συμβατικών μονάδων λέβητα - καυστήρα για την παραγωγής Ζ.Ν.Χ. και κατά τη θερινή περίοδο, προτείνεται αυτές οι μονάδες να είναι ξεχωριστές από τις μονάδες θέρμανσης χώρων, ώστε να μη χρησιμοποιείται μια μονάδα μεγάλης θερμικής ισχύος για την κάλυψη μικρού θερμικού φορτίου. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν κοινοί λέβητες πολυβάθμιοι. Συγκριτικά, η χρήση φυσικού αερίου και ακόμη περισσότερο η χρήση της τεχνολογίας συμπυκνώσεως μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 80% σε σχέση με την ηλεκτρική αντίσταση και έως και 30% σε σχέση με το λέβητα πετρελαίου.

**Η θέση του ταμιευτήρα και η μόνωσή του.** Οι θερμικές απώλειες του ταμιευτήρα αυξάνονται όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας του περιεχομένου του και του περιβάλλοντος χώρου και όσο ανεπαρκής είναι η μόνωση των τοιχωμάτων του. Για αυτούς τους λόγους θα πρέπει κατά το δυνατόν ο ταμιευτήρας (θερμαντήρας) να εγκαθίσταται σε εσωτερικούς χώρους θερμαινόμενους ή μη θερμαινόμενους και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατάσταση της μόνωσής του (ιδίως αν αυτή έχει καταστραφεί ή αλλοιωθεί).

**Χρήση ταχυθερμαντήρα αντί ταμιευτήρα.** Ο ταχυθερμαντήρας θερμαίνει το Ζ.Ν.Χ. τη στιγμή που καταναλώνεται, αποφεύγοντας έτσι τις θερμικές απώλειες αναμονής, οι οποίες μπορεί να είναι σε μερικές περιπτώσεις ακόμη και συγκρίσιμες με την ωφέλιμη ενέργεια. Υπάρχουν ηλεκτρικοί ταχυθερμαντήρες και ταχυθερμαντήρες αερίου. Οι ταχυθερμαντήρες αερίου (είτε άμεσοι, δηλαδή εναλλάκτες καυσαερίων, Ζ.Ν.Χ., είτε έμμεσοι, δηλαδή πλακοειδείς εναλλάκτες με νερό θερμαινόμενο από καύση αερίου) παράγουν πολύ λιγότερο CO<sub>2</sub> από τους αντίστοιχους ηλεκτρικούς (πρακτικά έως και 5 φορές λιγότερο). Επειδή σε ορισμένες περιπτώσεις ο ταχυθερμαντήρας μπορεί να μην είναι αρκετός για την κάλυψη αυξημένης ζήτησης Ζ.Ν.Χ. σε ένα κτήριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυαστικός τύπος μονάδας ταχυθερμαντήρα και μικρού ταμιευτήρα (≈20 ℓ).

**Επιλογή χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης του Ζ.Ν.Χ.** Στην περίπτωση αποθήκευσης Ζ.Ν.Χ. σε ταμιευτήρες (θερμαντήρες) προτείνεται να γίνεται σε χαμηλές θερμοκρασίες (γύρω στους 50°C). Αυτό συνεπάγεται την πιο γρήγορη αποφόρτιση (κατανάλωση του νερού) του ταμιευτήρα λόγω της χρήσης και τον περιορισμό των θερμικών απωλειών από το περιβάλλον του προς το χώρο, στον οποίο είναι εγκατεστημένος. Σ' αυτή την περίπτωση θα πρέπει να υπάρχει μέριμνα για την εξασφάλιση των απαιτούμενων συνθηκών υγιεινής, δηλαδή να θερμαίνεται το περιεχόμενο του ταμιευτήρα τουλάχιστον μία φορά την εβδομάδα μέχρι τους 70°C με τη χρήση κατάλληλων αυτοματισμών για την καταστροφή της λεγιονέλας.

**Μονώσεις των σωληνώσεων Ζ.Ν.Χ.** Όταν η απόσταση μεταξύ παραγωγής / αποθήκευσης και λήψης του Ζ.Ν.Χ. είναι μεγάλη, οι μονώσεις του δικτύου διανομής Ζ.Ν.Χ. είναι σημαντικές για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ιδιαίτερα όταν εφαρμόζεται ανακυκλοφορία σε μεγάλες κτηριακές εγκαταστάσεις, οι θερμικές απώλειες λόγω έλλειψης μόνωσης του δικτύου διανομής μπορεί να είναι πολύ μεγάλες.

