

# ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΗΧ  
706

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ



## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Υπάρχοντα Κτίρια – Τεχνοοικονομικά Στοιχεία

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αποστόλου Νικόλαος

Υφαντής Φίλιππος

Επιβλέπων Καθηγητής : Νάζος Αντώνιος

Πειραιάς, Οκτώβριος 2012



**ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>Ο</sup> ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
1.1 ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ .....	2
1.2 ΦΑΣΕΙΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	3
1.3 ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΜΟΥ.....	6
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>Ο</sup> ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....</u></b>	<b><u>7</u></b>
2.1 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΩΝ .....	8
2.2 Ο Κ.Ε.Ν.Α.Κ. ....	12
2.2.1 ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΩΝ.....	12
<b><u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>Ο</sup> ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ &amp; ΕΠΙΛΕΞΙΜΕΣ</u></b>	
<b><u>ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....</u></b>	<b><u>16</u></b>
3.1 Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ .....	17
3.2 Η ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	17
3.2.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	17
3.2.2 ΤΟ ΚΤΙΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	21
3.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	22
3.3.1 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	22
3.3.1.1 Αποτελέσματα Υπολογισμών .....	24
3.3.2 ΤΗΡΗΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	25
3.4 ΈΚΔΟΣΗ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ - Π.Ε.Α.....	26
3.5 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	27
3.5.1 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟ ΤΩΝ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ.....	28
3.5.2 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗ Α.Π.Ε. ....	31
3.5.3 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ.....	32
3.5.4 ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Θ.Ψ.Κ.....	33

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....</b>	<b>36</b>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	37
4.1.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	38
4.2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	38
4.2.1 ΤΥΠΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	39
4.2.2 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΑ – ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ.....	39
4.2.3 ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ .....	39
4.2.4 ΔΩΜΑ .....	40
4.3 ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	48
4.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ .....	49
4.5 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ .....	49
4.6 ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ.....	51
4.7 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	52
4.7.1 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ ΣΤΟ ΟΙΚΟΠΕΔΟ .....	53
4.7.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΩΝ ΣΤΟ ΚΤΙΡΙΟ.....	56
4.7.2.1 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων .....	56
4.7.2.2 Φυσικός φωτισμός.....	60
4.7.2.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου .....	60
4.8 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ.....	60
4.8.1 Όψεις ΚΤΙΡΙΟΥ .....	63
4.8.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	64
4.8.3 ΠΙΝΑΚΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ .....	71
4.8.4 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ.....	74
4.8.5 ΚΑΤΑΚΟΥΡΥΦΑ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ....	74
4.9 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΩΝ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ.....	76
4.10 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΕΛΗΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	79
4.11 ΈΛΕΓΧΟΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΗΣ ΕΠΑΡΚΕΙΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	79
4.11.1 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	81
4.12 ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	81

4.12.1 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΩΝ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	82
4.12.2 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΨΥΞΗΣ, ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	84
4.12.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	84
4.12.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ .....	86
4.12.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	87
4.12.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΖΝΧ.....	88
4.12.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΩΤΙΣΜΟΥ .....	90
4.13 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΥΠΑΡΧΟΝΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	91
4.13.1 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	94
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ .....</b>	<b>98</b>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ .....	99
5.2 ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ 1 <sup>η</sup> : ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ – ΨΥΞΗΣ.....	99
5.2.1 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	100
5.2.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	100
5.2.3 ΕΛΑΧΙΣΤΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ .....	101
5.2.4 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ .....	102
5.3 ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ 2 <sup>η</sup> : ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ.....	106
5.3.1 ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ .....	106
5.3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ.....	110
5.4 ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ 3 <sup>η</sup> : ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ – ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ.....	114
5.4.1 ΜΟΝΩΣΗ ΟΡΟΦΗΣ.....	114
5.4.1.1 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας Δομικού Στοιχείου .....	115
5.4.2 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	116
5.4.2.1 Υπολογισμός Αθέλητου Αερισμού.....	118
5.4.3 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτιρίου .....	118
5.5 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	123
5.6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΑΣΕΩΝ .....	126
5.6.1 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΠΩΝ.....	126
5.6.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ .....	127

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>Ο</sup> ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ..... 129**

6.1	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ .....	130
6.2	ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ .....	130
6.3	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΚΑΙ ΔΑΝΕΙΟΔΟΤΗΣΗ .....	131
6.3.1	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ .....	131
6.3.2	ΔΑΝΕΙΟΔΟΤΗΣΗ .....	133
6.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΧΕΤΙΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ .....	136
6.5	ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	138
6.5.1	1 <sup>Η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	139
6.5.2	2 <sup>Η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	140
6.5.3	3 <sup>Η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	141
6.5.4	ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....	142
6.6	ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΗ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ.....	144
6.6.1	ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΠΡΟΤΑΣΗ .....	145
6.6.2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.....	146
6.6.3	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.....	147
6.6.4	ΒΕΛΤΙΣΤΗ ΛΥΣΗ.....	148
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	152

**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ**

ΠΙΝΑΚΑΣ 4:1	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	40
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:2 (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)	ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	41
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:3	ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:4 (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)	ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:5	ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ & ΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	50
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:6	ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΖΩΝΗΣ .....	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:7	ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΓΩΝΙΕΣ ΣΚΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΔΥΤΙΚΟ ΚΑΙ ΑΝΑΤΟΛΙΚΟ ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟ ΤΗΝ 21 <sup>Η</sup> ΙΟΥΝΙΟΥ ΚΑΙ 21 <sup>Η</sup> ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ .....	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:8	ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΝΑ ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ [W/(m <sup>2</sup> ·K)].....	62

ΠΙΝΑΚΑΣ 4:9 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΩΝ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΜΗ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΩΝ ΧΩΡΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ [ $W/(m^2K)$ ] .....	64
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:10 ΔΟΚΟΣ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ ΜΘΧ.....	65
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:11 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΟΚΟΣ .....	66
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:12 ΤΟΙΧΟΙ ΣΥΡΟΜΕΝΩΝ 37 .....	67
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:13 ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ 27.....	68
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:14 ΔΑΠΕΔΟ ΣΕ ΕΠΑΦΗ ΜΕ Φ.Ε.....	69
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:15 ΔΩΜΑ ΒΑΤΟ.....	70
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:16 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, ΙΣΟΓΕΙΟ .....	71
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:17 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, Α' ΟΡΟΦΟΣ ..	72
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:18 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, Β' ΟΡΟΦΟΣ..	73
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:19 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:20 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, ΙΣΟΓΕΙΟ .....	74
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:21 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, Α' ΟΡΟΦΟΣ .....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:22 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΚΑΙ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑ ΟΡΟΦΟ, Β' ΟΡΟΦΟΣ.....	75
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:23 ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	76
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:24 ΜΕΓΙΣΤΕΣ ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΓΙΑ ΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΕΙΣ ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] .....	78
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΕΛΗΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	79
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:26 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:27 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ A/V ΚΑΙ $U_{m,max}$ .....	81
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:28 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ...	85
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:29 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΨΥΚΤΙΚΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ .....	86
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:30 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ.....	87
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:31: ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΥ.....	88
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:32 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ZNX.....	89
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:33 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΟΛΑ ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ZNX .....	90

ΠΙΝΑΚΑΣ 4:34 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:35 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:36 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:37 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	91
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:38 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:39 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	92
ΠΙΝΑΚΑΣ 4:40 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ .....	94
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:1 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΣΕ ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ .....	99
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:2 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ .....	101
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:3 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ.....	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:4 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	102
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:5 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ).....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:6 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:8 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .	103
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:9 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	104
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:10 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ Η.Σ. ....	107
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:11 ΜΕΣΗ ΜΗΝΙΑΙΑ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΡΟΣΠΙΠΤΟΥΣΑ ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (κWh/m <sup>2</sup> ) ΓΙΑ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΚΑΙ ΚΕΚΛΙΜΕΝΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ. ....	108
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:12 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΦΟΡΤΙΟΥ ΖΝΧ ΑΠΟ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ .....	109
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:13 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ .....	110
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:14 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:15 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ).....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:16 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:17 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	111



ΠΙΝΑΚΑΣ 5:18 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .....	111
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:19 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	112
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:20 ΥΛΙΚΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ .....	114
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:21 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ U ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ, ΔΩΜΑ ΒΑΤΟ ....	115
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:22 ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΑΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ .....	116
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:23 ΔΙΑΦΑΝΗ ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ 3 <sup>HS</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ .....	117
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:24 ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ .....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:25 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΘΕΛΗΤΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ .....	118
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:26 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:27: ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ A/V ΚΑΙ U <sub>M, MAX</sub> .....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:28 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ ....	119
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:29 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ.....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:30 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:31 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ .....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:32 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .....	120
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:33 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	121
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:34 ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΑ ΦΟΡΤΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΨΥΞΗΣ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΡΙΟΥ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:35 ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ).....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:36 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:37 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ (κWh/m <sup>2</sup> ) .....	123
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:38 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΚΛΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΝΑ ΚΑΥΣΙΜΟ .....	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:39 ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΚΤΙΡΙΟΥ .....	124
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:40 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - ΡΥΠΩΝ (κWh/m <sup>2</sup> & kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ).....	126
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:41 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (%) .....	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:42 CV ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	128
ΠΙΝΑΚΑΣ 5:43 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΟΡΥΚΤΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ/M <sup>2</sup> ).....	128

ΠΙΝΑΚΑΣ 6:1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΩΦΕΛΟΥΜΕΝΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤ' ΟΙΚΟΝ» .....	130
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:2 ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ (€/M <sup>2</sup> ) .....	133
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:3 ΔΑΝΕΙΑΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ) .....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:4 ΔΑΝΕΙΑΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ) .....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:5 ΔΑΝΕΙΑΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ) .....	135
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:6 ΔΑΝΕΙΑΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ) .....	136
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:7 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (κWh/M <sup>2</sup> ) .....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:8 :ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΚΕΡΔΩΝ (€/M <sup>2</sup> ).....	137
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:9 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ 1 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	139
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:10 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ 2 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ) .....	140
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:11 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ 3 <sup>ΗΣ</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	141
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:12 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	142
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:13 ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΠΟΡΕΙΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ (ΧΡΟΝΙΑ) .....	143
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:14 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΣΒΕΣΗΣ.....	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:15 ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	145
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:16 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΡΥΠΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ .....	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:17 ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ .....	146
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:18 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.....	147
ΠΙΝΑΚΑΣ 6:19 ΣΧΕΤΙΚΕΣ ΤΙΜΕΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΡΟΚΡΙΝΟΜΕΝΗ ΠΡΟΤΑΣΗ.....	148

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ**

(4.1) ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΓΩΝΙΑ ΣΚΙΑΣ (°).....	54
(4.2) ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΓΩΝΙΑ ΣΚΙΑΣ (°).....	54
(4.3) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ [W/(M <sup>2</sup> /K)].....	61
(4.4) ΕΜΒΑΔΟ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ - ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ (M <sup>2</sup> ).....	77
(4.5) ΛΟΓΟΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ - ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ.....	77
(4.6) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ [W/(M <sup>2</sup> /K)].....	77
(4.7) ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ.....	77
(4.8) ΜΕΣΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ ΚΟΥΦΩΜΑΤΟΣ .....	77
(4.9) ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ ΚΤΙΡΙΟΥ [W/(M <sup>2</sup> /K)] ...	80

(4.10) ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟ ΘΕΡΜΙΚΟ ΦΟΡΤΙΟ (κWh/DAY).....	88
(6.1) ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	133
(6.2) ΕΚΤΑΜΙΕΥΘΕΝ ΚΕΦΑΛΑΙΟ (€/M <sup>2</sup> )... ..	134
(6.3) ΜΗΝΙΑΙΑ ΔΟΣΗ ΔΑΝΕΙΟΥ (€/M <sup>2</sup> )... ..	134
(6.4) ΜΗΝΙΑΙΟ ΕΠΙΤΟΚΙΟ (%).....	134
(6.5) ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΔΑΝΕΙΟΥ (ΜΗΝΕΣ).....	134
(6.6) ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (€/M <sup>2</sup> ).....	134
(6.7) ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ (€/M <sup>2</sup> ).....	134
(6.8) ΚΟΣΤΟΣ ΣΥΝΗΤΡΗΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	136
(6.9) ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	137
(6.10) ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	137
(6.11) ΚΕΡΔΟΦΟΡΙΑ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ (€/M <sup>2</sup> ).....	137
(6.12) ΑΠΟΠΛΗΘΩΡΙΣΜΕΝΑ ΚΕΡΔΗ (€/M <sup>2</sup> ).....	138
(6.13) ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ (ΑΠΟΠΛΗΘΩΡΙΣΜΕΝΟ) (€/M <sup>2</sup> ) .....	138
(6.14) ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΣ ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ.....	138

## **ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ**

ΕΙΚΟΝΑ 1:1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΦΑΣΕΩΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ .....	5
ΕΙΚΟΝΑ 4:1 ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΚΤΙΡΙΟΥ.....	42
ΕΙΚΟΝΑ 4:2 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ, ΩΡΑ 09:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:3 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ, ΩΡΑ 12:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:4 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ, ΩΡΑ 15:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:5 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΙΟΥΝΙΟΥ, ΩΡΑ 09:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:6 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΙΟΥΝΙΟΥ, ΩΡΑ 12:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:7 ΣΚΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ ΤΗΝ 21Η ΙΟΥΝΙΟΥ, ΩΡΑ 15:00.....	55
ΕΙΚΟΝΑ 4:8 ΕΤΗΣΙΟΣ ΗΛΙΑΣΜΟΣ ΟΙΚΟΠΕΔΟΥ .....	56
ΕΙΚΟΝΑ 4:9 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΔΥΤΙΚΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	58
ΕΙΚΟΝΑ 4:10 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΔΥΤΙΚΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ.....	58
ΕΙΚΟΝΑ 4:11 ΣΚΑΡΙΦΗΜΑ ΗΛΙΑΣΜΟΥ ΑΝΑΤΟΛΙΚΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ .....	59
ΕΙΚΟΝΑ 4:12 ΓΩΝΙΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΠΡΟΒΟΛΟ .....	59
ΕΙΚΟΝΑ 4:13 ΓΩΝΙΑ ΣΚΙΑΣΗΣ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟ ΠΡΟΒΟΛΟ .....	60
ΕΙΚΟΝΑ 4:14 ΒΟΡΕΙΑ ΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 4:15 ΝΟΤΙΑ ΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ .....	63

ΕΙΚΟΝΑ 4:16 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ .....	63
ΕΙΚΟΝΑ 4:17 ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ.....	64
ΕΙΚΟΝΑ 4:18 ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΚΑΙ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ .....	64
ΕΙΚΟΝΑ 5:1 ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΣΤΟ ΔΩΜΑ, ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΝΟΤΟ.....	109

**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΕΔΙΩΝ**

ΣΧΕΔΙΟ 4.1 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΤΟΨΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ .....	44
ΣΧΕΔΙΟ 4.2 ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟ ΚΑΤΟΨΗΣ ΤΥΠΙΚΟΥ ΟΡΟΦΟΥ .....	45
ΣΧΕΔΙΟ 5.1 ΚΑΤΟΨΗ ΔΩΜΑΤΟΣ .....	106

**ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ**

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 4.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ, ΠΛΕΥΡΑ ΑΒ .....	43
ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ 4.2 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ, ΘΕΣΗ Δ.....	43



**ΠΡΟΛΟΓΟΣ**

---

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τους φοιτητές Αποστόλου Νικόλαο και Υφαντή Φίλιππο στο τμήμα Μηχανολογίας της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών (Σ.Τ.Εφ.) του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος (Α.Τ.Ε.Ι.) Πειραιά.

Υπεύθυνος για την επίβλεψη της εργασίας ήταν ο Καθηγητής κ. Αντώνης Νάζος, τον οποίο ευχαριστούμε για την ανάθεση αυτής και τη δυνατότητα που μας έδωσε να ασχοληθούμε με ένα τόσο ενδιαφέρον και πρακτικό θέμα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες πρέπει να δώσουμε στην εταιρεία «4Μ Προηγμένα Συστήματα Τεχνικού Λογισμικού» για την παραχώρηση του προγράμματος «ΚΕΝΑΚ», χωρίς το οποίο δε θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας και για την αμέριστη υποστήριξη σε όλα τα τεχνικά ζητήματα που μας προέκυψαν πάνω στο λογισμικό.

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Ο κτιριακός τομέας, με τις ολοένα αυξανόμενες ενεργειακές απαιτήσεις του, είναι υπεύθυνος σε μεγάλο ποσοστό για το παγκόσμιο, σύγχρονο ενεργειακό πρόβλημα. Πιο συγκεκριμένα, ευθύνεται για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας και για ένα παρόμοιο ποσοστό για τις εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), τόσο σε ευρωπαϊκό όσο και σε εθνικό επίπεδο.

Στη χώρα μας συγκεκριμένα, ο κτιριακός τομέας βρίθει προβλημάτων λόγω της απουσίας στοιχειωδών μέτρων και ιδιαίτερα σε όσα ανεγέρθησαν πριν το 1979 όπου και τέθηκε σε εφαρμογή ο πρώτος Κανονισμός Θερμομόνωσης (ΚΘΚ). Σε μια προσπάθεια να αντιστραφεί η κατάσταση αυτή, το 2010 εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης των Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) ο οποίος βασίστηκε στο Νόμο 3661/2008 και καθορίζει την επίσημη διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης στην Ελλάδα. Έτσι, ολοκληρώνεται το νομοθετικό πλαίσιο που απαιτείται για την πλήρη εφαρμογή του Νόμου και την εναρμόνιση της εθνικής νομοθεσίας με την ευρωπαϊκή.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται την ενεργειακή επιθεώρηση σε ένα κτίριο κατοικιών (πολυκατοικία) στις Αχαρνές και αποτελείται από τρία κύρια μέρη.

Στο πρώτο γίνεται αναφορά στη νομοθεσία και τη διαχρονική της πορεία έως τον ΚΕνΑΚ. Το δεύτερο μέρος περιλαμβάνει την καθαυτό ενεργειακή επιθεώρηση όπου καταγράφονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις στο υπό εξέταση κτίριο με σκοπό την πρόταση παρεμβάσεων. Στο τελευταίο μέρος, αξιολογούνται με βάση την εξοικονόμηση ενέργειας που μπορούν αυτές να επιτύχουν και αναλύονται οικονομοτεχνικά σε συνδυασμό με την ένταξη στο πρόγραμμα του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας & Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον».

#### **Λέξεις Κλειδιά:**

ΚΕνΑΚ, Ενεργειακή Μελέτη - Επιθεώρηση, Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης, Εξοικονόμηση Ενέργειας στα Κτίρια, Τεχνοοικονομική Ανάλυση.

**ABSTRACT**

---

The building sector, with the increasing energy requirements, is largely responsible for the global, modern energy problem. In particular, it accounts for 40% of total energy consumption and a similar percentage on emissions of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), both at European and national level.

In our country specifically, the buildings are full of problems due to lack of basic measures and especially for them erected before 1979 where the first Building Insulation Regulation implemented. In an effort to reverse this situation, the Regulation of Energy Performance in Buildings was issued in 2010, which was based on the Law 3661/2008 in order to define a formal energy audit procedure in Greece. So ends the legal framework required for full implementation of the Law and the harmonization of national legislation with the EC directives.

This project deals with the energy audit in a residential building in Acharnes and consists of three main parts.

In the first part refers to legislation and longitudinal course until KENAK. The second part contains the actual energy audit listing the requirements and energy consumption in the building concerned in order to propose interventions. In the last part, we evaluate and analyze them economically based on the energy savings they can achieve in conjunction with admission to the program of the Ministry of Environment, Energy & Climate Change.

**Keywords:**

KENAK, Energy Design – Inspection, Energy Performance Certificate, Energy Saving in Buildings, Techno Economic Analysis.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup> ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Σκοπός – Αντικείμενο

Με τη πάροδο των χρόνων συνεχώς αυξάνεται η ενεργειακή κατανάλωση και συγκεκριμένα ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 40% αυτής τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή αφορά τόσο τη θερμική ενέργεια (κατά βάση πετρέλαιο), όσο και την ηλεκτρική ενέργεια η οποία είναι αυτή που ευθύνεται για τη σημαντική επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους και κατά κύριο λόγο με το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Αυτονόητη πρέπει να θεωρείται και η ιδιαίτερα υψηλή οικονομική επιβάρυνση που συνεπάγονται οι υψηλού κόστους συμβατικές πηγές ενέργειας.