Σε περίπτωση ανακαίνισης κτηρίου, και εφόσον υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής, προτείνεται η πρόβλεψη **προσαγωγής ζεστού νερού στο πλυντήριο** ρούχων και πιάτων μέσω τρίοδης βαλβίδας ανάμειξης ή τρίοδης θερμοστατικής βαλβίδας ανάμειξης. Σ' αυτές τις συσκευές, επειδή η περισσότερη ενέργεια (>60%) που καταναλώνεται είναι ηλεκτρική ενέργεια για τη θέρμανση του νερού, η εξοικονόμηση ενέργειας θα είναι πολύ μεγάλη. Επίσης, προκειμένου να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση του ηλιοθερμικού συστήματος, προτείνεται η χρήση των πλυντηρίων να γίνεται αργά το βράδυ ή νωρίς το πρωί.

**Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ.,** εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χώρος με δυνατότητα ηλιασμού στο δώμα ή στη στέγη ή στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου. Σε κάθε περίπτωση παραγωγής Ζ.Ν.Χ. από ηλιακούς συλλέκτες με ταμιευτήρα (θερμαντήρα) εγκατεστημένο στο εξωτερικό περιβάλλον, δεν θα πρέπει να εφαρμόζεται παράλληλα άλλη (εφεδρική) θέρμανση του νερού από κάποια συμβατική πηγή θερμότητας (ηλεκτρική αντίσταση, εναλλάκτη - σερπαντίνα για ζεστό νερό, προερχόμενο από λέβητα, κ.τ.λ.) εντός του ταμιευτήρα. Σ' αυτήν την περίπτωση ο καλύτερος τρόπος κάλυψης των υπόλοιπων απαιτούμενων θερμικών φορτίων για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης είναι μέσω εναλλάκτη άλλου ταμιευτήρα (θερμαντήρα), που θα

εγκατασταθεί εντός του κτηρίου. Η ιδανική περίπτωση είναι αυτός ο ταμιευτήρας να θερμαίνεται άμεσα ή έμμεσα από καύση φυσικού αερίου.

Η απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. σε κτήρια κατοικιών, είναι περίπου  $1 \text{ m}^2$  ανά άτομο. Δηλαδή περίπου  $1 \text{ m}^2$  για μέση κατανάλωση  $50 \text{ l/ημέρα}$  στους  $45^\circ\text{C}$ . Βάσει των μεθοδολογιών σχεδιασμού και προκειμένου να αξιοποιηθεί κατά το μέγιστο η ηλιακή ακτινοβολία, προτείνεται η τοποθέτηση δεξαμενής αποθήκευσης (θερμαντήρα) με χωρητικότητα περίπου  $75 \text{ l/m}^2$  ηλιακού συλλέκτη. Όσο μεγαλύτερη είναι η χωρητικότητα των δεξαμενών αποθήκευσης, τόσο μεγαλύτερη είναι και ηλιακή αξιοποίηση, αλλά η επιλογή θα πρέπει να γίνεται πάντα με οικονομοτεχνικά κριτήρια. Σε κτήρια πολυκατοικιών, προτείνεται η χρήση κεντρικής κοινόχρηστης παροχής Ζ.Ν.Χ. από τους ηλιακούς συλλέκτες, για καλύτερη αξιοποίηση της διαθέσιμης ηλιακής ενέργειας λόγω του ετεροχρονισμού χρήσης. Είναι αποδοτικότερη η κατανάλωση της διαθέσιμης ηλιακής ενέργεια κατά τις πρωινές και μεσημεριανές ώρες από τους χρήστες που παραμένουν όλο το 24-ώρο στο κτήριο (και μπορούν να αξιοποιήσουν αυτή τη θερμότητα άμεσα) και όχι η αποθήκευση της, προκειμένου να χρησιμοποιηθεί από τους υπόλοιπους χρήστες κατά τις βραδινές ώρες (μείωση θερμικών απωλειών λόγω αποθήκευσης).

**Ηλιακός θερμοσίφωνα σε συνδυασμό με ταχυθερμαντήρα.** Στην περίπτωση ύπαρξης ηλιακού θερμοσίφωνα ο συνδυασμός αυτού με έναν ταχυθερμαντήρα αποτελεί ιδανική περίπτωση για την εξοικονόμηση ενέργειας με τις ελάχιστες δυνατές επεμβάσεις. Σ' αυτήν την περίπτωση το Ζ.Ν.Χ. οδηγείται από τον ηλιακό θερμοσίφωνα μέσω του ταχυθερμαντήρα (π.χ. ενός επίτοιχου λέβητα αερίου) στα σημεία κατανάλωσης. Ο ταχυθερμαντήρας λειτουργεί τότε ως μεταθερμαντής του ζεστού νερού από τον ηλιακό θερμοσίφωνα. Απαραίτητη σ' αυτήν την περίπτωση είναι η χρήση μιας θερμοστατικής βαλβίδας, η οποία δεν επιτρέπει την είσοδο πολύ ζεστού νερού (π.χ. άνω των  $50^\circ\text{C}$ ) μέσα από τον λέβητα / ταχυθερμαντήρα.

**Χρήση αντλίας θερμότητας για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ.** Η χρήση αντλίας θερμότητας (αντλία νερού) για την παραγωγή του Ζ.Ν.Χ. μπορεί να είναι έως και 4 φορές οικονομικότερη και λιγότερο επιβαρυντική για το περιβάλλον σε σχέση με τον απλό ηλεκτρικό θερμοσίφωνα, αφού ο μέσος εποχιακός συντελεστής επίδοσής της SCOP μπορεί να φτάσει μέχρι και την τιμή 4. Αυτή η αντλία θερμότητας μπορεί ακόμη, αντί να αντλεί θερμότητα από το εξωτερικό περιβάλλον, να την αντλεί από το εσωτερικό του κτηρίου, συμβάλλοντας έτσι στον εξερισμό του κτηρίου. Μ' αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ανάκτηση της θερμότητας, η οποία έτσι κι αλλιώς θα απορριπτόταν στο περιβάλλον με τον εξερισμό και αυξάνεται περαιτέρω το COP, ειδικά κατά τους χειμερινούς μήνες, αφού ο αέρας από τον οποίο αντλείται θερμότητα είναι υψηλότερης θερμοκρασία από του εξωτερικού αέρα.

**Χρήση γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ.** Αποτελεί μία ιδανική ενεργειακά περίπτωση. Συνδυάζεται σχεδόν πάντα με την παραγωγή θέρμανσης ή και ψύξης. Στην περίπτωση της ψύξης μπορεί να συνδυαστεί με ανάκτηση θερμότητας, δηλαδή με χρήση της απορριπτόμενης θερμότητας από τον ψυκτικό κύκλο για τη θέρμανση του Ζ.Ν.Χ., Σ' αυτήν την περίπτωση το μέρος της ισχύος που εναλλάσσεται μεταξύ του ψυκτικού κύκλου και της παραγωγής Ζ.Ν.Χ. είναι ουσιαστικά δωρεάν.

**Απενεργοποίηση της ανακυκλοφορίας.** Οι απώλειες της ανακυκλοφορίας του Ζ.Ν.Χ. μπορούν να είναι ιδιαίτερα υψηλές και σε μερικές περιπτώσεις διπλασιάζουν την απαιτούμενη κατανάλωση ενέργειας για την παραγωγή του Ζ.Ν.Χ. Η ανακυκλοφορία σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να λειτουργεί ανεξέλεγκτα. Θα πρέπει να οδηγείται είτε από χρονοπρόγραμμα, το οποίο θα έχει επιλεγεί με βάση τις πραγματικές συνήθειες των χρηστών, είτε από κομβίο, με το οποίο ο χρήστης θα την ενεργοποιεί λίγο πριν τη χρήση Ζ.Ν.Χ.

#### 4.2.3. Εγκατάσταση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Η χρήση συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε κτηριακές εγκαταστάσεις μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη μείωση της κατανάλωσης συμβατικών μορφών ενέργειας.