Στη χώρα μας οι δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα είναι ιδιαίτερα υψηλές και μπορούν να υλοποιηθούν σχετικά εύκολα με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων. Πρέπει να επισημανθεί ότι το 70% των ελληνικών κτιρίων δεν είναι θερμομονωμένα, ενώ ταυτόχρονα το μεγαλύτερο ποσοστό από αυτά έχουν κακή αεροστεγανότητα και παλιάς τεχνολογίας ηλεκτρομηχανολογικές (H/M) εγκαταστάσεις (θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης κ.ά.).

Στο σημείο αυτό γίνεται κατανοητό, πόσο σημαντική πρέπει να θεωρείται η διεξαγωγή της ενεργειακής επιθεώρησης, εάν αναλογιστούμε κιόλας ότι αποτελεί πλέον και υποχρεωτική διαδικασία σύμφωνα με τη νομοθεσία, προκειμένου να επιτευχθεί η εν λόγω εξοικονόμηση. Ο κατάλληλος κτιριακός σχεδιασμός σε συνδυασμό με τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων αποτελούν παράγοντες πρωταρχικής σημασίας για την επίτευξη της επιθυμητής εξοικονόμησης ενέργειας.

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η ενεργειακή επιθεώρηση και μελέτη διώροφης πολυκατοικίας αποτελούμενης από έξι διαμερίσματα στην περιοχή των Αχαρνών, με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, τη μείωση των καταναλώσεων και την πρόταση δράσεων μέσω επενδύσεων.

Κατά τη διαδικασία της εκπόνησης του εν λόγω τόμου, επιλέξαμε να αποκλείσουμε τη βιβλιογραφική έρευνα, καθώς είναι ήδη αρκετή και να επικεντρωθούμε σε ένα πιο ρεαλιστικό πεδίο που είναι η άμεση εφαρμογή του ΚΕνΑΚ σε πραγματικά δεδομένα διαμέσου ενός προγράμματος του εμπορίου.

Με αυτόν τον τρόπο, θα θέλαμε να τονίσουμε την αναγκαιότητα εισαγωγής στην Ανώτατη Εκπαίδευση, σύγχρονων εμπορικών εφαρμογών και λογισμικού, τα οποία σε σχέση με τις αναχρονιστικές μεθόδους που χρησιμοποιούνται, να συντελούν στην ουσιαστική επαγγελματική κατάρτιση των αποφοίτων.

Για τον παραπάνω λόγο θεωρούμε ότι η μελέτη που ακολουθεί, θα μπορούσε να αποτελέσει έναν οδηγό για τους νέους μηχανικούς ή για εκείνους οι οποίοι έχουν σκοπό να ασχοληθούν με τον κτιριακό τομέα και το χώρο των ενεργειακών επιθεωρήσεων.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι σε μια εξαιρετικά δυσμενή οικονομική συγκυρία για την χώρα και ιδιαίτερα για τον κατασκευαστικό κλάδο που διανύει μια έντονη περίοδο ύφεσης, τόσο ο ΚΕνΑΚ όσο και η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων θα συμβάλλουν στην αναθέρμανση της οικοδομικής δραστηριότητας, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, καθώς και στην ανταγωνιστικότητα των καθαρών τεχνολογιών.

### **1.2 Φάσεις Υλοποίησης**

Η εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκε μεταξύ Σεπτεμβρίου 2011 και Σεπτεμβρίου 2012. Η πορεία αυτής ακολούθησε τις παρακάτω φάσεις οι οποίες περιγράφονται συνοπτικά στη συνέχεια.

*Φάση 1<sup>η</sup> : Εκτενής βιβλιογραφική και διαδικτυακή αναζήτηση πληροφοριών:* Κατά τη διάρκεια της πρώτης φάσης έγινε αναζήτηση πληροφοριών σχετικών με το ενεργειακό απόθεμα στα κτίρια, τη διαχρονική νομοθεσία με εμβάθυνση στον ΚΕνΑΚ, αλλά και στοιχείων που θα μας βοηθήσουν στην τεχνοοικονομική αξιολόγηση των δράσεων που θα προταθούν. Επίσης, έγινε μελέτη του τρόπου διεξαγωγής της ενεργειακής επιθεώρησης.

*Φάση 2<sup>η</sup> : Καταγραφή Η/Μ εγκαταστάσεων, συλλογή δεδομένων και σχεδίων του υπό μελέτη κτιρίου:* Σε αυτήν τη φάση έγινε λεπτομερής έλεγχος των Η/Μ εγκαταστάσεων, συλλογή σχεδίων και στοιχείων κελύφους και ορισμός συνθηκών λειτουργίας ώστε να καταστεί δυνατή η πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης του εξεταζόμενου κτιρίου μέσω του προγράμματος υπολογισμού.

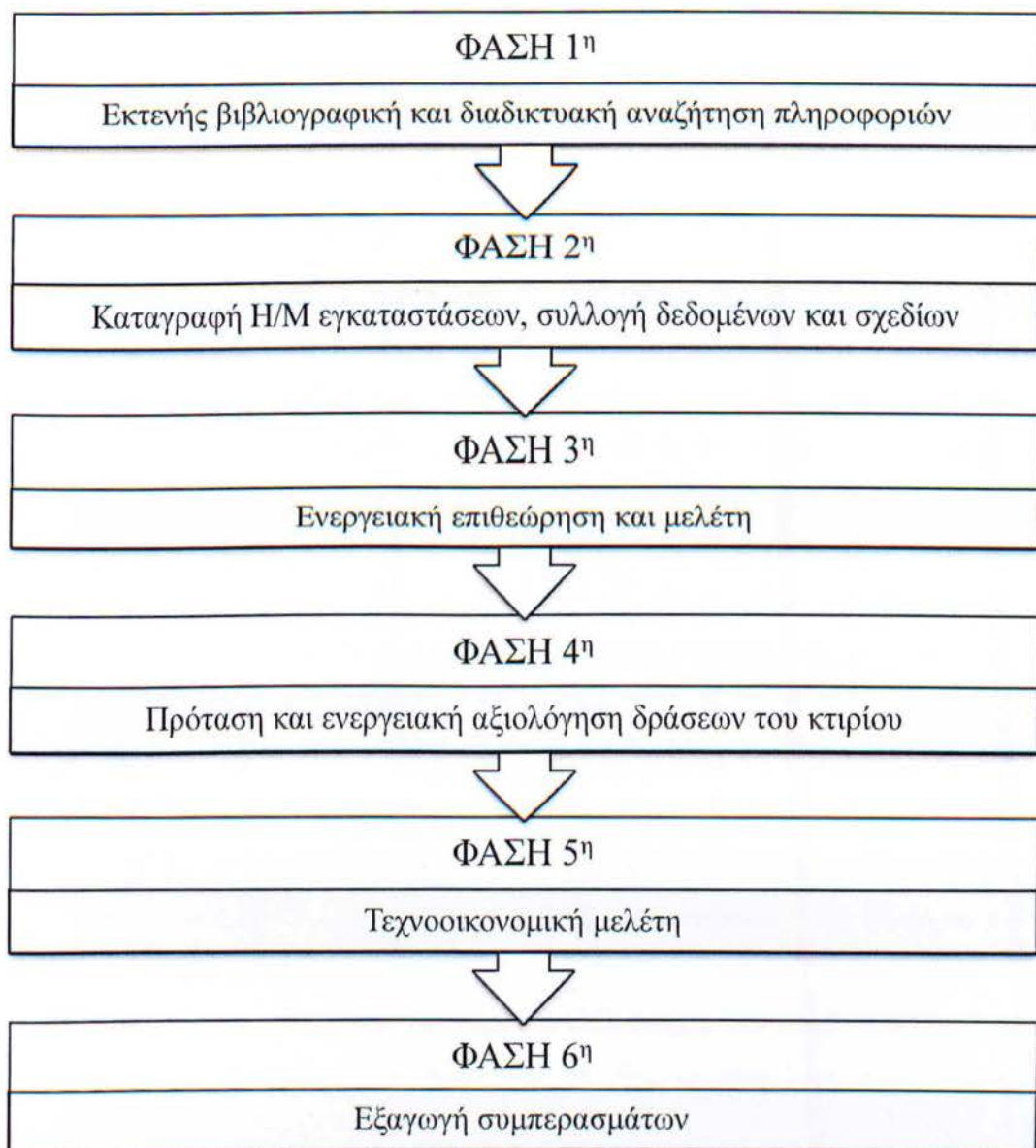
*Φάση 3<sup>η</sup> : Ενεργειακή επιθεώρηση και μελέτη:* Στην τρίτη και μεγαλύτερη ίσως φάση, γίνεται εισαγωγή και επεξεργασία όλων των προαναφερθέντων δεδομένων στο πρόγραμμα με σκοπό να κατατάξουμε το κτίριο σε κάποια ενεργειακή κλάση και ανάλογα με αυτήν να προβούμε στις κατάλληλες προτάσεις.

*Φάση 4<sup>η</sup> : Πρόταση και ενεργειακή αξιολόγηση δράσεων για το κτίριο:* Και πάλι με χρήση του λογισμικού, είναι η φάση στην οποία προτείνονται δράσεις μέσα από επιλέξιμες παρεμβάσεις, με σκοπό τη δημιουργία ενός σεναρίου, το οποίο θα μας κατατάξει το κτίριο σε μια ενεργειακή κλάση καλύτερη από την αρχική. Σε αυτό το σημείο θα κληθούμε να αξιολογήσουμε ενεργειακά τις παρεμβάσεις που έγιναν.

*Φάση 5<sup>η</sup> : Τεχνοοικονομική μελέτη:* Στην πέμπτη φάση γίνεται υπολογισμός οικονομικών δεικτών για την ανάλυση της βιωσιμότητας και αποδοτικότητας των εν λόγω επενδύσεων που απαιτούνται σε συνδυασμό με την ένταξη στο πρόγραμμα του ΥΠΕΚΑ «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον».

*Φάση 6<sup>η</sup> : Εξαγωγή συμπερασμάτων:* Στην τελευταία φάση της εργασίας παρατίθενται όλα τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ενεργειακή μελέτη του κτιρίου καθώς επίσης και οι δυσκολίες που παρουσιάστηκαν και έκαναν αδύνατη την πιο λεπτομερή ανάλυση σε συγκεκριμένα σημεία.

Στην επόμενη σελίδα απεικονίζεται εποπτικά το διάγραμμα ροής των φάσεων υλοποίησης της παρούσας εργασίας (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1:1 Διάγραμμα Ροής Φάσεων Υλοποίησης

### **1.3 Οργάνωση Τόμου**

Το κύριο μέρος της παρούσας πτυχιακής εργασίας, αποτελείται από έξι κεφάλαια και η δομή της είναι η ακόλουθη.

- Σε πρώτη φάση παρατίθεται ο πρόλογος και η περίληψη, τόσο στην ελληνική όσο και στην αγγλική γλώσσα, όπου διακρίνονται τα κύρια σημεία της εργασίας.
- Το παρόν 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, αποτελεί το εισαγωγικό κομμάτι και περιλαμβάνει το σκοπό και το αντικείμενο της εργασίας, καθώς και τις φάσεις υλοποίησης της.
- Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο νομοθετικό πλαίσιο και στη διαχρονική εξέλιξη των κανονισμών, σε εθνικό αλλά και Ευρωπαϊκό επίπεδο, από τις πρώτες δομημένες αποφάσεις της δεκαετίας του 1970 έως και τον σημερινό ΚΕΝΑΚ.
- Το 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτείται για την εκπόνηση της μελέτης και μας συστήνει ουσιαστικά με τον κανονισμό. Εδώ αναφέρεται όλη η διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, οι προϋποθέσεις που αυτός θέτει καθώς και οι επιλέξιμες παρεμβάσεις που δύνανται να πραγματοποιηθούν.
- Στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο λαμβάνει μέρος η επιθεώρηση του κτιρίου μας, με τη βοήθεια του λογισμικού «ΚΕΝΑΚ» της 4Μ, με σκοπό την εξαγωγή της ενεργειακής του ταυτότητας.
- Στη συνέχεια, το 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο περιλαμβάνει τις παρεμβάσεις οι οποίες αναμένεται να γίνουν καθώς και τις ενεργειακές και περιβαλλοντικές τους αξιολογήσεις.
- Το 6<sup>ο</sup> Κεφάλαιο πραγματεύεται την οικονομοτεχνική ανάλυση των παραπάνω προτάσεων με την προϋπόθεση ένταξης στο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον» του Υ.ΠΕ.Κ.Α.

Τέλος, ακολουθούν τα συμπεράσματα που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας μελέτης καθώς και οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup> ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ**

### **ΠΛΑΙΣΙΟ**

### 2.1 Η Εξέλιξη των Κανονισμών

Μετά την πετρελαϊκή κρίση του 1973 καταστήθηκε σαφές πως η όλο και αυξανόμενη εξάρτηση από πρωτογενείς μορφές ενέργειας πρέπει να περιορισθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε η λογική διαχείριση των αποθεμάτων να μην ορίζεται είτε από φυσική ανεπάρκεια είτε από πολιτικές σκοπιμότητες. Καθώς ένα μεγάλο μέρος των ετησίων αναγκών σε ενέργεια απορροφάται από κατοικίες και κτιριακές εγκαταστάσεις, έπρεπε να ληφθούν κάποια μέτρα ώστε να κατανοηθούν οι κλιματικές παράμετροι που επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά ενός κτιρίου.

Στην Ελλάδα, η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο - πλαίσιο Ν.40/75 "Περί λήψεως μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας". Ανάλογο θέμα δεν υπήρξε ποτέ ξανά στην Ελληνική νομοθεσία και ως εκ τούτου καμία νομοθετική ρύθμιση δεν μπορούσε να την επικαλεστεί. Από τη στιγμή εκείνη και μετά θεσπίστηκε μια σειρά νόμων και κανονισμών στη διάρκεια των ετών που είχε κοινή κατεύθυνση την εξοικονόμηση ενέργειας.

Στον κτιριακό τομέα, η πρώτη δομημένη απόφαση, λήφθηκε το 1977 για την διάταξη της θερμομόνωσης. Αυτός περιοριζόταν στην αναφορά της U-value των επιμέρους υλικών ή και συνολικά. Η Ελλάδα ακολούθησε το 1979 με τον Κανονισμό Θερμομόνωσης Κτιρίων (Κ.Θ.Κ.).

Ο Κ.Θ.Κ. είχε κύριο στόχο τη μείωση των απωλειών θερμότητας από το κτιριακό κέλυφος, έτσι ώστε οι απαιτήσεις θέρμανσης του κτιρίου να ελαχιστοποιούνται απαιτώντας υπολογισμούς με βάση το χωρισμό της χώρας σε 3 κλιματικές ζώνες, τη χρήση πίνακα θερμικής αγωγιμότητας υλικών και τη χρήση πίνακα κατηγοριών θερμοπερατότητας κουφωμάτων. Ωστόσο δεν διατύπωνε απαιτήσεις για τα υφιστάμενα κτίρια.

Το 1984 θεωρήθηκε ότι μόνον το συνολικό U-value μπορούσε να προσδιορίσει την σχέση ανάμεσα σε ένα κτίριο και την επίδραση του με το εξωτερικό περιβάλλον και το 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 – θεσπίστηκε ο νέος «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ- 2000) ακολουθώντας το 1989 με την Υ.Α. 3046/304 ο «Κτιριοδομικός Κανονισμός». Πλέον, οι έννοιες κτίριο και περιβάλλον γίνονται αλληλένδετες.



Το 1993 η οδηγία 93/76/ΕΟΚ «για τη σταθεροποίηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέσω της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων» (SAVE). Δυστυχώς, δεν ολοκληρώθηκε το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για την πλήρη εφαρμογή της οδηγίας.

Το 1995 ολοκληρώθηκε από το ΥΠΕΧΩΔΕ / ΔΟΠΚ και το ΚΑΠΕ το Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001» και που αφορά σε μέτρα πολιτικής και στρατηγικές για την εξοικονόμηση ενέργειας και τη χρήση ΑΠΕ στον οικιστικό τομέα. Ταυτόχρονα άρχισε στην Ευρώπη να καθιερώνεται η οικονομία του κτιρίου αλλά μόνον για τις απαιτήσεις θέρμανσης.

Προσπαθώντας την εναρμόνιση με το «SAVE» με την Κ.Υ.Α. 21475/4707 θεσπίστηκε ο Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.) ο οποίος προσανατολίζεται στον περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων, περιέχοντας μέτρα πολιτικής για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων και του μικροκλίματος και εισήγαγε έννοιες και θεσμούς για προαγωγή της ορθολογικής χρήσης και διαχείρισης των ενεργειακών πόρων και της χρήσης των ΑΠΕ, τη βελτίωση της ποιότητας κατασκευής κλπ, που εντάσσονται στις αρχές του αειφόρου σχεδιασμού και της οικολογικής δόμησης.

Το 1999 – ΥΑ 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων».

Μέσα από μελέτες προέκυπτε ότι το πρόβλημα ήταν μεγαλύτερο και ότι τα προηγμένα κράτη δυσκολεύονταν όλο και περισσότερο να εναρμονιστούν με τη συνθήκη το Κιότο (1997) και το 2001 άρχισε να γίνεται αναγωγή σε απαιτήσεις πρωτογενούς ενέργειας, καταλήγοντας το 2002, με την 2002/91/ΕΚ την ταυτοποίηση των κτιρίων βάση της ενεργειακής τους απόδοσης. Η οδηγία αυτή αφορά στην ενεργειακή επίδοση του κτιριακού τομέα. Αποτελεί το νομικό εργαλείο της Ευρωπαϊκής Κοινότητας με στόχο την ορθολογική χρήση της ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Οι διατάξεις καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ΖΝΧ, ψύξης, αερισμού και φωτισμού για νέα αλλά και για υφιστάμενα κτίρια. Η οδηγία συνδυάζει διάφορα μέσα κανονιστικής και πληροφοριακής φύσης.

Σημαντικό να αναφερθεί είναι ότι η EPBD δεν καθορίζει τα επίπεδα και την νομοθεσία για το κάθε μέλος της, αλλά τα μέλη πρέπει να θεσπίσουν τους

αντίστοιχους μηχανισμούς καθώς και τις απαιτήσεις λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές κλιματολογικές, οικονομικές και κοινωνικές συνθήκες. Το θετικό είναι ότι η EPBD έχει ενσωματωθεί στο πολιτικό θεματολόγιο, στους πολεοδομικούς νόμους στην πλειοψηφία των κρατών μελών της ΕΕ. Επίσης, θετική είναι και η ανταπόκριση που υπάρχει από τους πολίτες της Ευρωπαϊκής Κοινότητας.

Τα κύρια σημεία της EPBD είναι:

- Μια κοινή μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
- Θέσπιση ελάχιστων ορίων για την ενεργειακή απόδοση των νέων κτιρίων, αλλά και αυτών που πρόκειται να υποστούν σημαντική ανακαίνιση (πάνω από το 25 % της αξίας τους ή/και πάνω από 25 % της συνολικής έκτασης τους).
- Θέσπιση κανονισμών όσον αφορά στα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης των νέων και υφιστάμενων κτιρίων καθώς και τη δημοσιοποίηση αυτών των πιστοποιητικών στα δημόσια κτίρια. Τα πιστοποιητικά αυτά πρέπει να είναι το αργότερο ηλικίας 5 ετών.
- Τακτικές επιθεωρήσεις στους λέβητες και στην κεντρική κλιματιστική μονάδα στα νέα και υφιστάμενα κτίρια, καθώς και αξιολόγηση για τις εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε κτίρια που το σύστημα τους είναι περισσότερο από 15 χρόνια.
- Το πεδίο δράσης της Οδηγίας Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων είναι οι κατοικίες, καθώς και ο τριτογενής τομέας (γραφεία, δημόσια κτίρια κλπ). Στην κατηγορία αυτή δεν περιλαμβάνονται τα κτίρια με ιστορική σημασία, κτίρια μικρότερα από 50 m<sup>2</sup>, κτίρια που δεν είναι μόνιμες κατοικίες και έχουν μικρή κατανάλωση ενέργειας και εργοτάξια.
- Τα πιστοποιητικά ενεργειακής απόδοσης πρέπει να είναι διαθέσιμα όταν τα κτίρια κατασκευαστούν, πουληθούν ή ενοικιαστούν. Επίσης η οδηγία αναφέρει ότι οι χρήστες των κτιρίων πρέπει να είναι ικανοί ώστε να μπορούν να ρυθμίσουν την κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση και ΖΝΧ, σε τέτοιο βαθμό ώστε να είναι οικονομικά συμφέρουσα.

Το 2006 με την ντιρεκτίβα 2006/32/ΕΚ (Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες). Αυτή η οδηγία της ΕΕ ακυρώνει την προκάτοχο της (Directive 93/76/EEC). Η οδηγία αυτή θέτει ενδεικτικά μέτρα,

κίνητρα καθώς και οικονομικά και νομικά πλαίσια έτσι ώστε να καταργηθούν τα εμπόδια στην αγορά καθώς και οι ατέλειες που εμποδίζουν την αποτελεσματική χρήση ενέργειας. Δημιουργεί συνθήκες για την ανάπτυξη και την προώθηση μιας αγοράς προσανατολισμένης προς τις υπηρεσίες ενέργειας, ώστε να μπορούν να εφαρμοστούν προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας και άλλα μέτρα που συντελούν στην βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης.

Σύμφωνα με την οδηγία αυτή τα κράτη μέλη πρέπει να υιοθετήσουν και να επιτύχουν 9% μείωση στην καταναλισκόμενη ενέργεια μέσα στο πλαίσιο του εθνικού σχεδίου για την ενεργειακή επίδοση (NEEAP). Επίσης, είναι υπεύθυνα στην σύσταση ανεξάρτητων δημόσιων οργανισμών, οι οποίοι θα είναι υπεύθυνοι για την παρακολούθηση της προόδου. Ο δημόσιος τομέας επίσης πρέπει να πάρει μέτρα έτσι ώστε να επιτευχθεί η αγορά συσκευών και οχημάτων που καταναλώνουν χαμηλά ποσά ενέργεια καθώς και την σύσταση οργάνων οικονομικής υποστήριξης .

Ένα άλλο σημαντικό σημείο της οδηγίας αυτής αφορά τους λογαριασμούς που πληρώνουν οι κάτοικοι του κράτους μέλους. Οι λογαριασμοί για την αγορά ενέργειας πρέπει να βασίζονται μόνο στην κατανάλωση της εκάστοτε ενέργειας. Επίσης, πρέπει να εγκαθίστανται σε κάθε καταναλωτή, προσωπικοί μετρητές που να δείχνουν το ποσό της ενέργειας που καταναλώθηκε από το κάθε χρήστη .

Εκτιμάται ότι η εφαρμογή της θα αποφέρει κέρδος περίπου 40 εκατ. ΤΠΠ (τόνους ισοδύναμου πετρελαίου), έως το 2020.

Η Ελλάδα έδειχνε να αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα καθώς απειλούταν με την επιβολή κυρώσεων για μη συμμόρφωση με τις κοινοτικές οδηγίες και το 2008 με το Ν.3661/2008 εναρμονίστηκε με την 2002/91/EK και ζήτησε παράταση 36 μηνών ώστε να λάβει μέτρα. Κατάληξη αυτού είναι ο νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ).

Ο σκοπός της εγκυκλίου αυτής είναι η διαμόρφωση του πλαισίου και ο καθορισμός των ελάχιστων απαιτήσεων για την αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων. Αποτελεί, όπως προείπαμε, υλοποίηση του νόμου 3661/2008 που εκδόθηκε με σκοπό την εναρμόνιση της ελληνικής νομοθεσίας με την οδηγία 2002/91/EK. Ο ΚΕΝΑΚ είναι η πρώτη ολοκληρωμένη προσπάθεια από ελληνικής πλευράς όσον αφορά τον καθορισμό όλων των παραμέτρων που επιδρούν στην ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου. Ειδικότερα εστιάζεται στην μείωση της

κατανάλωσης συμβατικής ενέργειας για Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμό, Φωτισμό και Παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX). Αναφέρεται σε τεχνικές όπως ο Ενεργειακός Σχεδιασμός του Κελύφους, τα αποδοτικά δομικά υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται, τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, τις ΑΠΕ και την συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Τέλος, το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο ενέκρινε μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κλιματική και ενεργειακή πολιτική με στόχο την καταπολέμηση της αλλαγής του κλίματος και την αύξηση της ενεργειακής ασφάλειας της ΕΕ, ενισχύοντας παράλληλα την ανταγωνιστικότητα της και την μετατροπή της σε μια ιδιαίτερα αποδοτική από ενεργειακή άποψη οικονομία χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι απαιτήσεις που υιοθετήθηκαν από τους αρχηγούς κρατών και κυβερνήσεων αφορούσαν:

- Μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά τουλάχιστον 20% κάτω από τα επίπεδα του 1990
- 20% της κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές
- Μείωση κατά 20% στη χρήση πρωτογενούς ενέργειας σε σύγκριση με τα προβλεπόμενα επίπεδα μέσω τη βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης.
- Οι παραπάνω απαιτήσεις είναι γνωστές ως στόχος 20-20-20.

## 2.2 Ο Κ.Εν.Α.Κ.

### 2.2.1 Θεσμικό Πλαίσιο Ενεργειακών Επιθεωρήσεων

- Νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89). Ενσωματώνει στο εθνικό μας δίκαιο την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων (ΕΕ L1/4-1-2003). Πεδίο εφαρμογής αποτελούν τα κτίρια του τριτογενούς τομέα καθώς και τα κτίρια κατοικίας. Βασικότερες ρυθμίσεις:
  - ✓ Θέσπιση ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτίρια και τα υφιστάμενα άνω των 1000 m<sup>2</sup> που ανακαινίζονται ριζικά και υποχρέωση εκπόνησης μελέτης ενεργειακής απόδοσης.

- ✓ Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) κτιρίου για όλα τα νέα και τα ριζικά ανακαινιζόμενα καθώς και σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης ή μεταβίβασης υφισταμένων.
- ✓ Τακτική επιθεώρηση Λεβήτων, Εγκαταστάσεων Θέρμανση, Ψύξης και Κλιματισμού.

Νόμος 3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής» (ΦΕΚ Α΄ 85).

- Με το άρθρο 10 τροποποιούνται ρυθμίσεις του Ν.3661/2008. Βασικότερη τροποποίηση αποτελεί η κατάργηση του ορίου των 1000 m<sup>2</sup> για την τήρηση των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης υφισταμένων κτιρίων που ανακαινίζονται ριζικά. Επίσης, προστίθεται η υποχρέωση κάλυψης του 60% των αναγκών για ζεστό νερό χρήσης (ZNX) από ηλιοθερμικά συστήματα, καθώς και η πρόβλεψη για κτίρια σχεδόν «μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης».
- Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού» (ΦΕΚ Α΄ 177). Προβλέπονται θέματα που σχετίζονται με τα απαιτούμενα προσόντα των Ενεργειακών Επιθεωρητών, τη διαδικασία εγγραφής στα σχετικά μητρώα, τις αμοιβές τους και τις κυρώσεις σε περίπτωση παραβάσεων.
- Προεδρικό Διάταγμα 72/2010 «Συγκρότηση, διοικητική-οργανωτική δομή και στελέχωση της Ειδικής Υπηρεσίας Επιθεωρητών Ενέργειας (Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.)» (ΦΕΚ Α΄ 132). Συγκροτείται η δημόσια υπηρεσία ελέγχου του έργου των Ενεργειακών Επιθεωρητών.
- Κοινή Υπουργική Απόφαση Αριθμ. Δ6/Β/οικ.5825/2010 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.ΕΝ.Α.Κ.)» (ΦΕΚ Β΄ 407).  
Βασικότερες ρυθμίσεις:
  - ✓ Ορίζεται μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
  - ✓ Καθορίζονται ελάχιστες απαιτήσεις για την ενεργειακή απόδοση και κατηγορίες για την ενεργειακή κατάταξη των κτιρίων.

- ✓ Καθορίζονται οι ελάχιστες προδιαγραφές για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους και οι προδιαγραφές των Η/Μ εγκαταστάσεων των υπό μελέτη νέων κτιρίων καθώς και των ριζικά ανακαινιζόμενων.
- ✓ Ορίζεται το περιεχόμενο της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων.
- ✓ Καθορίζεται η μορφή του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου, καθώς και τα στοιχεία που αυτό θα περιλαμβάνει.
- ✓ Καθορίζεται η διαδικασία των ενεργειακών επιθεωρήσεων των κτιρίων, καθώς και η διαδικασία των επιθεωρήσεων λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και κλιματισμού.
- Υπουργική Απόφαση Αριθ. οικ.17178/2010 «Έγκριση και εφαρμογή των Τεχνικών Οδηγιών ΤΕΕ για την Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίων» (ΦΕΚ Β' 1387). Για την πλήρη εφαρμογή του Κ.Ε.Ν.Α.Κ. εγκρίνονται και ορίζονται υποχρεωτικές οι παρακάτω Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.):
  - ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για την επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων και δεδομένων που θα χρησιμοποιήσει για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
  - ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή για τον υπολογισμό των θερμοφυσικών ιδιοτήτων των δομικών υλικών και στοιχείων του εξωτερικού κτιριακού κελύφους (τοίχοι, οροφές, κουφώματα, κ.τ.λ.
  - ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 «Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών». Η οδηγία αυτή περιλαμβάνει τα κλιματικά δεδομένα (συνθήκες σχεδιασμού) για την διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων ενός κτιρίου, καθώς και τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία, υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία, κ.τ.λ.) για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου.
  - ✓ Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων & εγκαταστάσεων θέρμανσης, και εγκαταστάσεων κλιματισμού». Η οδηγία αυτή καθοδηγεί τον επιθεωρητή

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ  
ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ & ΕΠΙΛΕΞΙΜΕΣ  
ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

### 3.1 Η Ενεργειακή Επιθεώρηση

Καθώς το 80% των κτιρίων στην Ελλάδα έχει κατασκευαστεί πριν το 1979 (ΚΘΚ), γίνεται σαφές ότι οι ελάχιστες προϋποθέσεις του νέου ενεργειακού κανονισμού δεν πληρούνται.

Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η καθ' ομοίωση ενός υπάρχοντος κτιρίου, τόσο ενεργειακά όσο και οικονομικά, με ένα νεόδμητο. Αυτός επιτυγχάνεται μέσω μικρών και μεγάλων παρεμβάσεων στο κέλυφος και τις εγκαταστάσεις.

- Η ενεργειακή επιθεώρηση είναι μία μελέτη που σκοπό έχει τον ακριβή καθορισμό των ενεργειακών ροών μιας εγκατάστασης και απαντά στα ακόλουθα τέσσερα ερωτήματα:
- Πόση ενέργεια από κάθε διαθέσιμο είδος χρησιμοποιείται και πόσο κοστίζει;
- Για ποιά σκοπό χρησιμοποιείται η ενέργεια αυτή;
- Τι επιλογές υπάρχουν (και πόσο κοστίζουν) αυτές, για να μειωθεί η χρήση της ενέργειας;
- Ποιά είναι τα οικονομικώς αποδοτικότερα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας;

Διακρίνονται δύο είδη επιθεωρήσεων, η συνοπτική και η εκτενής. Η συνοπτική επιθεώρηση βασίζεται σε παρελθόντα στοιχεία και δεδομένα, όπως είναι οι λογαριασμοί κατανάλωσης του ηλεκτρικού ρεύματος και προμήθειας καυσίμων, το μέγεθος και το είδος του κτιρίου / βιομηχανικής μονάδας, τα στοιχεία διαθεσιμότητας των ενεργειακών συστημάτων κλπ. Αυτού του είδους η επιθεώρηση βασίζεται σε υπολογισμούς και δεν περιλαμβάνει κανενός είδους επιτόπιο έλεγχο. Από την άλλη, η εκτενής επιθεώρηση βασίζεται σε επιτόπιους έλεγχους και ακριβείς καταγραφές των συνθηκών και των ενεργειακών καταναλώσεων.

### 3.2 Η Διαδικασία

#### 3.2.1 Διαδικασία Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίου

Για την ενεργειακή επιθεώρηση κτιρίου ακολουθείται συγκεκριμένη διαδικασία, σύμφωνα με το άρθρο 15 του Κ.Εν.Α.Κ., που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στάδια:



- **Ανάθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης:** Η ανάθεση γίνεται από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου κατόπιν πρόσκλησης στον 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 ενημερώνει τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή για τις πληροφορίες που θα χρειαστεί για τη διενέργεια της επιθεώρησης (π.χ. αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου ως κατασκευασθέντος, μελέτη θερμομόνωσης (αν υπάρχει), σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, πιστοποιητικά και δελτία αποστολής υλικών, κ.α.). Επιπλέον, εξασφαλίζει τη δυνατότητα πρόσβασης στους εσωτερικούς κοινόχρηστους και ιδιόκτητους χώρους για την επιθεώρησή τους.
- **Ηλεκτρονική Απόδοση Αριθμού Πρωτοκόλλου:** 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.
- **Προετοιμασία Ενεργειακής Επιθεώρησης- Συλλογή Στοιχείων Κτιρίου:** Κατά το στάδιο αυτό συλλέγονται και διατίθενται στον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτιρίου (π.χ. μελέτες και αρχιτεκτονικά σχέδια, σχέδια Η/Μ εγκαταστάσεων, λογαριασμοί ρεύματος, κ.α.). Επίσης, η προετοιμασία της ενεργειακής επιθεώρησης, μπορεί να περιλαμβάνει και την ενημέρωση του επιθεωρητή για τυχόν ιδιαίτερες ανάγκες των χρηστών του κτιρίου, τα σχέδια συντήρησης ή ανακαίνισης, τα προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κλπ.
- **Επιθεώρηση Κτιρίου:** Κατά την επιθεώρηση κτιρίου, συλλέγονται αναλυτικά τα στοιχεία για το υπό επιθεώρηση κτίριο κατά τη διάρκεια της επιτόπιας επίσκεψης του ενεργειακού επιθεωρητή με τη βοήθεια των σχετικών εντύπων ενεργειακής επιθεώρησης, τα οποία παρουσιάζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010. Ιδιαίτερα σε κτίρια μεγάλης επιφάνειας και

σύνθετων Η/Μ εγκαταστάσεων, ο επιθεωρητής μπορεί να προβεί στη διεξαγωγή μετρήσεων ορισμένων μεγεθών με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

Ο επιθεωρητής επεξεργάζεται τα διαθέσιμα δεδομένα και πληροφορίες γύρω από το κτίριο και συμπληρώνει το τυποποιημένο έντυπο. Τα κύρια βήματα για την συμπλήρωση του εντύπου Ενεργειακής Επιθεώρησης είναι:

- ✓ Ο διαχωρισμός του κτιρίου σε θερμικές ζώνες.
- ✓ Ο προσδιορισμός των εσωτερικών συνθηκών του κτιρίου ή/και των θερμικών ζωνών του όπως, θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.α.
- ✓ Ο προσδιορισμός των εσωτερικών κερδών (άτομα, μηχανήματα/συσκευές), ανάλογα την χρήση του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- ✓ Η καταγραφή ή αποτύπωση της γεωμετρίας του κτιρίου (επαλήθευση σχεδίων).
- ✓ Η καταγραφή της ποιότητας κατασκευής και των θερμοφυσικών ιδιοτήτων & τεχνικών χαρακτηριστικών των δομικών στοιχείων του κτιρίου, διαφανών και αδιαφανών.
- ✓ Ο προσδιορισμός της αεροστεγανότητας των ανοιγμάτων, ανάλογα με τον τύπο ανοιγμάτων που διαθέτει το κτίριο.
- ✓ Η καταγραφή των συστημάτων και δομικών στοιχείων σκιασμού (ηλιοπροστασία), καθώς και της μορφολογίας και τεχνητών εμποδίων του περιβάλλοντα χώρου.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος θέρμανσης του κτιρίου.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος ψύξης.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος μηχανικού αερισμού.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος ύγρανσης.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος παραγωγής ζεστού νερού χρήσης.
- ✓ Η καταγραφή του συστήματος φωτισμού.
- ✓ Η καταγραφή διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας του κτιρίου (BEMS).
- ✓ Η καταγραφή συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (π.χ. ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά), τα οποία μπορεί και να είναι

συμπληρωματικά συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.

- ✓ Η καταγραφή συστημάτων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), τα οποία μπορεί και να είναι συμπληρωματικά ή/και συστήματα για την θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης του κτιρίου.
- ✓ Η καταγραφή των προγραμματισμένων και μη επεμβάσεων που πρέπει να γίνουν στο κτίριο για την ενεργειακή του αναβάθμιση.
- **Υπολογισμοί & Ανάλυση Αποτελεσμάτων:** Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτιρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, γίνεται χρήση διάφορων λογισμικών όπως TEE-KENAK, 4M-KENAK, κλπ..

Με την εισαγωγή των δεδομένων στο λογισμικό και την εκτέλεση των υπολογισμών, προσδιορίζεται η ειδική ενεργειακή κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>/έτος) του εξεταζόμενου κτιρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς και κατατάσσεται το εξεταζόμενο κτίριο σε μια ενεργειακή κατηγορία. Στη συνέχεια, λαμβάνοντας υπόψη την ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολογισμών, ο επιθεωρητής διατυπώνει προτάσεις εναλλακτικών σεναρίων βελτίωσης της ενεργειακής συμπεριφοράς του κτιρίου.

Για τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, ο επιθεωρητής ελέγχει, επίσης, την πιστή εφαρμογή της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κατά την κατασκευή του κτιρίου, διασταυρώνοντας 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.

- **Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου (Π.Ε.Α.):** Με την ολοκλήρωση των υπολογισμών, ο επιθεωρητής υποβάλλει ηλεκτρονικά στην Ε.Υ.Ε.Π.Ε.Ν. το αρχείο δεδομένων (xml), το οποίο καταχωρείται, επίσης ηλεκτρονικά, στο Αρχείο Επιθεώρησης Κτιρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτιρίου.

### 3.2.2 Το Κτίριο Αναφοράς

Ως «κτίριο αναφοράς» ορίζεται ένα κτίριο που είναι ίδιο με το υπό μελέτη. Συγκεκριμένα, θεωρείται ότι έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Ο λόγος χρήσης αυτής της έννοιας είναι ότι το κτίριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

Σύμφωνα με το άρθρο 7 του ΚΕνΑΚ, κάθε νέο κτίριο, καθώς και κάθε υφιστάμενο κτίριο που ανακαινίζεται ριζικά πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης. Οι ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης ικανοποιούνται όταν το κτίριο πληροί όλες τις ελάχιστες προδιαγραφές που περιγράφονται στο άρθρο 8 του ΚΕΝΑΚ και:

- Είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτιρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου αναφοράς ή ίση με αυτήν.
- Είτε το εξεταζόμενο κτίριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτίριο αναφοράς τόσο ως προς το κτιριακό κέλυφος, όσο και ως προς τις ηλεκτρομηχανολογικές του εγκαταστάσεις στο σύνολό τους.

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται ο υπολογισμός της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας με την εκπόνηση ενεργειακής μελέτης, προκειμένου να προσδιοριστεί η ενεργειακή απόδοση και η κατάταξη του κτιρίου.

Συνοπτικά, το κτίριο αναφοράς:

- Καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτίριο,
- Θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο,
- Πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, και
- Έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά, τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν στη Θ.Ψ.Κ. των εσωτερικών χώρων, στην παραγωγή Ζ.Ν.Χ. και στο φωτισμό.

### **3.3 Υπολογισμοί και Ανάλυση Αποτελεσμάτων**

Το τέταρτο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης είναι η διαδικασία υπολογισμών για την ενεργειακή κατάταξη και πιστοποίηση του κτιρίου, καθώς και ο προσδιορισμός των βέλτιστων επεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου. Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.ΕΝ.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων 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 Ι του ίδιου Κανονισμού. Σύμφωνα πάντα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ., 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 ΥΠΕΚΑ, με κριτήριο την εφαρμογή της παραπάνω μεθοδολογίας.