Τα πιο κοινά συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι τα εξής:

**Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών** για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ., ή τη θέρμανση χώρων ή την ψύξη χώρων, εφόσον υπάρχει διαθέσιμος χώρος με δυνατότητα ηλιασμού στο δώμα ή στη στέγη ή στον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου. Οι τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών συνεχώς εξελίσσονται με αποτέλεσμα τη βελτίωση της απόδοσή τους. Η εγκατάσταση ηλιοθερμικών μονάδων είναι ιδιαίτερα αποδοτική σε κτήρια του τριτογενούς τομέα με υψηλές απαιτήσεις σε ζεστό νερό χρήσης, όπως ξενοδοχεία και νοσοκομεία, καθώς και σε κτήρια κατοικιών. Όπως αναφέρθηκε, η απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. σε κτήρια κατοικιών εκτιμάται περίπου στο 1 m<sup>2</sup>/άτομο, ενώ σε κτήρια προσωρινής διαμονής κυμαίνεται από 1 έως και 1,5 m<sup>2</sup>/άτομο, ανάλογα με τη χρήση (π.χ. ξενοδοχεία πολυτελείας, νοσοκομεία με υψηλά θερμικά φορτία για Ζ.Ν.Χ. και ατμό). Αντίστοιχα, στην περίπτωση εγκατάστασης παραγωγής θερμικής ενέργειας για τη θέρμανση χώρων, η απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών είναι περίπου 1 m<sup>2</sup> ανά 550 έως 650 kcal/h θερμικής ισχύος, προκειμένου να καλυφθεί μέρος του θερμικού φορτίου και να είναι βιώσιμη. Στην περίπτωση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για τη θέρμανση χώρων, θα πρέπει να προβλέπεται και ο συνδυασμός με κάποιο σύστημα ηλιακής ψύξης, προκειμένου να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια τους θερινούς μήνες.

Γενικά η **ηλιακή ψύξη ή/και θέρμανση** με τη χρήση αντλιών θερμότητας απορρόφησης / προσρόφησης, είναι πολύ αποδοτική, ιδιαίτερα σε περιοχές όπως η Ελλάδα, με το υψηλό ηλιακό δυναμικό που διαθέτει. Το βασικό μειονέκτημα τους είναι ο χαμηλός βαθμός απόδοσης (EER = 0,6 έως 0,8) και επομένως η απαίτηση για εγκατάσταση μεγάλης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, κάτι που προϋποθέτει και μεγάλης έκτασης διαθέσιμο περιβάλλοντα χώρο. Η απαιτούμενη επιφάνεια ηλιακών συλλεκτών εκτιμάται περίπου 4 έως 5 m<sup>2</sup> /kW<sub>c</sub> ανά εγκατεστημένη ψυκτική ισχύ, ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου. Το κόστος ανά εγκατεστημένη ψυκτική ισχύ kW<sub>c</sub> διαφοροποιείται σημαντικά, ανάλογα με τη συνολική ψυκτική ισχύ και τις μονάδες εφεδρείας και εκτιμάται περίπου στα 130 ευρώ/kW<sub>c</sub> για ψυκτική ισχύ μεγαλύτερη των 500 kW<sub>c</sub>, ενώ για μικρή ψυκτική ισχύ, περίπου 50 ή 100 kW<sub>c</sub>, ανέρχεται στα 500 ή 900 ευρώ/kW<sub>c</sub> αντίστοιχα.

Η αξιοποίηση της γεωθερμίας, δηλαδή η θερμότητα φυσικών αποθηκευτών, όπως είναι οι υδροφορείς (υπόγεια υδάτινα ρεύματα) και η αβαθής γεωθερμία, γίνεται με τη χρήση κατάλληλων **γεωθερμικών αντλιών θερμότητας**. Οι αντλίες θερμότητας αντλούν θερμότητα από τις προαναφερθείσες πηγές (μέσω κατακόρυφων ή οριζόντιων εναλλακτών) και παράγουν θερμό νερό. Αυτά τα συστήματα στην πλειονότητα των περιπτώσεων καλύπτουν επίσης και τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης του κτηρίου, οπότε αυτός ο συνδυασμός επιτυγχάνεται κυρίως σε κεντρικά συστήματα. Ο δείκτης ενεργειακής απόδοσης EER και ο συντελεστής επίδοσης COP στα συστήματα γεωθερμίας υπερβαίνει το 4,5. Η εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε σχέση με τις αντλίες θερμότητας αέρα - νερού ή αέρα - αέρα, μπορεί να είναι της τάξης του 45% έως 90% για την περίοδο θέρμανσης, ενώ για τη περίοδο ψύξης εκτιμάται στο 30% έως και 55%.

Η διαθεσιμότητα της γεωθερμικής ενέργειας (γεωθερμικές πηγές χαμηλής και μέσης ενθαλπίας) σε κοντινή απόσταση από τις κτηριακές εγκαταστάσεις αποτελεί επίσης μια ιδανική πηγή θερμότητας για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. Η εκμετάλλευσή της εξαρτάται κυρίως από το θερμοκρασιακό επίπεδο του γεωθερμικού προϊόντος και την ποσότητά του. Για γεωθερμικά προϊόντα θερμοκρασίας μικρότερης



από την επιθυμητή θερμοκρασία του Ζ.Ν.Χ. η αξιοποίησή τους επιτυγχάνεται έμμεσα με τη χρήση αντλιών θερμότητας, ενώ στην αντίθετη περίπτωση το γεωθερμικό προϊόν θερμαίνει απευθείας το Ζ.Ν.Χ. με τη βοήθεια ενός εναλλάκτη.

Η **εγκατάσταση φωτοβολταϊκών** συστημάτων για την κάλυψη τμήματος των ηλεκτρικών φορτίων του κτηρίου συνιστάται κυρίως σε κτήρια που είναι απομακρυσμένα και μη διασυνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο. Για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών απαιτείται να υπάρχει αρκετά διαθέσιμος ελεύθερος χώρος εγκατάστασης με δυνατότητα ηλιασμού, όπως ο περιβάλλον χώρος του κτηρίου ή το δώμα. Για ετήσια χρήση και σταθερή κλίση Φ/Β και βαθμό απόδοσης 11%-17%, στην Ελλάδα η ετήσια παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια ανά μονάδα επιφάνειας ανέρχεται στις 140 έως 270 kWh/m<sup>2</sup>/έτος αντίστοιχα, ή ανά μονάδα ισχύος των ανέρχεται στις 1200 έως 1500 kWh/kW/έτος αντίστοιχα. Για ετήσια χρήση των Φ/Β η βέλτιστη κλίση είναι 20-36° για γεωγραφικά πλάτη από 35,0° έως 41,0°. Η ενέργεια που παράγεται από Φ/Β συστήματα προς πώληση δεν λαμβάνεται υπόψη στην τελική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Μια μέση κατοικία που δεν είναι διασυνδεδεμένη με το ηλεκτρικό δίκτυο, για να καλύψει τις βασικές ανάγκες της για φωτισμό, ψυγεία, ηλεκτρικές συσκευές μικρής ισχύος, όπως τηλεόραση, ή μεγάλης ισχύος, όπως πλυντήρια, απαιτεί εγκατάσταση Φ/Β συνολικής ηλεκτρικής ισχύος τουλάχιστον 4 kW. Τα θερμικά φορτία για την παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και μαγειρέματος θα καλύπτονται από άλλη πηγή (π.χ. υγραέριο). Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης εκτιμάται ότι θα ανέρχεται περίπου στις 25.000 ευρώ και θα περιλαμβάνει και το κόστος του εξοπλισμού μετατροπής και αποθήκευσης της ηλεκτρικής ενέργειας. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια εκτιμάται περίπου στις 3.000 kWh ετησίως. Η περίοδος αποπληρωμής σε σχέση με το κόστος αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας (0,11ευρώ/kWh) είναι πολύ μεγάλη. Αν συνυπολογιστεί το αρχικό κόστος διασύνδεσης μιας κατοικίας με το ηλεκτρικό δίκτυο, τότε η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Η εγκατάσταση ανοικτών εστιών καύσης, ενεργειακών ή μη, προκειμένου να καλυφθούν τα θερμικά φορτία για τη θέρμανση χώρων το χειμώνα, είναι ο πιο πρόσφορος τρόπος αξιοποίησης της διαθέσιμης **βιομάζας**. Εφαρμόζεται κυρίως σε κτήρια κατοικιών αγροτικών περιοχών, στις οποίες η βιομάζα είναι πιο εύκολα διαθέσιμη. Επίσης η χρήση εναλλακτών θερμότητας μέσα σε μια εστία καύσης προκειμένου να μεταφερθεί θερμό νερό στις τερματικές μονάδες (π.χ. σώματα καλοριφέρ) μπορεί να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης όλων των χώρων μια κατοικίας. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν λέβητες στερεάς βιομάζας που χρησιμοποιούν ως καύσιμο τυποποιημένη (επεξεργασμένη) βιομάζα (συσσωματώματα και θρύμματα), με πολύ υψηλή απόδοση θερμικής ενέργειας. Το μειονέκτημα μια τέτοιας εγκατάστασης είναι η απαίτηση μεγάλου χώρου αποθήκευσης της βιομάζας.