Το λογισμικό, μετά την ολοκλήρωση της εισαγωγής των δεδομένων της επιθεώρησης, παρέχει τη δυνατότητα διαδικτυακής σύνδεσης μέσω εξαγωγίμου αρχείου μορφής xml. Με τον τρόπο αυτό, ο επιθεωρητής με τη χρήση του αριθμού μητρώου του και του αριθμού πρωτοκόλλου επιθεώρησης, στέλνει απ' ευθείας τα αρχεία με τα δεδομένα και τα αποτελέσματα των υπολογισμών στο πληροφοριακό σύστημα που τηρείται από την Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. Τα δεδομένα και τα αποτελέσματα καταχωρούνται αυτόματα στη βάση δεδομένων. Βάσει των τελικών αποτελεσμάτων εκδίδεται το πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης Π.Ε.Α. του κτιρίου, το οποίο αποστέλλεται στον επιθεωρητή μέσω πάντα της ανοικτής διαδικτυακής σύνδεσης.

#### **3.3.1 Υπολογισμοί της Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου**

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου γίνονται με λογισμικό, το οποίο έχει δημιουργηθεί βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.ΕΝ.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τεχνικής Οδηγίας του ΤΕΕ «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης» (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010). Η τεχνική οδηγία αυτή κατευθύνει διεξοδικά τον επιθεωρητή για τις παραμέτρους που θα χρησιμοποιήσει κατά τους υπολογισμούς, ανάλογα με τα δεδομένα και τα χαρακτηριστικά των κτιριακών

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 κτίριο, με βάση οικονομικά και ενεργειακά κριτήρια.

Οι υπολογισμοί που πραγματοποιούνται κατά την ενεργειακή επιθεώρηση του κτιρίου 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 κτιρίου.
- Στην ενεργειακή ταξινόμηση του κτιρίου (κατάταξή του σε ενεργειακή κλάση)
- Στη διαμόρφωση και αξιολόγηση σεναρίων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια 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.

Το λογισμικό θα παρέχει τη δυνατότητα ενεργειακής και οικονομικής αξιολόγησης διαφόρων σεναρίων όπως:

- Επεμβάσεις βελτίωσης στο κτιριακό κέλυφος, δηλαδή θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων, οροφής, δαπέδου, αντικατάσταση ή αεροστεγάνωση κουφωμάτων, κ.ά.

- Αναβάθμιση ή αντικατάσταση ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων με νέες υψηλής απόδοσης, όπως: σύστημα θέρμανσης, ψύξης, ζεστού νερού χρήσης, κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης αέρα, μονάδες εξαερισμού, μονάδες φωτισμού, διατάξεις αυτοματισμών, κ.ά.
- Εφαρμογή παθητικών συστημάτων και εναλλακτικών συστημάτων παραγωγής ενέργειας όπως ηλιακοί χώροι, ηλιακοί συλλέκτες, φωτοβολταϊκά και συμπαραγωγή θερμικής & ηλεκτρικής ενέργειας.

Ο κύριος στόχος των υπολογισμών είναι ο προσδιορισμός της συνολικής ετήσιας κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{έτος})$ ] για θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, ζεστό νερό χρήσης και φωτισμό (ο φωτισμός μελετάται μόνο στα κτίρια του τριτογενή τομέα). Με βάση τα αποτελέσματα των υπολογισμών, γίνεται η ενεργειακή ένταξη του κτιρίου στην αντίστοιχη κατηγορία συγκρινόμενο πάντα με το κτίριο αναφοράς.

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

### **3.3.1.1 Αποτελέσματα Υπολογισμών**

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών μεταξύ άλλων θα περιλαμβάνουν:

- Την ειδική τελική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά χρήση και είδος καυσίμου. Ως ειδική κατανάλωση ενέργειας νοείται η ετήσια καταναλισκόμενη ενέργεια ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας του κτιρίου [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{έτος})$ ].
- Την ειδική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό, κ.ά.) και το είδος καυσίμου ανά χρήση [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \times \text{έτος})$ ].
- Τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, φωτισμό κ.τ.λ.) και είδος καυσίμου [ $\text{kg CO}_2/(\text{m}^2 \times \text{έτος})$ ].
- Την ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

### 3.3.2 Τήρηση Ελάχιστων Απαιτήσεων Κτιρίου

Πέρα από την ενεργειακή κατηγοριοποίηση των κτιρίων και όσον αφορά στα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, κατά τη διάρκεια της επιθεώρησης και ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια των υπολογισμών, ο επιθεωρητής θα πρέπει να ελέγξει ότι το κτίριο πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές, οι οποίες ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ. Οι ελάχιστες προδιαγραφές αφορούν:

- **Σχεδιασμός κτιρίου:** Εδώ περιλαμβάνεται η κατάλληλη χωροθέτηση και ο προσανατολισμός του κτιρίου για την μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών. Επίσης, οι θέσεις των κουφωμάτων, πρέπει να είναι τοποθετημένα ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού. Επίσης λαμβάνεται υπόψη η ενσωμάτωση ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών .
- **Κτιριακό κέλυφος:** Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους νέου ή ριζικά ανακαινισμένου κτιρίου πρέπει να εμφανίζουν μικρότερους συντελεστές από αυτούς που περιλαμβάνονται σε ορισμένους πίνακες. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) να μην υπερβαίνει τα όρια που ορίζονται στο άρθρο 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.
- **Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις (Η/Μ):** Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου πρέπει να πληρούν κάποιες βασικές προϋποθέσεις με προδιαγραφές που ορίζονται στην παράγραφο 3 του άρθρου 8 του Κ.ΕΝ.Α.Κ.:
  - ✓ Κάθε κεντρική κλιματιστική μονάδα με παροχή νωπού αέρα  $\geq 60\%$  πρέπει να επιτυγχάνει ανάκτηση θερμότητας σε ποσοστό τουλάχιστον 50%.
  - ✓ Όλα τα δίκτυα διανομής νερού ή άλλου μέσου πρέπει να έχουν θερμομόνωση (19mm για θέρμανση και 13 mm για ψύξη και το υλικό θερμομόνωσης να έχει συντελεστή αγωγιμότητας  $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$ ).
  - ✓ Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα να είναι θερμομονωμένοι με υλικό με  $\lambda=0,04 \text{ W/mK}$  και πάχος του υλικού σε περίπτωση διέλευσης σε εξωτερικό χώρο 40 mm ενώ σε περίπτωση διέλευσης σε εσωτερικό χώρο 30 mm.



- ✓ Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου πρέπει να διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης.
- ✓ Σε περίπτωση μεγάλου κυκλώματος του ZNX εφαρμόζεται κυκλοφορία με σταθερό  $\Delta p$  και κυκλοφορητή με ρύθμιση στροφών βάσει της ζήτησης ZNX.
- ✓ Η ζήτηση του ZNX πρέπει να καλύπτεται τουλάχιστον κατά 60% από ηλιοθερμικά συστήματα σε περίπτωση που στο κτίριο δεν υπάρχει ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης και αντλίες θερμότητας.
- ✓ Τα συστήματα γενικού φωτισμού έχουν μέγιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό μπορεί το 50% των λαμπτήρων να μην χρησιμοποιείται.
- ✓ Επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης και ψύξης καθώς και έλεγχος αυτών με ειδικούς θερμοδομητήρες.
- ✓ Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα απαιτείται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργου ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τουλάχιστον ίσου με 0,95.

### 3.4 Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου - Π.Ε.Α.

Η έκδοση του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης είναι το τελευταίο στάδιο της ενεργειακής επιθεώρησης. Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ. η έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, καθώς επίσης και για τα υφιστάμενα κτίρια σε περίπτωση αγοραπωλησίας, μίσθωσης. Η τελική μορφή του Π.Ε.Α. δίνεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, στην οποία παρουσιάζονται και οι οδηγίες σύνταξης για τον επιθεωρητή.

Το Π.Ε.Α. 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 κτιρίου. Το Π.Ε.Α. ισχύει για δέκα χρόνια, εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτιρίου πριν 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 ριζικά ανακαινιζόμενων κτιρίων, κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση Π.Ε.Α. θα πρέπει να ελέγχεται εάν το κτίριο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης. Σε περίπτωση διαπίστωσης μη τήρησης της μελέτης, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτιρίου υποχρεούται να συμμορφωθεί εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α., εφαρμόζοντας μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, σύμφωνα με τις συστάσεις του Ενεργειακού Επιθεωρητή, που αναφέρονται στο Π.Ε.Α.

Σε περίπτωση όπου το Π.Ε.Α. 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.

Για την επίτευξη του στόχου κρίνεται σκόπιμο να περιγράψουμε ορισμένες βασικές αλλαγές, οι οποίες εξυπηρετούν στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου.

### **3.5 Απαιτούμενες Επεμβάσεις - Προτάσεις**

Ο επιθεωρητής μετά την ολοκλήρωση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου και έχοντας πλέον μια ολοκληρωμένη εικόνα για την πραγματική κατάσταση του κτιρίου, θα πρέπει να προσδιορίσει τις πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων CO<sub>2</sub>. Με τη χρήση του λογισμικού, θα εκτιμήσει την υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση του κτιρίου και θα κάνει την απαραίτητη αξιολόγηση με την εφαρμογή διαφόρων σεναρίων (επεμβάσεων) ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, σύμφωνα με τη διαθέσιμη πάντα τεχνολογία.

Από τα αποτελέσματα θα επιλεγούν οι επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης που μπορούν να εφαρμοστούν, είναι ενεργειακά και οικονομικά αποδοτικές, καθώς κι εκείνες που παρουσιάζουν μεγάλη εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά έχουν υψηλό κόστος εφαρμογής και μπορούν να υλοποιηθούν με τη χρήση διαθέσιμων χρηματοδοτικών εργαλείων, ώστε να γίνουν οικονομικά ελκυστικές.

Στο Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης – Π.Ε.Α. του κτιρίου θα πρέπει να αναφέρονται οι τελικές προτάσεις για την εφαρμογή επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αξιολογήθηκαν από τον επιθεωρητή. Ενδεικτικές επεμβάσεις αναβάθμισης και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου που μπορούν να εφαρμοστούν στο κτιριακό κέλυφος δίνονται παρακάτω.

### 3.5.1 Ενδεικτικές Συστάσεις για τον Περιορισμό των Θερμικών και Ψυκτικών Φορτίων

Για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, η οποία θα αποτυπωθεί με τη μείωση των θερμικών και ψυκτικών φορτίων κατά τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου που επιθεωρείται, προτείνονται οι παρακάτω επεμβάσεις στο κτιριακό κέλυφος:

- **Θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του κελύφους** που έρχονται σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα ή με μη θερμαινόμενους χώρους, όπου υπάρχει δυνατότητα εφαρμογής. Η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης γίνεται πλέον με εύκολο και ασφαλή τρόπο είτε με τη βοήθεια ειδικών βυσμάτων και κολλών, είτε με τη βοήθεια μεταλλικών οδηγών. Στην πρώτη περίπτωση η τελική επιφάνεια επιχρίεται, ενώ στη δεύτερη η τελική επιφάνεια διαμορφώνεται συνήθως από κάποιο πέτασμα, συμβάλλοντας παράλληλα και στη ριζική ανακαίνιση της όψης. Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα διαμόρφωσης δικέλφους όψης με έτοιμα θερμομονωτικά πετάσματα, τεχνική που είναι αρκετά διαδεδομένη στο εξωτερικό. Κατά κανόνα, η εξωτερική θερμομόνωση απαιτεί υλικά που δεν προσβάλλονται από την υγρασία και έχει το πλεονέκτημα του περιορισμού των θερμογεφυρών που δημιουργούνται κυρίως στις συναρμογές των δομικών στοιχείων, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα και την ελαχιστοποίηση της εμφάνισης υγρασίας από συμπύκνωση των υδρατμών. Η θερμική προστασία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων μπορεί να γίνει και προς την εσωτερική επιφάνειά τους, οδηγώντας όμως σε μείωση της εσωτερικής ωφέλιμης επιφάνειας του κτιρίου. Η θερμομόνωση των επιστεγάσεων είναι σημαντικά αποδοτική για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, ιδιαίτερα για κτίρια χαμηλού ύψους. Στις περιπτώσεις υφιστάμενων κτιρίων με επίπεδες επιστεγάσεις (δώματα) χωρίς θερμομονωτική προστασία, η

διαμόρφωση ενός αντεστραμμένου δώματος αποτελεί μια εύκολα υλοποιήσιμη και οικονομικά συμφέρουσα λύση. Περιλαμβάνει τη διαμόρφωση των κλίσεων (αν δεν υπάρχουν), τη στεγανοποίηση της επιφάνειας, την τοποθέτηση θερμομονωτικών πλακών απρόσβλητων από υγρασία και τέλος τη διαμόρφωση της τελικής επιφάνειας από πλάκες επίστρωσης ή χαλίκια. Η διαμόρφωση συμβατικού δώματος είναι επίσης εφικτή, αλλά απαιτεί περισσότερες στρώσεις, πρόβλεψη φράγματος υδρατμών, κτλ. Στην περίπτωση στεγών με οριζόντια οροφή, η θερμομόνωση τοποθετείται ευκολότερα στο οριζόντιο δομικό στοιχείο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί κάθε είδος θερμομονωτικού υλικού. Διαφορετικά, η τοποθέτηση του θερμομονωτικού υλικού σε μια υφιστάμενη στέγη θα πρέπει να γίνει στο κεκλιμένο τμήμα της.

- **Βελτίωση της ενεργειακής συμπεριφοράς των διαφανών στοιχείων** του κελύφους. Τα ανοίγματα αποτελούν τα πιο ευαίσθητα δομικά στοιχεία του κελύφους από ενεργειακής άποψης, καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας τους είναι κατά κανόνα υψηλότερος σε σχέση με τα συμπαγή στοιχεία. Στην περίπτωση παλιών κουφωμάτων, δύο είναι μόνο οι επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν, οδηγώντας όμως σε σημαντική βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου:
  - ✓ Αντικατάστασή τους με νέα ενεργειακά αποδοτικά. Η χρήση δίδυμων υαλοπινάκων είναι επιβεβλημένη, ενώ ανάλογα με την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτίριο επιλέγεται υλικό πλαισίου με καλές θερμικές ιδιότητες (π.χ. αλουμίνιο με θερμοδιακοπή, ξύλινο κούφωμα).
  - ✓ Τοποθέτηση δεύτερου κουφώματος. Ο ΚΕΝΑΚ δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας διπλού κουφώματος, ο οποίος είναι αρκετά χαμηλότερος σε σχέση με το μονό κούφωμα. Εάν λοιπόν η κατασκευαστική διαμόρφωση της θέσης του ανοίγματος το επιτρέπει κι εφόσον υπάρχει σύμφωνη γνώμη των ιδιοκτητών, η τοποθέτηση δεύτερου κουφώματος μπορεί να συμβάλει στην ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου. Παράλληλα, ο επιθεωρητής μπορεί να προτείνει μέτρα για τον περιορισμό του αθέλητου αερισμού από τη διείσδυση αέρα στις χαραμάδες των ανοιγμάτων, όπου υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής.
- **Σκίαση του κτιριακού κελύφους.** Εάν προκύπτει από τους υπολογισμούς ότι τα συστήματα ηλιοπροστασίας που διαθέτει ήδη το κτίριο δεν επαρκούν (π.χ.

από την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη), ο επιθεωρητής μπορεί να προτείνει μέτρα ελέγχου του ηλιασμού με εξωτερικές διατάξεις, όπως π.χ. τέντες ή εξωτερικές περσίδες. Εναλλακτικά, για τον περιορισμό των ηλιακών κερδών κατά τη θερινή περίοδο δύναται να τοποθετηθούν αυτοκόλλητες μεμβράνες (φίλμ) επάνω στους υαλοπίνακες, οι οποίες οδηγούν σε μείωση του συντελεστή ηλιακών θερμικών κερδών  $g$ . Παράλληλα, τα θερμικά ηλιακά κέρδη των αδιαφανών δομικών στοιχείων μπορούν να μειωθούν με τη χρήση βαφών υψηλής ανακλαστικότητας ή τη χρήση υλικών χαμηλής εκπομπής. Στην περίπτωση που το κρίνει σκόπιμο, ο επιθεωρητής λαμβάνει υπόψη την εφαρμογή των υλικών αυτών στους υπολογισμούς του εισάγοντας το συντελεστή εκπομπής του υλικού στο λογισμικό, εφόσον υπάρχει σχετικό πιστοποιητικό από διαπιστευμένο εργαστήριο.

Εκτός από τις παραπάνω επεμβάσεις που οδηγούν στη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση και ψύξη, ο επιθεωρητής μπορεί να διατυπώσει κι άλλες συστάσεις, οι οποίες οδηγούν σε βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου στην πράξη, χωρίς αυτή να αποτυπώνεται στους υπολογισμούς, ενώ παράλληλα βελτιώνουν σημαντικά τις συνθήκες άνεσης στο κτίριο (θερμική, οπτική, ακουστική άνεση, ποιότητα εσωτερικού αέρα). Τέτοιες επεμβάσεις είναι:

- **Τοποθέτηση εξωτερικών προστατευτικών φύλλων** στα κουφώματα, η οποία περιορίζει τις απώλειες των διαφανών στοιχείων κατά τη διάρκεια της νύχτας της χειμερινής περιόδου, εφόσον είναι κλειστά και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις υψηλής ανεμόπτωσης. Παράλληλα, η μερική ή ολική χρήση τους κατά τη θερινή περίοδο περιορίζει και τα ηλιακά κέρδη και κατά συνέπεια τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου.
- **Φύτευση του περιβάλλοντα χώρου** με φυλλοβόλα δένδρα για τον περιορισμό του ηλιασμού του κτιρίου και τη βελτίωση του μικροκλίματος. Τα αναρριχητικά φυτά συμβάλλουν στη σκίαση του κελύφους και στον εξατμιστικό δροσισμό μέσω του φυλλώματός τους.
- **Φύτευση επιστέγασης** για τη βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής. Το φυτεμένο δώμα δεν παρέχει θερμική προστασία, επομένως η θερμομόνωση του είναι επιβεβλημένη. Πρέπει να διασφαλίζεται η στατική επάρκεια του υφιστάμενου δομικού στοιχείου, καθώς και η ορθή διαμόρφωση της διατομής, με πρόβλεψη στεγανοποίησης, αποστραγγιστικής στρώσης και

αντιριζικής προστασίας. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται ενδείκνυται να προέρχονται από ποικιλίες με χαμηλή απαίτηση σε νερό (παχύφυλλα, κακτοειδή).

- **Ο νυχτερινός αερισμός** περιορίζει τα ψυκτικά φορτία τη θερινή περίοδο. Επίσης, ο **διαμπερής αερισμός** και η ύπαρξη ανοιγμάτων οροφής (φεγγίτες, φωταγωγοί, ηλιακές καμινάδες κ.α.) συμβάλλουν στον αερισμό και στην απομάκρυνση της πλεονάζουσας θερμότητας (ανοδική όδευση) που εγκλωβίζεται μέσα στους χώρους, ωστόσο η διαμόρφωση συνθηκών διενέργειάς τους σε υφιστάμενα κτίρια χωρίς σχετική πρόβλεψη είναι εξαιρετικά δύσκολη.
- **Εγκατάσταση ανεμιστήρων οροφής** για τη μείωση των ψυκτικών φορτίων και τη βελτίωση της θερμικής άνεσης κατά τη θερινή περίοδο.
- **Ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων** (θερμοκήπια, τοίχοι μάζας, τοίχοι Trombe) στο κτιριακό κέλυφος για την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη χειμερινή περίοδο, ειδικά σε όψεις με νότιο προσανατολισμό. Για τη σωστή λειτουργία των συστημάτων τα δομικά στοιχεία που θα λειτουργήσουν ως μέλη ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, καλό είναι να μην είναι θερμικά προστατευμένα.
- **Εφαρμογή στεγανοποίησης και συστήματος αποστράγγισης** για τον περιορισμό της υγρασίας σε υπόγειους χώρους που εφάπτονται με το έδαφος. Τα δομικά στοιχεία που είναι σε επαφή με το έδαφος λειτουργούν ως πηγή θερμότητας (χειμώνα) και δροσισμού (καλοκαίρι) μέσα στο χώρο που περιβάλλουν.

### 3.5.2 Ενδεικτικές Συστάσεις για Εφαρμογή Α.Π.Ε.

- **Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX**, αν υπάρχει διαθέσιμος χώρος με δυνατότητα ηλιασμού στο δώμα ή στη στέγη ή στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου.
- **Εφαρμογή ηλιακής ψύξης/θέρμανσης** αν υπάρχει διαθέσιμος χώρος, με τη χρήση αντλιών θερμότητας απορρόφησης/προσρόφησης.
- **Εφαρμογή γεωθερμικής αντλίας ψύξης ή/και θέρμανσης** με την αξιοποίηση της γεωθερμίας του εδάφους (κατακόρυφοι ή οριζόντιοι εναλλάκτες) ή πιθανού υπόγειου υδάτινου ρεύματος. Ο δείκτης ενεργειακής

απόδοσης EER και ο συντελεστής επίδοσης COP αντίστοιχα στα συστήματα γεωθερμίας υπερβαίνει το 4,5.

- **Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων** για την κάλυψη τμήματος των ηλεκτρικών φορτίων του κτιρίου. Συνιστάται κυρίως σε κτίρια που είναι απομακρυσμένα και μη διασυνδεδεμένα με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα οποία έχουν διαθέσιμο ελεύθερο χώρο με δυνατότητα ηλιασμού, όπως ο περιβάλλοντας χώρος ή το δώμα. Η ενέργεια που παράγεται από Φ/Β συστήματα προς πώληση δεν λαμβάνεται υπόψη στην τελική ενεργειακή απόδοση του κτιρίου.
- **Εγκατάσταση ενεργειακών τζακιών** για την κάλυψη των θερμικών φορτίων για τη θέρμανση χώρων τον χειμώνα, κυρίως σε κτίρια κατοικιών αγροτικών περιοχών, όπου η βιομάζα είναι διαθέσιμη.

### 3.5.3 Ενδεικτικές Συστάσεις για Συστήματα Φωτισμού

- **Αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού** ιδιαίτερα στους χώρους εργασίας που 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 χρήση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου** (π.χ. λουξόμετρα) για τον έλεγχο των επιπέδων φωτισμού και της λειτουργίας του τεχνητού φωτισμού ενός χώρου συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας.
- **Αντικατάσταση των παλιών λαμπτήρων πυράκτωσης** με λαμπτήρες υψηλής φωτιστικής ικανότητας (απόδοσης) και χαμηλής ισχύος, όπως λαμπτήρες φθορισμού. Οι λαμπτήρες αυτοί ενδείκνυνται ιδιαίτερα σε χώρους με συνεχή φωτισμό, όπως εξωτερικοί χώροι, γραφεία κ.α. Τα ηλεκτρονικά στραγγαλιστικά πηνία (χαμηλή απορρόφηση ηλεκτρικής ενέργειας) είναι ενεργειακά αποδοτικότερα από τα μαγνητικά (υψηλή απορρόφηση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω αντίστασης).
- **Εγκατάσταση φωτιστικών** με ανακλαστικές επιφάνειες που ενισχύουν τη φωτιστική ικανότητα (απόδοση) των λαμπτήρων.

### 3.5.4 Ενδεικτικές Συστάσεις για Συστήματα Θέρμανσης- Ψύξης – Κλιματισμού

- **Αντικατάσταση του παλιού 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 κτιρίου (θερμομόνωση, αεροστεγάνωση κ.α.), θα απαιτηθεί επαναδιαστασιολόγηση του συστήματος θέρμανσης.
- **Συστηματική συντήρηση και έλεγχος των μονάδων κεντρικής θέρμανσης** όπως καθαρισμός καυστήρα, λέβητα, καμινάδας, δεξαμενής καυσίμου, ρύθμιση καύσης, ανάλυση καυσαερίων, έλεγχος και ρύθμιση λειτουργίας συστήματος, κ.α., προκειμένου να αυξηθεί η θερμική απόδοση του λέβητα-καυστήρα.
- **Αντικατάσταση των παλιών ή προβληματικών συστημάτων ψύξης** (δροσισμού χώρων), όπως ψύκτες ή 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/αντλία θερμότητας, με διαφορετικές ψυκτικές αποδόσεις, ή με τη χρήση δεξαμενών ψυκτικής αδράνειας. Σε περίπτωση ανακαίνισης του κτιρίου (θερμομόνωση, αεροστεγάνωση, σκίαση κ.α.) θα απαιτηθεί επαναδιαστασιολόγηση των συστημάτων ψύξης. Για τα τοπικά κλιματιστικά (αντλίες θερμότητας διαιρούμενου ή μη τύπου), προτείνεται η χρήση συστημάτων με δείκτη ενεργειακής απόδοσης  $EER > 3$ . 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 καύσιμα.
- 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.

- **Συστηματική 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.α. προκειμένου να αυξηθεί η ψυκτική απόδοσή τους.
- **Συστηματική 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.α.) και ρύθμιση λειτουργίας κεντρικών κλιματιστικών μονάδων (μονάδες διαχείρισης νωπού αέρα), κ.α., 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.α.) δεν πρέπει να καλύπτονται από τυχόν εμπόδια, γιατί περιορίζεται η θερμική/ψυκτική απόδοσή (εκπομπή) τους.
- **Τοποθέτηση ή αναβάθμιση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου** στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης, όπως διατάξεις θερμοκρασιακής ή υδραυλικής αντιστάθμισης, χρονοδιακόπτες, θερμοστάτες χώρων, ρυθμιστές στροφών (inverter) κ.α. Η θέση των θερμοστατών πρέπει να επιλέγεται προσεκτικά και να είναι μακριά από σώματα καλοριφέρ ή άλλες τερματικές μονάδες ή

στόμια προσαγωγής κλιματιζόμενου αέρα. Επιλογή κατάλληλης θερμοκρασίας θέρμανση/ψύξης χώρων.

- **Ανάκτηση θερμότητας μέσω εναλλακτών** στα συστήματα ψύξης/θέρμανσης. Εναλλάκτες ανάκτησης θερμότητας δύναται να τοποθετηθούν στους συμπυκνωτές των ψυκτών / αντλιών, στις κεντρικές κλιματιστικές μονάδες διαχείρισης νωπού αέρα, στα συστήματα μηχανικού αερισμού, κ.α.
- Σε περίπτωση **διαστασιολόγησης νέων συστημάτων** για τη θέρμανση ή/και ψύξη ή/και αερισμό ενός κτιρίου, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απαιτήσεις των επιμέρους χώρων (θερμικές ζώνες), όπως διαφοροποιούνται ανάλογα τον προσανατολισμό, τα εσωτερικά κέρδη και το προφίλ λειτουργίας (π.χ. χρήση χώρων και ωράριο λειτουργίας).
- **Τα απαιτούμενα φορτία για ζεστό νερό χρήσης (ZNX)** είναι προτιμότερο να καλύπτονται από μονάδα λέβητα-καυστήρα (π.χ. πετρελαίου, φυσικού αερίου, κ.α.), αφού οι ηλεκτρικοί θερμαντήρες καταναλώνουν την τριπλάσια πρωτογενή ενέργεια για την κάλυψη του ίδιου θερμικού φορτίου σε σχέση με την καύση πετρελαίου, φυσικού αερίου, υγραερίου, κ.α. Επίσης σε περίπτωση χρήση συμβατικών μονάδων λέβητα-καυστήρα για την παραγωγή Z.N.X. και κατά την θερινή περίοδο, προτείνεται οι μονάδες αυτές να είναι ξεχωριστές από τις μονάδες θέρμανσης χώρων, ώστε να μην χρησιμοποιείται μια μονάδας μεγάλης θερμικής ισχύος για την κάλυψη μικρού θερμικού φορτίου.
- **Χρήση συστημάτων συμπαραγωγής** ηλεκτρισμού θερμότητας/ψύξης, ιδιαίτερα στα κτίρια του τριτογενούς τομέα με μεγάλα θερμικά φορτία.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ**

#### 4.1 Εισαγωγή

Η εκπόνηση μελέτης ενεργειακής απόδοσης είναι υποχρεωτική, βάσει του νόμου 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α 89), για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια με τις εξαιρέσεις του άρθρου 11, όπως αυτός τροποποιήθηκε σύμφωνα με το άρθρο 10 και 10Α του νόμου 3851/2010. Η μελέτη ενεργειακής απόδοσης εκπονείται βάσει του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων – Κ.Ε.Ν.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. Β 407/9.4.2010) και τις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας που συντάχθηκαν υποστηρικτικά του κανονισμού. Ειδικότερα η μελέτη ενεργειακής απόδοσης βασίζεται στις εξής TOTEE:

- 20701-1/2010: «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης»,
- 20701-2/2010: «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων»,
- 20701-3/2010: «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών πόλεων»,
- 20701-4/2010: «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

Στόχος της ενεργειακής μελέτης είναι η ελαχιστοποίηση, κατά το δυνατόν, της κατανάλωσης ενέργειας για την σωστή λειτουργία του κτηρίου, μέσω:

- Του βιοκλιματικού σχεδιασμού του κτηριακού κελύφους, αξιοποιώντας την θέση του κτηρίου ως προς τον περιβάλλοντα χώρο, την ηλιακή διαθέσιμη ακτινοβολία ανά προσανατολισμό όψεως, κ.ά,
- Της θερμομονωτικής επάρκειας του κτηρίου με την κατάλληλη εφαρμογή θερμομόνωσης στα αδιαφανή δομικά στοιχεία αποφεύγοντας κατά το δυνατόν τη δημιουργία θερμογεφυρών, καθώς και την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων, δηλαδή συνδυασμό υαλοπίνακα αλλά και πλαισίου,
- Της επιλογής κατάλληλων ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων υψηλής απόδοσης, για την κάλυψη των αναγκών σε θέρμανση, ψύξη, κλιματισμό, φωτισμό, ζεστό νερό χρήσης με την κατά το δυνατόν ελάχιστη κατανάλωση (ανηγμένης) πρωτογενούς ενέργειας.

- Της χρήσης τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Α.Π.Ε.) όπως, ηλιοθερμικά συστήματα, φωτοβολταϊκά συστήματα, γεωθερμικές αντλίες θερμότητας (εδάφους, υπόγειων και επιφανειακών νερών) κ.ά. και,
- Της εφαρμογής διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας των ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων, για τον περιορισμό της άσκοπης χρήσης τους.

### **4.1.1 Ενεργειακή Απόδοση Κτιρίου**

Σύμφωνα με το άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ., για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης των κτιρίων θα πρέπει να εφαρμόζεται η μέθοδος ημι-σταθερής κατάστασης μηνιαίου βήματος του ευρωπαϊκού προτύπου ΕΛΟΤ EN ISO 13790 καθώς και των υπολοίπων υποστηρικτικών προτύπων τα οποία αναφέρονται στο παράρτημα 1 του ίδιου κανονισμού. Σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, οι θερμικές ζώνες ενός κτιρίου θεωρούνται θερμικά ασύζευκτες.

Οι υπολογισμοί της ενεργειακής απόδοσης κτιρίου έγιναν με τη χρήση του υπολογιστικού εργαλείου TEE-KENAK, βάσει των απαιτήσεων και προδιαγραφών του νόμου 3661/2008, του Κ.Εν.Α.Κ. και της αντίστοιχης Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Για τους επιμέρους υπολογισμούς και τη διαστασιολόγηση των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου (εγκαταστάσεις θέρμανσης, ψύξης, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης, κ.ά.), χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικές μέθοδοι και τεχνικές οδηγίες, όπως εφαρμόζονται μέχρι σήμερα και αναφέρονται στις αντίστοιχες παραγράφους.

### **4.2 Γενικά Στοιχεία Κτιρίου**

Το κτίριο έχει ανεγερθεί επί της οδού Απόλλωνος Αγυιέως στο Ο.Τ. 15 του δήμου Αχαρνών σε οικόπεδο ΑΒΓΔΕΖ ορθογωνικού σχήματος με το μεγάλο του άξονα σε απόκλιση κατά γωνία  $13^\circ$  από τον άξονα Βορρά – Νότου. Το οικόπεδο είναι ενδιάμεσο και βρίσκεται σε πυκνοδομημένο αστικό περιβάλλον, με κτίρια έως τεσσάρων επιπέδων.

Ειδικότερα,

- η ανατολική πλευρά του οικοπέδου γειτνιάζει με την οδό Απόλλωνος Αγυιέως, πλάτους 5m,
- η νότια γειτνιάζει με όμορο κτίριο,
- η βόρεια γειτνιάζει με όμορο κτίριο, ενώ
- η δυτική συνορεύει με οικόπεδο στο οποίο έχει ανεγερθεί πολυκατοικία με συνολικό ύψος 9m.

Τα όμορα κτίρια που βρίσκονται στη βόρεια και νότια πλευρά του οικοπέδου, εφάπτονται με το εξεταζόμενο κτίριο. Στα οικόπεδα που βρίσκονται δυτικά, έχει ανεγερθεί συγκρότημα πολυκατοικιών ύψους 9m, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 6,5m από το σύνορο του οικοπέδου. Αντίστοιχα, στα οικόπεδα που βρίσκονται ανατολικά, έχουν ανεγερθεί δύο πολυκατοικίες ύψους 9 και 12m, τα οποία απέχουν 13m από το σύνορο του οικοπέδου.

Η ανέγερση του υφιστάμενου κτιρίου ξεκίνησε το 1987 και ολοκληρώθηκε το 1989 ως μέρος προγράμματος του Οργανισμού Εργατικής Κατοικίας (Ο.Ε.Κ.).

Το κτίριο αποτελείται από υπόγειο, ισόγειο και δύο ορόφους. Το εμβαδό του κάθε ορόφου και του ισογείου ανέρχεται σε 178 m<sup>2</sup> περίπου, ενώ το συνολικό εμβαδό σε 650 m<sup>2</sup>. Το υφιστάμενο υπόγειο καταλαμβάνει το 1/5 του συνολικού εμβαδού του κτιρίου.

### **4.2.1 Τύπος Κατασκευής**

Ο τύπος κατασκευής του είναι φέρων οργανισμός από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους.

### **4.2.2 Επιχρίσματα – Χρωματισμοί**

Τα εξωτερικά επιχρίσματα είναι τριπτά τριβιδιστά (σαγρέ).

### **4.2.3 Κουφώματα**

Τα κουφώματα του κτιρίου είναι ανοιγόμενα και συρόμενα και αποτελούνται από πλαίσια αλουμινίου, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f = 7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Φέρουν

απλό μονό υαλοπίνακα με πάχος 4mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι  $U_g = 5.7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

#### 4.2.4 Δώμα

Το δώμα είναι μονοκέλυφο και έχει κατασκευαστεί ως συμβατικό (η στεγανοποιητική στρώση βρίσκεται σε θέση υπερκείμενη της θερμομονωτικής και την προστατεύει από την επίδραση των νερών της βροχής).

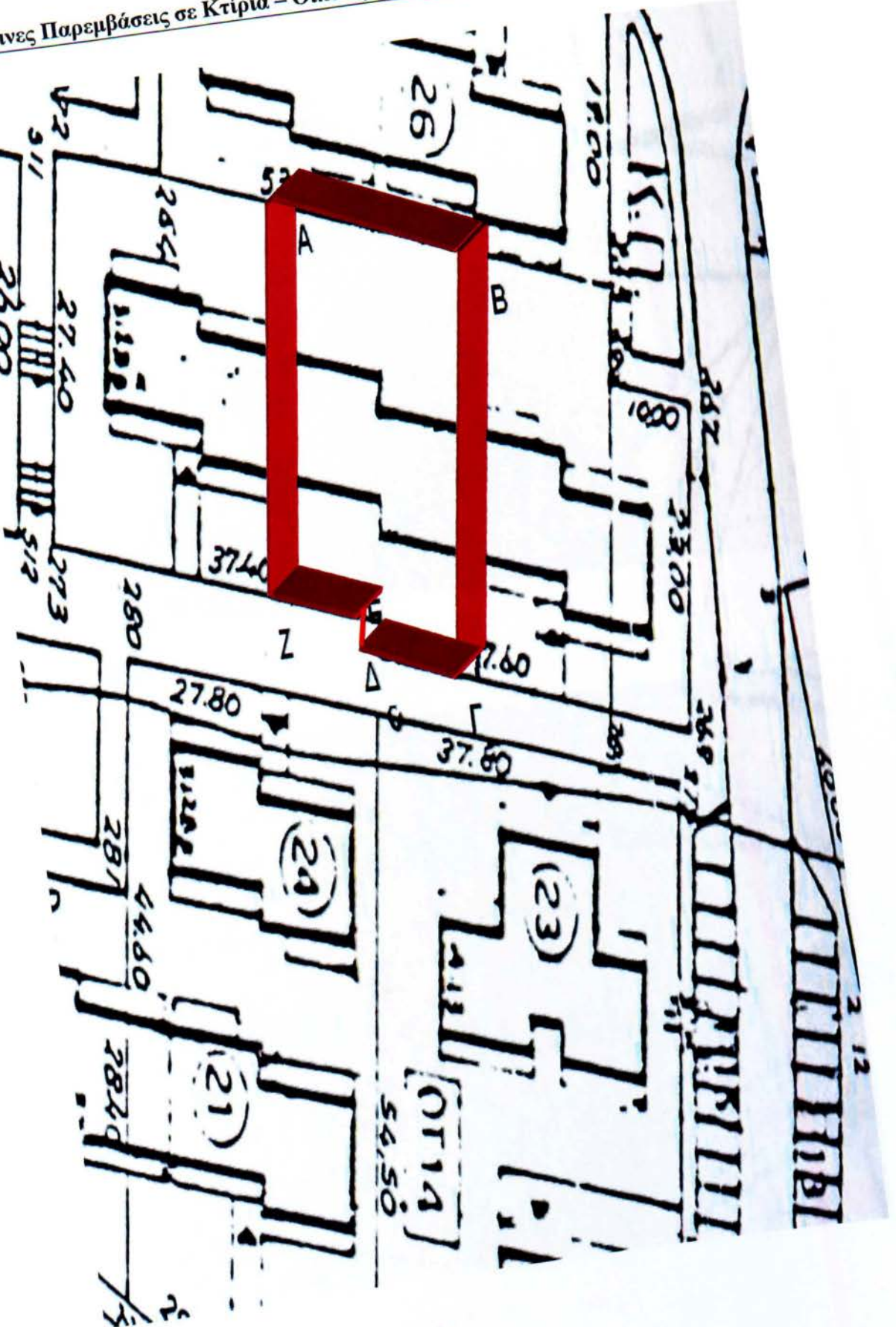
Πόλη	Αχαρνές
Αριθμός Θερμικών Ζωνών	1
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1 - 15)	3
Τυπικό Ύψος Επιπέδου (m)	3
Κλιματική Ζώνη	ΖΩΝΗ Β
Γωνία Περιστροφής	13°
Υψόμετρο μεγαλύτερο των 500m	ΟΧΙ
Χρήση Κτιρίου	Πολυκατοικία
Τύπος κατασκευής	Φέρων οργ. από σκυρόδεμα και στοιχεία πλήρωσης από διάτρητες οπτόπλινθους
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Βάθος δαπέδου στο έδαφος (m)	0
Περίμετρος κτιρίου (m)	67
Νέο ή ριζικά ανακαινιζόμενο κτίριο	ΟΧΙ
Περίοδος έκδοσης οικοδομικής άδειας	Με εφαρμογή Κ.Θ.Κ.
Θερμομονωτική προστασία	Επαρκής
Επιθυμητό συνολικό εμβαδό (m <sup>2</sup> )	535.020
Επιθυμητός συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	1605.061
Έτος έκδοσης οικοδομικής άδειας	1987
Έτος ολοκλήρωσης της κατασκευής	1989
<b>Πηγές δεδομένων</b>	
Αρχιτεκτονικά σχέδια	<input checked="" type="checkbox"/>
Αρχιτεκτονικό σκαρίφημα	<input checked="" type="checkbox"/>
Φύλλο Συντήρησης Λέβητα	<input checked="" type="checkbox"/>
Φύλλο Συντήρησης Συστήματος Κλιματισμού	<input checked="" type="checkbox"/>
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Λέβητα	<input type="checkbox"/>
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος	<input type="checkbox"/>
Έντυπο Ενεργειακής Επιθεώρησης Συστήματος	<input type="checkbox"/>
Τιμολόγια ενεργειακών καταναλώσεων	<input checked="" type="checkbox"/>
Πληροφορίες από Ιδιοκτήτη/Διαχειριστή	<input checked="" type="checkbox"/>