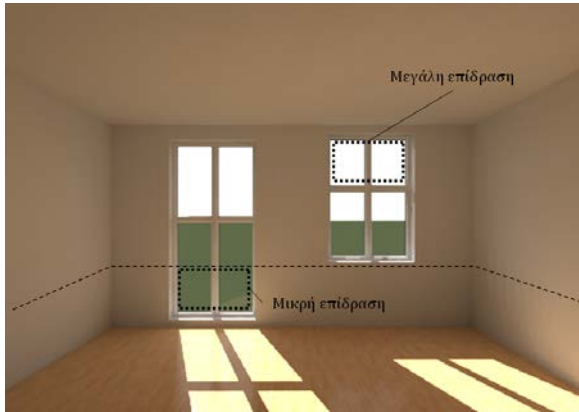
#### 4.2.4. Επεμβάσεις στις εγκαταστάσεις φωτισμού.

Η αξιοποίηση του **φυσικού φωτισμού** στους εσωτερικούς χώρους ενός κτηρίου, πέρα από την εξοικονόμηση ενέργειας, πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή ποσότητα φωτισμού, αποφυγή πρόκλησης θάμβωσης και –το πλέον σημαντικό– οπτική επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον. Η κατανομή είναι σημαντικό πρόβλημα στην περίπτωση του φυσικού φωτισμού λόγω

- α) των εξαιρετικά αυξημένων επιπέδων φωτισμού κοντά στα εξωτερικά ανοίγματα και
- β) της μη γραμμικής μείωσης των επιπέδων φωτισμού με το βάθος του χώρου.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η σκίαση δρα ανταγωνιστικά με την επάρκεια σε φυσικό φωτισμό, συνεπώς θα πρέπει να υπάρχει μια διαδικασία βελτιστοποίησης. Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού είναι αποτελεσματική ιδιαίτερα στους χώρους εργασίας, στους οποίους τα απαιτούμενα επίπεδα φωτισμού είναι πολύ υψηλά. Ο τεχνητός φωτισμός στους μεγάλους χώρους (αίθουσες) πρέπει να

γίνεται κατά ζώνες, ανάλογα με τη γεωμετρία και τα επίπεδα φυσικού φωτισμού κάθε χώρου. Οι εσωτερικές περσίδες ή κουρτίνες θα πρέπει να είναι ανοιχτού χρώματος για την αποφυγή περιορισμού του φυσικού φωτισμού. Η αλλαγή υαλοπινάκων θα πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε να συμβάλλει στην αύξηση του φυσικού φωτισμού. Οι υαλοπίνακες θα πρέπει να έχουν μεγάλη διαπερατότητα στο ορατό τμήμα του φάσματος αλλά και ταυτόχρονα μικρό συντελεστή ηλιακών κερδών, όπου χρειάζεται.



**Αναβάθμιση του συστήματος φωτισμού.** Η χρήση απαρχαιωμένης και συμβατικής τεχνολογίας λαμπτήρων οδηγεί σε υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για το σύστημα φωτισμού. Το πρόβλημα αυτό εντείνεται με το φαινόμενο της υπερδιαστασιολόγησης του συστήματος φωτισμού που οφείλεται σε ανεπαρκείς μελέτες ή ακόμη και στην παντελή έλλειψη αυτών. Στόχος της αναβάθμισης του συστήματος του τεχνητού φωτισμού είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας. Γι' αυτό το σκοπό είναι αναγκαία η αντικατάσταση των υφιστάμενων φωτιστικών με νέα υψηλής απόδοσης και η μείωση του αρχικού αριθμού τους. Προτείνεται η αντικατάσταση των παλαιών λαμπτήρων πυρακτώσεως με λαμπτήρες υψηλής φωτιστικής ικανότητας (απόδοσης) και χαμηλής ισχύος, όπως λαμπτήρες φθορισμού. Αυτοί οι λαμπτήρες ενδείκνυνται ιδιαίτερα σε χώρους με συνεχή φωτισμό, όπως σε εξωτερικούς χώρους, σε χώρους γραφείων κ.α. Τα ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία (χαμηλή απορρόφηση ηλεκτρικής ενέργειας) είναι ενεργειακά αποδοτικότερα από τα μαγνητικά (υψηλή απορρόφηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αντίστασης). Η εγκατάσταση φωτιστικών με ανακλαστικές επιφάνειες που ενισχύουν τη φωτιστική ικανότητα (απόδοση) των λαμπτήρων, συμβάλλει στον περιορισμό της απαιτούμενης ηλεκτρικής ισχύος για φωτισμό και κατά συνέπεια στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Σε περίπτωση ριζικής ανακαίνισης, η επιλογή του συστήματος φωτισμού θα πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε ο φωτισμός να χρησιμοποιείται μόνον όταν είναι απαραίτητος (μέσω διατάξεων ελέγχου), η φωτιστική απόδοση των λαμπτήρων (και των φωτιστικών) να είναι υψηλή και ο αριθμός των λαμπτήρων να μην είναι μεγαλύτερο από τον απαιτούμενο, ανάλογα με τα απαιτούμενα επίπεδα φωτισμού.

Η χρήση **διατάξεων αυτόματου ελέγχου** (π.χ. λουξόμετρων) για τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού και της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού ενός χώρου συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Οι αισθητήρες παρουσιάζουν περιορίζουν επίσης σημαντικά τη χρήση των συστημάτων φωτισμού. Συγκεκριμένα, η χρήση αυτόνομων αισθητήρων φωτισμού, οι οποίοι τοποθετούνται ξεχωριστά σε κάθε φωτιστικό σώμα, ελαχιστοποιούν το κόστος αυτοματισμών και την παρέμβαση στο συνολικό σύστημα φωτισμού σε υφιστάμενα κτήρια. Η θέση εγκατάστασης των αισθητήρων ελέγχου πρέπει να επιλέγεται με προσοχή και κυρίως από τις θέσεις εργασίας ανά χώρο.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Οδηγός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων. Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, 2011.
2. Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή απόδοση των κτηρίων».
3. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
4. Φ.Ε.Κ. Β' 407/9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων».
5. Φ.Ε.Κ. 85, νόμος 3851/4-6-2010, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
6. Φ.Ε.Κ. 362 Δ'. «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ.», Π.Δ. της 1.6/4.7.1979.
7. Φ.Ε.Κ. Α' 210, νόμος 1577/1985, «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός», όπως τροποποιήθηκε και ισχύει με το νόμο 2831/2000, Φ.Ε.Κ. Α' 140.
8. Φ.Ε.Κ. Δ' 59, απόφαση 3046/304/1989 του αναπληρωτή Υπουργού Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων «Κτιριοδομικός Κανονισμός».
9. Φ.Ε.Κ. Β' 880, απόφαση των υπουργών Εσωτερικών Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων 21475/4707/30-7-1998, «Περιορισμός των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων».
10. Φ.Ε.Κ. Β' 1526, απόφαση των υπουργών Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης και Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων Δ6/Β/11038/8-7-1999, «Διαδικασίες, απαιτήσεις και κατευθύνσεις για τη διεξαγωγή ενεργειακών επιθεωρήσεων».
11. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
12. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
13. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».
14. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού», υπουργική απόφαση αριθμ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των τεχνικών οδηγιών Τ.Ε.Ε. για την ενεργειακή απόδοση κτηρίων», Φ.Ε.Κ. 1387/2-9-2010, έκδοση Β'.
15. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2411/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Διανομή κρύου - ζεστού νερού». Φ.Ε.Κ. 843Β/16-11-88, έκδοση Δ'.
16. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2412/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια και οικόπεδα. Αποχετεύσεις». Φ.Ε.Κ. 177/Β/31-3-88, έκδοση Ε'.
17. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 – Μέρος 1/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Δίκτυα διανομής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων». Φ.Ε.Κ. 67/Β/4-2-88, έκδοση Δ'.
18. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2421 - Μέρος 2/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Λεβητοστάσια παραγωγής ζεστού νερού για θέρμανση κτηριακών έργων». Φ.Ε.Κ. 148/Β/17-3-88, έκδοση Δ'.
19. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2423/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Κλιματισμός κτηριακών χώρων». Φ.Ε.Κ. 177/Β/31-3/88, έκδοση Γ'.
20. Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 2425/86, «Εγκαταστάσεις σε κτήρια. Στοιχεία υπολογισμού φορτίων κλιματισμού κτηριακών χώρων», έκδοση Ε'.