Πίνακας 4:1 Γενικά στοιχεία κτιρίου

Έντυπο επιθεώρησης	
Υπάρχει πρόσφατο έντυπο επιθεώρησης του συστήματος θέρμανσης (εφόσον υπάρχει το συγκεκριμένο σύστημα);	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>
Υπάρχει πρόσφατο έντυπο επιθεώρησης του συστήματος κλιματισμού (εφόσον υπάρχει το συγκεκριμένο σύστημα);	ΝΑΙ <input type="checkbox"/> ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>
Έκθεση κτιρίου	
Εκτεθειμένο	<input type="checkbox"/>
Ενδιάμεσο	<input checked="" type="checkbox"/>
Προστατευμένο	<input type="checkbox"/>
Σύστημα δόμησης κατά ΓΟΚ	
Συνεχέςγωνιακό	<input type="checkbox"/>
Συνεχέςμεσαίο	<input checked="" type="checkbox"/>
Μικτό (3 όψειςελεύθερες)	<input type="checkbox"/>
Πανταχόθενελεύθερο	<input type="checkbox"/>
Εμβαδόν / Αρ. χρηστών	
Συνολικό εμβαδόν χώρων (m <sup>2</sup> )	535.20
Ωφέλιμο Θερμαινόμενο εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	535.20
Ωφέλιμο Ψυχόμενο εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	267.60
Τρέχων αριθμός χρηστών	24
Όγκος	
Συνολικός όγκος (m <sup>3</sup> )	1605.61
Ωφέλιμος Θερμαινόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	1605.61
Ωφέλιμος Ψυχόμενος όγκος (m <sup>3</sup> )	802.80
Συστήματα κλιματισμού	
ΘΕΡΜΑΝΣΗ (αριθμός μονάδων)	Μία (1) Κεντρική Μονάδα
Συνολική κατανάλωση καυσίμου για θέρμανση (από τα τιμολόγια του τελευταίου έτους)	Πετρέλαιο Θέρμανσης: 6000 lit/y Χρονική περίοδος κατανάλωσης: Από: 01/01/2011 Έως: 31/12/2011
Βαθμός απόδοσης συστήματος θέρμανσης	0.67
ΨΥΞΗ (αριθμός μονάδων)	Τρεις (3) Μονάδες Διαιρούμενου Τύπου / Διαμέρισμα
Συνολική κατανάλωση καυσίμου για ψύξη (από τα τιμολόγια του τελευταίου έτους)	Ηλεκτρισμός : 8500 kWh/y Χρονική περίοδος κατανάλωσης: Από: 01/01/2011 Έως: 31/12/2011
Βαθμός απόδοσης συστήματος ψύξης	1.5

Πίνακας 4:2 (συνέχεια) Γενικά στοιχεία κτιρίου





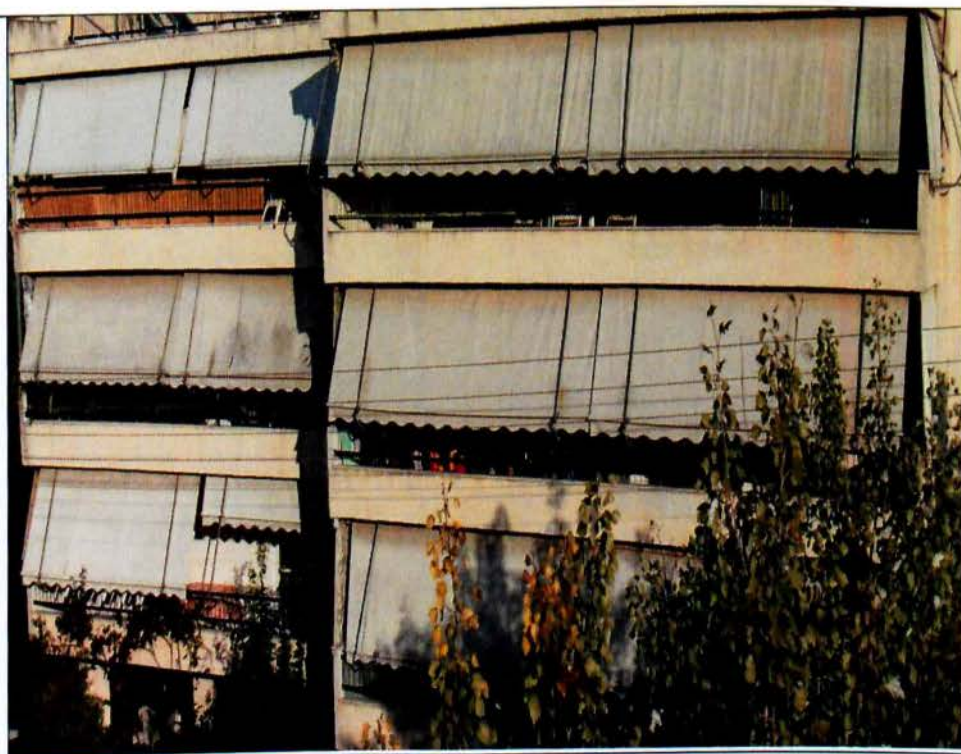
Εικόνα 4:1 Τοπογραφικό διάγραμμα κτιρίου

Λήψη από πλευρά ΑΒ του τοπογραφικού

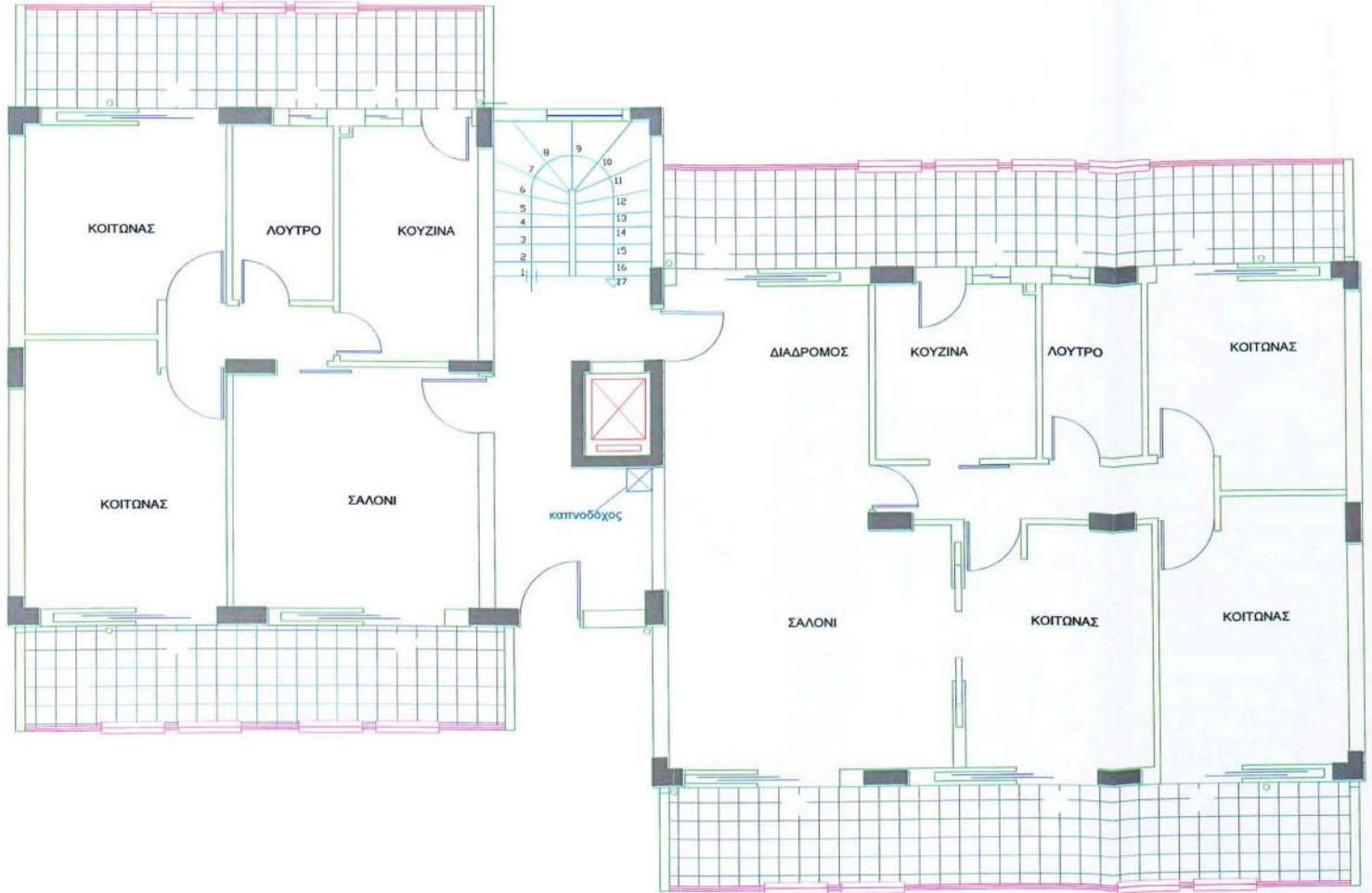


Φωτογραφία 4.1 Φωτογραφία κτιρίου, πλευρά ΑΒ

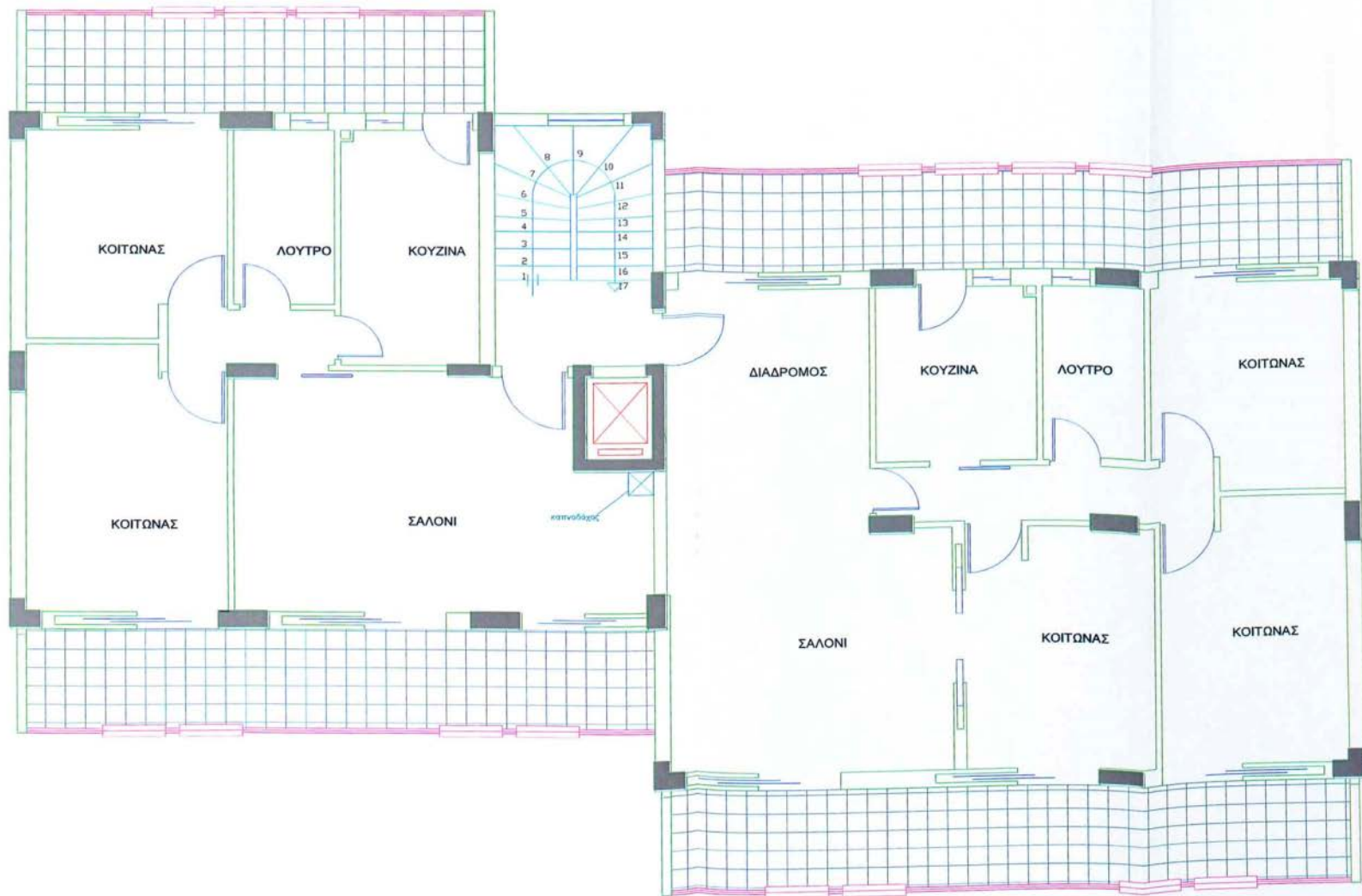
Λήψη από θέση Δ του τοπογραφικού



Φωτογραφία 4.2 Φωτογραφία κτιρίου, θέση Δ



Σχέδιο 4.1 Αρχιτεκτονικό κάτοψης ισόγειου



Σχέδιο 4.2 Αρχιτεκτονικό κάτοψης τοπικού ορόφου

Υλικά εξωτερικής τοιχοποιίας						
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	$\lambda$ [W/(mK)]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]		
T9	Επίχρισμα	0.020	0.872	0.524		
	Τοίχος	0.060	0.523			
	Μονωτικό υλικό	0.0600	0.041			
	Κενό συρομένων	0.150				
	Τοίχος	0.060	0.523			
	Επίχρισμα	0.020	0.872			
T11	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	0.005	1.840	0.599		
	Τσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870			
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	0.050	0.200			
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.040	0.035			
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.200	2.500			
T10	Επίχρισμα	0.020	0.872	0.562		
	Τοίχος	0.090	0.523			
	Μονωτικό υλικό	0.050	0.041			
	Τοίχος	0.090	0.523			
	Επίχρισμα	0.020	0.872			
Υλικά φέροντος οργανισμού						
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	$\lambda$ [W/(mK)]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]		
T4	Ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870	0.792		
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.250	2.500			
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.030	0.035			
	Ασβεστοκονίαμα	0.020	0.870			
T7	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870	0.432		
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.250	2.500			
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035			
	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870			
E7	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870	0.432		
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.250	2.500			
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035			
	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870			
Οροφή – στέγη / δώμα						
a/a	Προσανατολισμός	Κλίση	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος κατασκευή	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Χρώμα / υλικό επιφάνειας
1			79.620	O1	0.399	0.65
2			101.500	O1	0.399	0.65

Πίνακας 4:3 Δομικά στοιχεία κτιρίου

Υλικά οροφής-στέγης / δώματος					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	λ [W/(mK)]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	
O1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870	0.399	
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.200	2.500		
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	0.050	0.200		
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035		
	Τσιμεντοκονίαμα	0.020	1.390		
Δάπεδο					
α/α	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος κατασκευής	Τύπος δαπέδου	Τύπος εδάφους	U [W/(m <sup>2</sup> K)]
1	71.010	Δ3			0.599
2	101.800	Δ3			0.599
Υλικά δαπέδου					
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά	Πάχος (m)	λ [W/(mK)]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	
Δ3	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	0.005	1.840	0.599	
	Τσιμεντοκονίαμα	0.020	0.870		
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	0.050	0.200		
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ	0.070	0.035		
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ	0.020	1.390		
Θερμική αδράνεια ζώνης					
Πολύ ελαφριά κατασκευή				<input type="checkbox"/>	
Ελαφριά κατασκευή				<input type="checkbox"/>	
Μέση κατασκευή				<input type="checkbox"/>	
Βαριά κατασκευή				<input checked="" type="checkbox"/>	
Πολύ βαριά κατασκευή				<input type="checkbox"/>	
Κατάσταση ανοιγμάτων					
Παλαιά ανοίγματα χαμηλής αεροστεγανότητας (δεν σφραγίζουν καλά)			<input checked="" type="checkbox"/>		
Ανοίγματα μέτριας αεροστεγανότητας			<input type="checkbox"/>		
Ανοίγματα υψηλής αεροστεγανότητας			<input type="checkbox"/>		
Αριθμός καμινάδων			<input type="checkbox"/>		
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού			<input type="checkbox"/>		
Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης					
Υπάρχουν παθητικά συστήματα θέρμανσης;			ΝΑΙ <input type="checkbox"/>		
			ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>		
Παθητικά συστήματα δροσισμού					
Υπάρχουν άλλα παθητικά συστήματα δροσισμού;			ΝΑΙ <input type="checkbox"/>		
			ΟΧΙ <input checked="" type="checkbox"/>		

Πίνακας 4:4 (συνέχεια) δομικά στοιχεία κτιρίου

### 4.3 Χρήσεις Κτιρίου

Ο χώρος του υπογείου χρησιμοποιείται για αποθηκευτική χρήση και φιλοξενεί το λεβητοστάσιο. Στο ισόγειο, όπως και στον τυπικό όροφο, περιλαμβάνονται από δύο διαμερίσματα, έξι συνολικά, και χρησιμοποιούνται ως κατοικίες.

Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κάθε τμήματος του κτιρίου με διαφορετική κύρια χρήση, προσδιορίζονται τα δεδομένα των διαφόρων παραμέτρων και τεχνικών μεγεθών όπως ορίζονται στο άρθρο 5 του Κ.Εν.Α.Κ. και στη σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας υπολογισμού στο συγκεκριμένο κτίριο και ανά τμήμα μελέτης, λήφθηκαν υπόψη οι παρακάτω παράμετροι και δεδομένα:

- Η χρήση του κτιρίου, Πολυκατοικία,
- Οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, κ.ά.) και τα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κτιρίου (ωράριο, εσωτερικά κέρδη κ.ά).
- Τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτιρίου (θερμοκρασία, σχετική και απόλυτη υγρασία, ηλιακή ακτινοβολία).
- Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτηριακού κελύφους (σχήμα και μορφή κτιρίου, διαφανείς και μη επιφάνειες, σκίαστρα κ.ά.), ο προσανατολισμός τους, τα χαρακτηριστικά των εσωτερικών δομικών στοιχείων (π.χ. εσωτερικοί τοίχοι) και άλλα.
- Τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών (διαφανών και μη) στοιχείων του κτηριακού κελύφους, όπως: η θερμοπερατότητα, η θερμική μάζα, η απορροφητικότητα στην ηλιακή ακτινοβολία, η διαπερατότητα στην ηλιακή ακτινοβολία κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης θέρμανσης χώρων, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής θερμικής ενέργειας, η απόδοσή τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής ζεστού νερού, ο τύπος των τερματικών μονάδων, κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης ψύξης/κλιματισμού χώρων, όπως: ο τύπος των μονάδων παραγωγής ψυκτικής ενέργειας, η απόδοσή

τους, οι απώλειες στο δίκτυο διανομής, ο τύπος των τερματικών μονάδων κ.ά.

- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης παραγωγής ZNX, όπως: ο τύπος της μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης, η απόδοσή της, οι απώλειες του δικτύου διανομής ζεστού νερού χρήσης, το σύστημα αποθήκευσης κ.ά.
- Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φωτισμού όσον αφορά τους χώρους των καταστημάτων.
- Τα παθητικά ηλιακά συστήματα που έχουν επιλεγεί από τη μελέτη σχεδιασμού για το κτίριο.
- Η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη τμήματος του φορτίου για ZNX.

#### **4.4 Κλιματικά Δεδομένα**

Τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Αθήνας, είναι ενσωματωμένα στη βιβλιοθήκη του λογισμικού και σύμφωνα με όσα ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, "Κλιματικά δεδομένα Ελληνικών Περιοχών". Για τους υπολογισμούς λαμβάνονται υπ' όψη η μέση μηνιαία θερμοκρασία, η μέση μηνιαία ειδική υγρασία, καθώς και η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιες επιφάνειες και σε κατακόρυφες επιφάνειες για όλους τους προσανατολισμούς, για την περιοχή της Αθήνας. Το υψόμετρο της περιοχής όπου έχει κατασκευασθεί το κτίριο είναι μικρότερο από τα 500 m. Η περιοχή ανήκει στην κλιματική ζώνη Β.

#### **4.5 Θερμικές Ζώνες**

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτιρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων να διαφέρει περισσότερο από 4 Κ για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.



- Υπάρχουν χώροι στο κτίριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών.
- Υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτιρίου σε θερμικές ζώνες συνιστάται να ακολουθούνται οι παρακάτω γενικοί κανόνες:

- ο διαχωρισμός του κτιρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο,
- ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτιρίου,
- τμήματα του κτιρίου με επιφάνεια μικρότερη από το 10% της συνολικής επιφάνειας του κτιρίου να εξετάζονται ενταγμένα σε άλλες θερμικές ζώνες, κατά το δυνατόν παρόμοιες, ακόμη και αν οι συνθήκες λειτουργίας τους δικαιολογούν τη θεώρησή τους ως ανεξάρτητων ζωνών.

<b>Γενικά δεδομένα θερμικής ζώνης 1 (Πολυκατοικία)</b>		
Χρήση θερμικής ζώνης	Πολυκατοικία	
Ολική επιφάνεια ζώνης (m <sup>2</sup> )	535.2	
Ανηγμένη ειδική θερμοχωρητικότητα [kJ/(m <sup>2</sup> K)]	260	
Κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών ελέγχου για ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό	Γ	Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 5.5
<b>Αερισμός</b>		
Διείσδυση αέρα (m <sup>3</sup> /h)	835	Τεύχος υπολογισμών
Φυσικός αερισμός (m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> )	0.75	Μόνο για κατοικίες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1
Συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού	100%	100% για κατοικίες 0% για 3ογενή τομέα
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού για φυσικό αέριο	0	
Αριθμός καμινάδων	0	
Αριθμός ανεμιστήρων οροφής	0	
Ποσοστό ζώνης που καλύπτεται από ανεμιστήρες οροφής	0	

**Πίνακας 4:5 Δεδομένα θερμικής ζώνης & αερισμός**

#### 4.6 Εσωτερικές Συνθήκες Λειτουργίας Θερμικής Ζώνης

Στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 έχουν καθορισθεί οι επιθυμητές συνθήκες λειτουργίας (θερμοκρασία, υγρασία, αερισμός, φωτισμός) και τα εσωτερικά θερμικά φορτία από τους χρήστες και τις συσκευές.

Ωράριο λειτουργίας	18	Προκαθορισμένη παράμετρος από Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010 και 20701-3/2010
Ημέρες λειτουργίας	7	
Μήνες λειτουργίας	12	
Περίοδος θέρμανσης	1/11 έως 15/4	
Περίοδος ψύξης	15/5 έως 15/9	
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 (lux)	200	
Ισχύς φωτισμού ανά μονάδα επιφάνειας για κτίριο αναφοράς (W/m <sup>2</sup> )	3.6	
Ετήσια κατανάλωση ZNX (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> έτος)	0.91	
Μέση επιθυμητή θερμοκρασία ZNX (°C)	50	
Μέση ετήσια θερμοκρασία νερού δικτύου ύδρευσης (°C)	18.1	
Εκλύομενη θερμοκρασία από χρήστες ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	4.0	
Μέσος συντελεστής παρουσίας χρηστών	0.75	
Εκλύομενη θερμοκρασία από συσκευές ανά μονάδα επιφάνειας της θερμικής ζώνης (W/m <sup>2</sup> )	5.60	
Μέσος συντελεστής λειτουργίας συσκευών	0.75	

Πίνακας 4:6 Εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας θερμικής ζώνης

#### 4.7 Τεκμηρίωση Αρχιτεκτονικού Σχεδιασμού του Κτιρίου

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ. , το κτίριο πρέπει να σχεδιασθεί, λαμβάνοντας υπόψη:

- τη χωροθέτηση του κτιρίου και τον προσανατολισμό του στο οικόπεδο,
- την εσωτερική χωροθέτηση χώρων λόγω λειτουργιών του κτιρίου.
- την κατάλληλη χωροθέτηση των ανοιγμάτων για επαρκή ηλιασμό, φυσικό φωτισμό και φυσικό δροσισμό, καθώς και την ηλιοπροστασία τους,
- την ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός παθητικού ηλιακού συστήματος, ενός εκ των οποίων δύναται να είναι το σύστημα του άμεσου κέρδους,
- διαμόρφωση του περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεκμηρίωση, σύμφωνα πάντα με το Κ.Εν.Α.Κ.

Ακόμη, σύμφωνα με το άρθρο 11 του Κ.Εν.Α.Κ. τα περιεχόμενα της ενεργειακής μελέτης τα οποία λαμβάνονται υπόψη και για τον ενεργειακό σχεδιασμό είναι τα ακόλουθα:

- γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και των ανοιγμάτων (κάτοψη, όγκος, επιφάνεια, προσανατολισμός, συντελεστές σκίασης κ.α.),
- τεκμηρίωση της χωροθέτησης και προσανατολισμού του κτιρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών, με διαγράμματα ηλιασμού λαμβάνοντας υπόψη την περιβάλλουσα δόμηση,
- τεκμηρίωση της επιλογής και χωροθέτησης φύτευσης και άλλων στοιχείων βελτίωσης του μικροκλίματος,
- τεκμηρίωση του σχεδιασμού και χωροθέτησης των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φωτισμού και αερισμού (ποσοστό, τύπος και εμβαδόν διαφανών επιφανειών ανά προσανατολισμό),
- χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης και ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού),
- περιγραφή λειτουργίας των παθητικών ηλιακών συστημάτων για τη χειμερινή και θερινή περίοδο: υπολογισμός επιφάνειας παθητικών ηλιακών συστημάτων άμεσου και έμμεσου κέρδους κατακόρυφης/ κεκλιμένης /

οριζόντιας επιφάνειας), για τα συστήματα με μέγιστη απόκλιση έως 30° από το νότο, καθώς και του ποσοστού αυτής επί της αντίστοιχης συνολικής επιφάνειας της όψης,

- περιγραφή των συστημάτων ηλιοπροστασίας του κτιρίου ανά προσανατολισμό: διαστάσεις και υλικά κατασκευής, τύπος (σταθερά / κινητά, οριζόντια / κατακόρυφα, συμπαγή / διάτρητα) και ένδειξη του προκύπτοντος ποσοστού σκίασης για
  - ✓ την 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο: μικρότερη διάρκεια ημέρας και χαμηλότερη θέση ήλιου)
  - ✓ την 21<sup>η</sup> Ιουνίου, (θερινό ηλιοστάσιο: μεγαλύτερη διάρκεια ημέρας και υψηλότερη θέση ήλιου)
- γενική περιγραφή των τεχνικών εκμετάλλευσης του φυσικού φωτισμού.
- σχεδιαστική απεικόνιση με κατασκευαστικές λεπτομέρειες της θερμομονωτικής στρώσης, των παθητικών συστημάτων και των συστημάτων ηλιοπροστασίας στα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτιρίου (κατόψεις, όψεις, τομές).

### **4.7.1 Χωροθέτηση κτιρίου στο οικόπεδο**

Η τοποθέτηση του κτιρίου στο οικόπεδο, σε συνδυασμό με την πλήρη κάλυψη της βόρειας όψης του από όμορο και ισοϋψές κτίριο, το καθιστά απρόσβλητο από τους βόρειους ανέμους με άμεση συνέπεια τη μείωση των θερμικών απωλειών.

Στις εικόνες 4.4 έως 4.9 δίνεται ο σκιασμός του οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου και την 21 Ιουνίου για τις ώρες 9:00, 12:00 και 15:00 (ηλιακός χρόνος). Στο σχέδιο σκιασμού του οικοπέδου (ENAK 1) δίνεται το αζιμούθιο του ήλιου για τις προαναφερθείσες ώρες και μέρες, ενώ στο σχέδιο σκιασμού των όψεων (ENAK 2) δίνεται το ηλιακό ύψος για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου, για την ανατολική όψη στις 09:00, για τη νότια στις 12:00 και για τη δυτική στις 15:00.

Όπως προκύπτει από τις παρακάτω εικόνες και το σχέδιο σκιασμού των όψεων κατά τη διάρκεια της χειμερινής και της θερινής περιόδου, το κτίριο θα σκιάζεται μερικώς υπό προϋποθέσεις. Τα στοιχεία αυτά θα χρησιμοποιηθούν και στους αντίστοιχους υπολογισμούς του προγράμματος.

**Παρατήρηση:** Οι εικόνες 4.2 έως 4.7 έχουν παραχθεί με χρήση λογισμικού και δεν θεωρούνται απαραίτητο στοιχείο της μελέτης. Αντίθετα, το σχέδιο σκιασμού των όψεων που συνοδεύει την παρούσα μελέτη αποτελεί απαραίτητο συστατικό της αρχιτεκτονικής τεκμηρίωσης. Οι γωνίες που αποτυπώνονται στο σχέδιο είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς (Vertical Shadow Angle) και υπολογίζονται από τη σχέση:

$$VSA = a \tan\left(\frac{\tan(a)}{\cos(HSA)}\right) \quad (4.1)$$

$a$  : το ηλιακό ύψος ( $^{\circ}$ ) και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.11 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 και

$$HSA = (l \times \gamma_s) - (l \times \gamma) \leq 90^{\circ} \quad (4.2)$$

όπου:

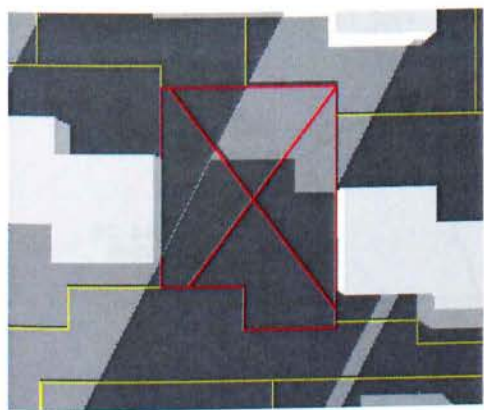
$\gamma_s$ : το ηλιακό αζιμούθιο ( $^{\circ}$ ) και υπολογίζεται σύμφωνα με τη σχέση 4.12 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010

$\gamma$ : το αζιμούθιο της όψης ( $^{\circ}$ )

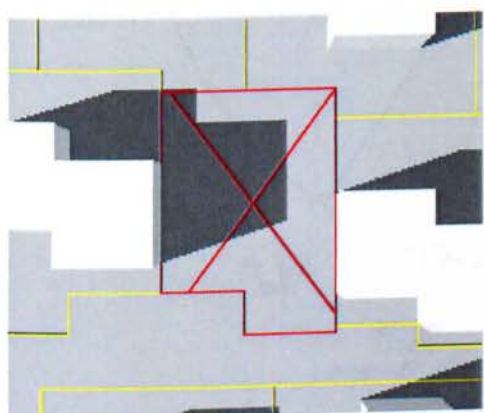
Στις παραπάνω σχέσεις η αφετηρία μέτρησης του αζιμούθιου ορίζεται ο νότος και λαμβάνει θετικές και αρνητικές τιμές.

Ημέρα	Ηλιακή Ώρα	Ηλιακό Ύψος	Ηλιακό Αζιμούθιο	Δυτικός Προσανατολισμός		Ανατολικός Προσανατολισμός	
				HSA	VSA	HSA	VSA
21 <sup>η</sup> Ιουνίου	09:00	49	-82	-185	-49	-5	49
	12:00	75	0	-103	-87	77	87
	15:00	49	82	-21	51	159	-51
21 <sup>η</sup> Δεκεμβρίου	09:00	16	-43	-146	-19	34	19
	12:00	29	0	-103	-68	77	68
	15:00	16	43	-60	30	120	-30

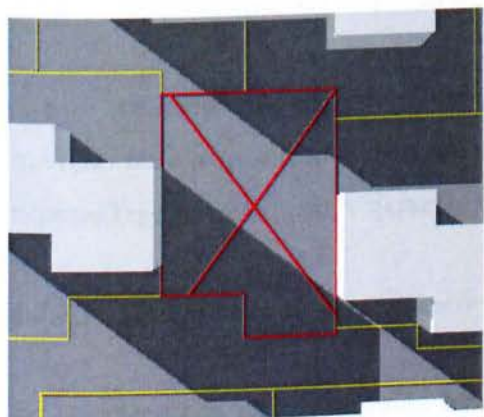
Πίνακας 4:7 Οριζόντιες και κατακόρυφες γωνίες σκιάς για το δυτικό και ανατολικό προσανατολισμό την 21<sup>η</sup> Ιουνίου και 21<sup>η</sup> Δεκεμβρίου



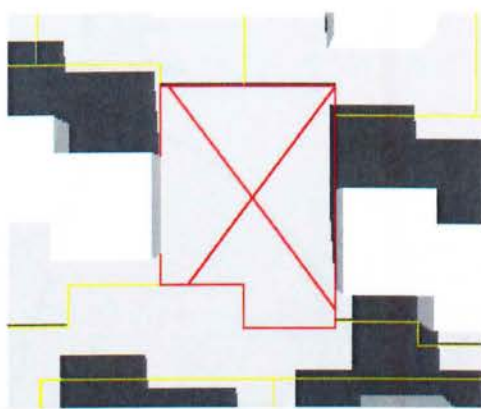
Εικόνα 4:2 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 09:00



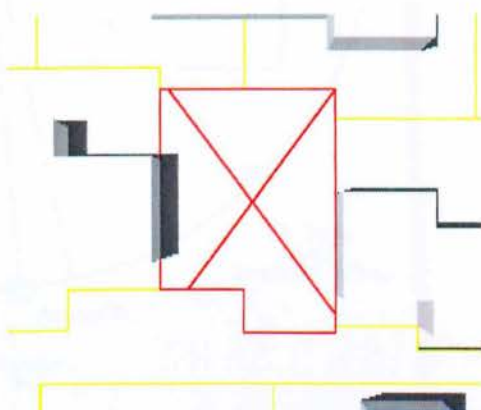
Εικόνα 4:3 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 12:00



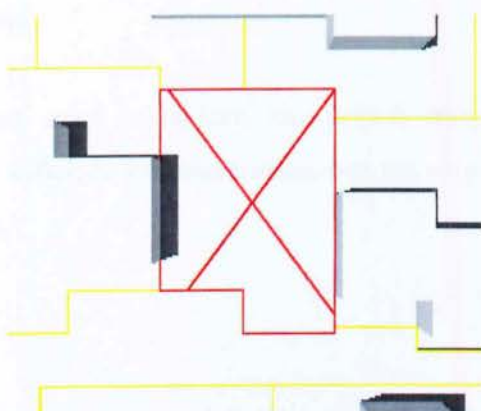
Εικόνα 4:4 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Δεκεμβρίου, ώρα 15:00



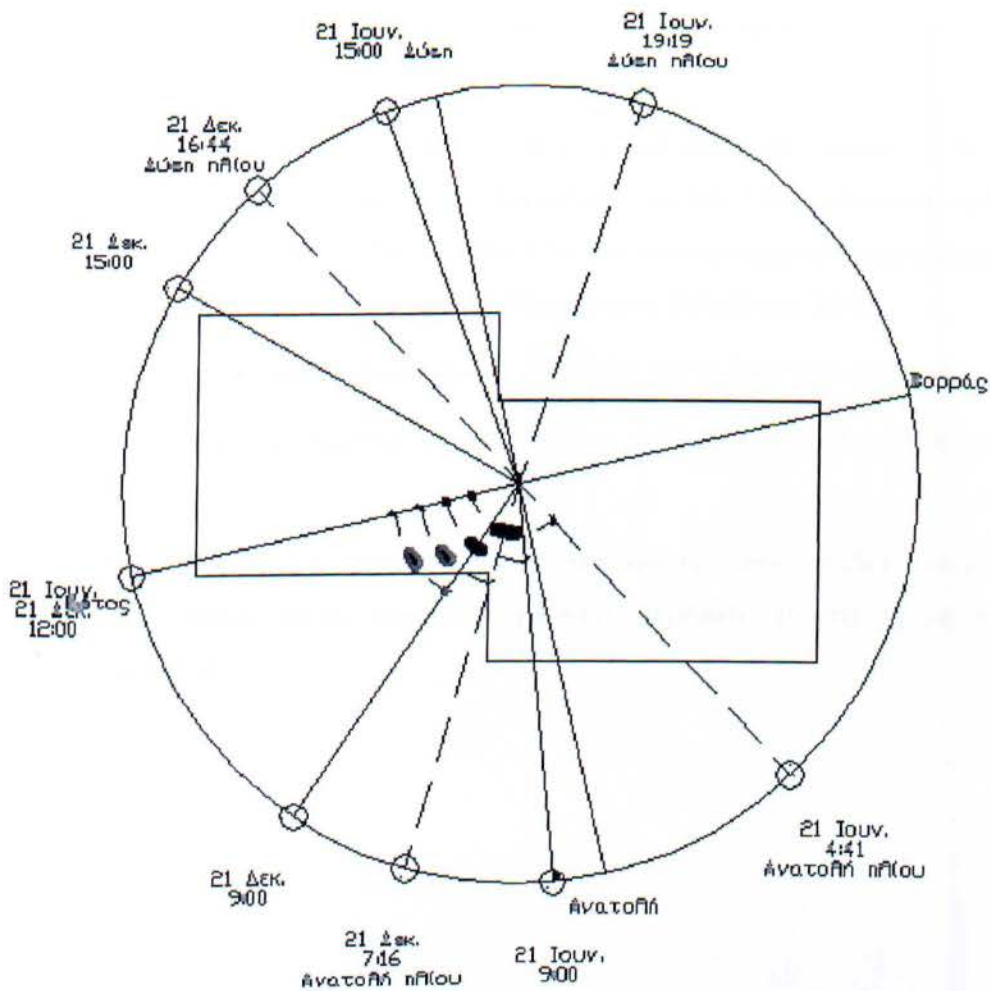
Εικόνα 4:5 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 09:00



Εικόνα 4:6 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 12:00



Εικόνα 4:7 Σκιασμός οικοπέδου την 21η Ιουνίου, ώρα 15:00



Εικόνα 4:8 Ετήσιος ηλιασμός οικοπέδου

#### 4.7.2 Χωροθέτηση λειτουργιών στο κτίριο

Η τοποθέτηση μεγάλων ανοιγμάτων στην ανατολική και δυτική όψη, συντελεί τόσο στην οπτική άνεση του κτιρίου καθώς το καθιστά ευήλιο, όσο και στην εκμετάλλευση των θερμικών ηλιακών κερδών.

##### 4.7.2.1 Ηλιοπροστασία ανοιγμάτων

Ως μέσο ηλιοπροστασίας των ανοιγμάτων παρουσιάζονται οι πρόβολοι. Σε συνδυασμό με την κινητή ηλιοπροστασία, η οποία όμως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά

τους υπολογισμούς της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου, θεωρούνται ότι προσφέρουν επαρκή προστασία.

Πιο συγκεκριμένα, ο σκιασμός που προσφέρεται στο κτίριο φαίνεται αναλυτικά για κάθε άνοιγμα, για την 21η Δεκεμβρίου και την 21η Ιουνίου στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων (ENAK 3 - ENAK 5). Για τα ανατολικά ανοίγματα δίνεται ο σκασμός στις 09:00, για τα νότια στις 12:00 και για τα δυτικά στις 15:00.