21. ΕΛΟΤ EN ISO 6946 (E2):2009. «Κτηριακά μέρη και στοιχεία - Θερμική αντίσταση και θερμοπερατότητα - Μέθοδος υπολογισμού».
22. ΕΛΟΤ EN ISO 10077-2:2004. «Θερμική επίδοση παραθύρων, θυρών και εξώφυλλων - Υπολογισμός θερμικής αγωγιμότητας - Μέρος 2: Υπολογιστική μέθοδος για πλαίσια».
23. ΕΛΟΤ EN ISO 10211:2009. «Θερμογέφυρες στις κτηριακές κατασκευές - Ροές θερμότητας και επιφανειακές θερμοκρασίες - Λεπτομερείς υπολογισμοί».
24. ΕΛΟΤ EN ISO 13370 (E2):2009. «Θερμική επίδοση κτηρίων - Μετάδοση θερμότητας μέσω του εδάφους - Μέθοδοι υπολογισμού».
25. ΕΛΟΤ EN ISO 13786 (E2):2009. «Θερμική επίδοση κτηριακών μερών - Δυναμικά θερμικά χαρακτηριστικά - Μέθοδοι υπολογισμού».
26. ΕΛΟΤ EN ISO 13789 (E2):2009. «Θερμική επίδοση κτηρίων - Συντελεστές μεταφοράς θερμότητας σχετικά με μετάδοση και αερισμό - Μέθοδος υπολογισμού».
27. ΕΛΟΤ EN ISO 13790 (E2):2009. «Ενεργειακή επίδοση κτηρίων - Υπολογισμός των απαιτήσεων ενέργειας για τη θέρμανση και την ψύξη χώρων».
28. ΕΛΟΤ EN ISO 14683:2009. «Θερμογέφυρες σε κτηριακές κατασκευές - Γραμμική θερμική μετάδοση - Απλοποιημένες μέθοδοι και τιμές προεπιλογής».
29. Duffie A John., Beckman A. William, «Solar engineering of thermal processes». John Wiley & Sons, INC., Second edition, 1991.
30. Recknagel - Sprenger. Θέρμανση και κλιματισμός. εκδόσεις Γκιούρδας, Αθήνα 1978
31. ASHRAE Handbook «Fundamentals». American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2009.
32. ASHRAE Handbook «HVAC - Systems and equipment». American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2008.
33. ASHRAE Green Guide (3<sup>rd</sup> edition). «The design, construction, and operation of sustainable buildings». American Society of Heating Refrigeration and Air- Conditioning Engineering, Atlanta, Georgia, Edition 2010.
34. ASHRAE Standard 55:2004, «Thermal environmental conditions for human occupancy», American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.
35. ASHRAE Standard 62.1:2007, «Ventilation for acceptable indoor air quality», American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, Atlanta, GA.

#### **ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ**

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας- Τ.Ε.Ε.: [www.tee.gr](http://www.tee.gr)

Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ: [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)

Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛ.Ο.Τ.: [www.elot.gr](http://www.elot.gr)

Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – Κ.Α.Π.Ε.: [www.cres.gr](http://www.cres.gr)

Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- Ι.Ε.Π.Β.Α. - Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών:  
[www.energycon.org](http://www.energycon.org)