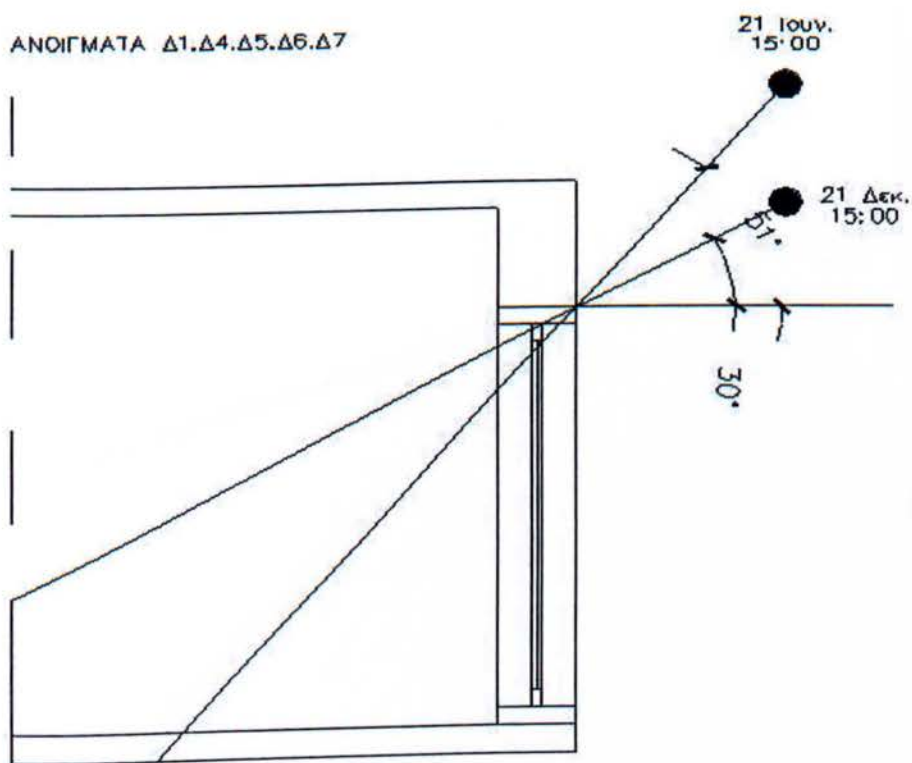
Σε όλα τα σχέδια δίνεται το ηλιακό αζιμούθιο για τις ίδιες μέρες και ώρες.

Οι συντελεστές σκίασης των ανοιγμάτων φαίνονται στα επισυναπτόμενα σχέδια.

**Παρατήρηση:** Οι γωνίες που αποτυπώνονται στα σχέδια είναι οι κατακόρυφες γωνίες σκιάς που υπολογίζονται σύμφωνα με τη σχέση της παρούσας μελέτης.



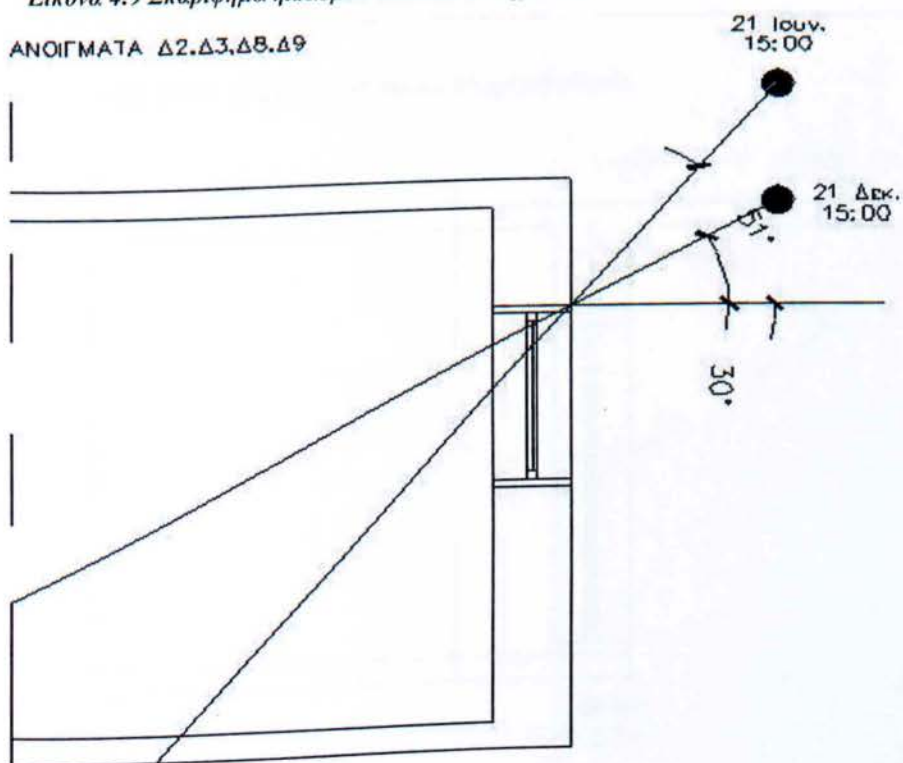
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ Δ1,Δ4,Δ5,Δ6,Δ7



1

Εικόνα 4:9 Σκαρίφημα ηλιασμού δυτικών ανοιγμάτων

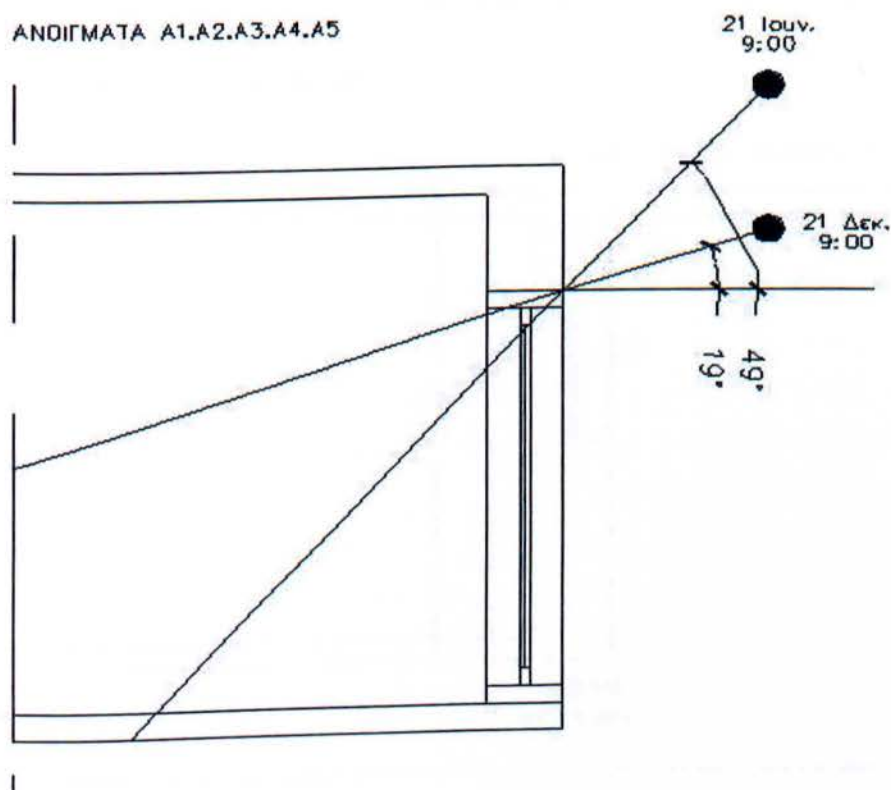
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ Δ2,Δ3,Δ8,Δ9



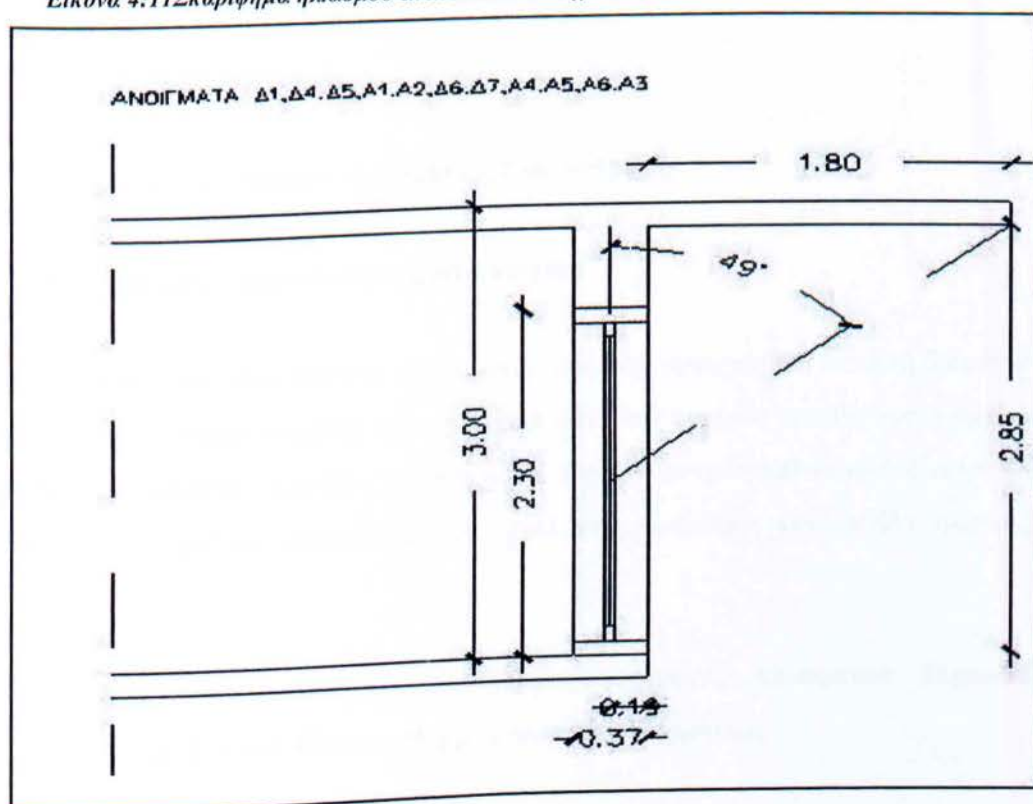
1

Εικόνα 4:10 Σκαρίφημα ηλιασμού δυτικών ανοιγμάτων

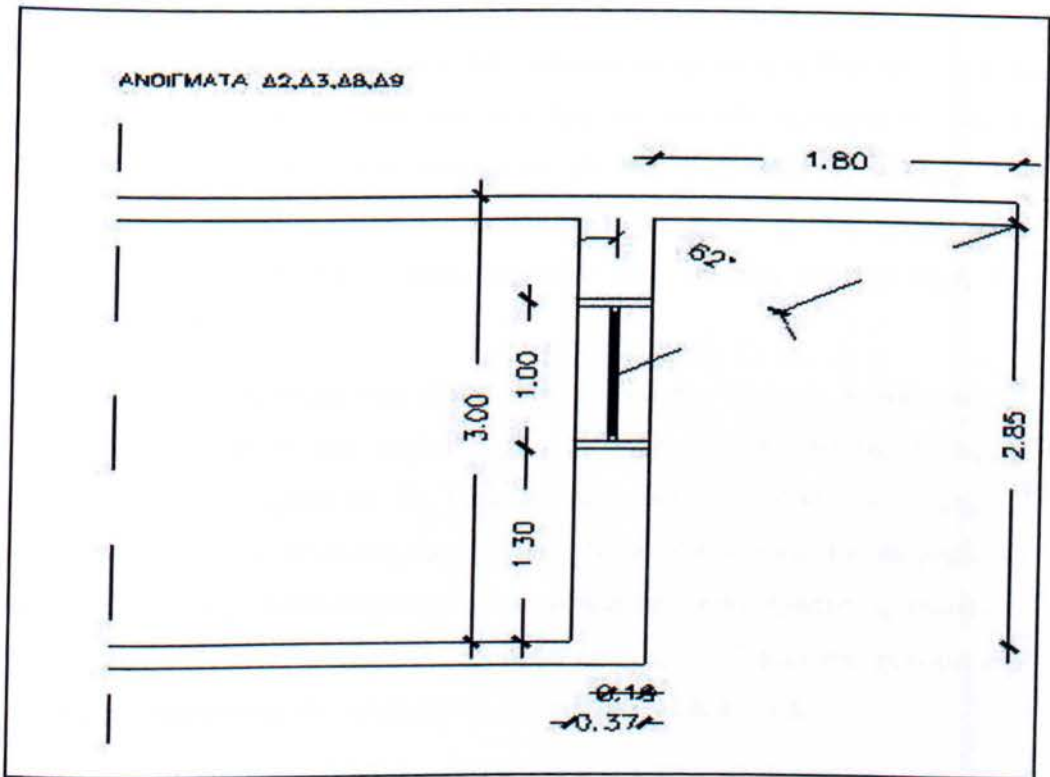
ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ Α1,Α2,Α3,Α4,Α5



Εικόνα 4:11 Σκαρίφημα ηλιασμού ανατολικών ανοιγμάτων



Εικόνα 4:12 Γωνία σκίασης ανοιγμάτων από οριζόντιο πρόβολο



Εικόνα 4:13 Γωνία σκίασης ανοιγμάτων από οριζόντιο πρόβολο

#### 4.7.2.2 Φυσικός φωτισμός

Λόγω των μεγάλων ανοιγμάτων, είναι επαρκής.

#### 4.7.2.3 Παθητικά ηλιακά συστήματα κτιρίου

Όπως φαίνεται και στα σχέδια σκιασμού των ανοιγμάτων, κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχει επαρκής ηλιασμός ενώ κατά την περίοδο του θέρους η άμεση ηλιακή ακτινοβολία μειώνεται στο ελάχιστο. Έχει γίνει προσπάθεια ούτως ώστε το κτίριο να μπορεί να λειτουργήσει ως συλλέκτης, αποθήκη και παγίδα ηλιακής ενέργειας.

#### 4.8 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων και Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας

Για την εκτίμηση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου πρέπει να εκτιμηθούν τα δεδομένα των διάφανων και μη δομικών στοιχείων που ορίζουν τις

επιφάνειες κάθε θερμικής ζώνης. Τα γεωμετρικά δεδομένα που χρειάζονται στους υπολογισμούς, δηλαδή οι επιφάνειες των δομικών στοιχείων ανά θερμική ζώνη, τα μήκη των θερμογεφυρών καθώς και ο όγκος του κτιρίου, προκύπτουν από τα αρχιτεκτονικά σχέδια που είναι απαραίτητα για την εκπόνηση της μελέτης. Πιο συγκεκριμένα, για τις διαστάσεις των δομικών στοιχείων γίνεται χρήση μόνο εξωτερικών διαστάσεων όπως αυτές φαίνονται στην κάτοψη και την τομή των αρχιτεκτονικών σχεδίων.

Ένας αρκετά σημαντικός δείκτης που αφορά στα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιρίου είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Ο δείκτης αυτός έχει σχέση με τις θερμοφυσικές ιδιότητες τόσο των επιμέρους στρώσεων όσο και της συνολικής διατομής των δομικών στοιχείων που διαχωρίζουν τις θερμικές ζώνες. Παρουσιάζονται στη συνέχεια σε συγκεντρωτικούς πίνακες ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας ανά δομικό στοιχείο και ανά κλιματική ζώνη (πίνακας 4.6) όπως έχουν οριστεί από τον Κ.Εν.Α.Κ.

Για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία ο συντελεστής θερμοπερατότητας ενός δομικού στοιχείου  $n$  στρώσεων ορίζεται από τον τύπο:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_s + R_a} \quad (4.3)$$

Όπου:

- $n$  : το πλήθος στρώσεων του δομικού στοιχείου,  
 $d$  : το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού στοιχείου, ( $m$ )  
 $\lambda$  : ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του υλικού της κάθε στρώσης, [ $W/(mK)$ ]  
 $R_i$  : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας

από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο,  
 $[(m^2K)/W]$

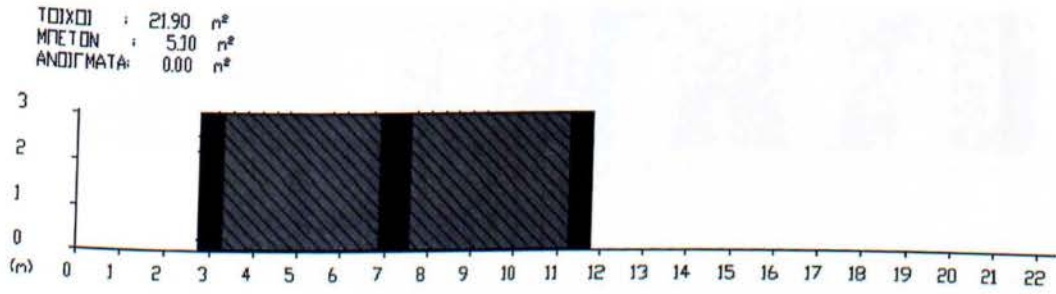
$R_a$  : η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από το δομικό στοιχείο προς το εξωτερικό περιβάλλον,  
 $[(m^2K)/W]$

$R_\delta$  : η θερμική αντίσταση του στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος,  $[(m^2K)/W]$

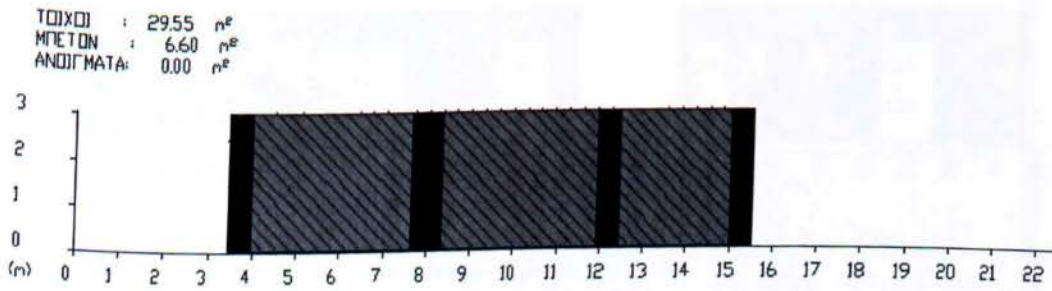
Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
		Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	$U_R$	0,50	0,45
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	$U_T$	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτές)	$U_{FA}$	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με ΜΘΧ χώρους	$U_{TU}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	$U_{TB}$	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς ΜΘΧ χώρους	$U_{FU}$	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	$U_{FB}$	1,20	0,90	0,75	0,70

**Πίνακας 4:8 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη  $[W/(m^2 \cdot K)]$**

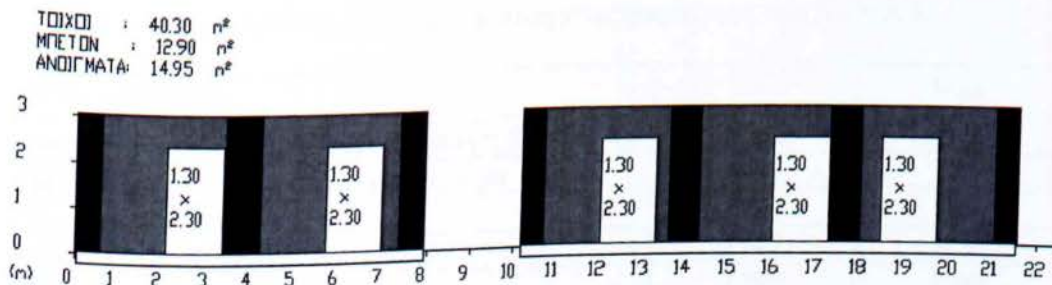
### 4.8.1 Όψεις Κτιρίου



Εικόνα 4:14 Βόρεια όψη ισογείου και τυπικού ορόφου

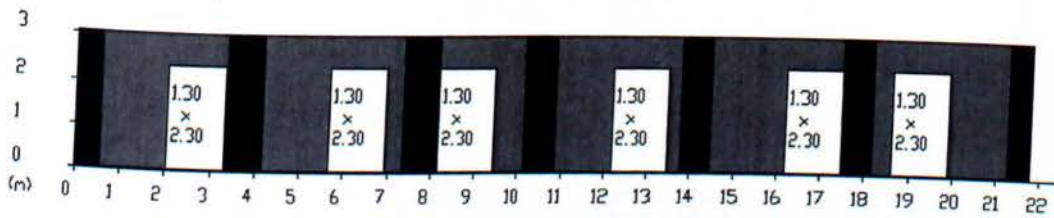


Εικόνα 4:15 Νότια όψη ισογείου και τυπικού ορόφου



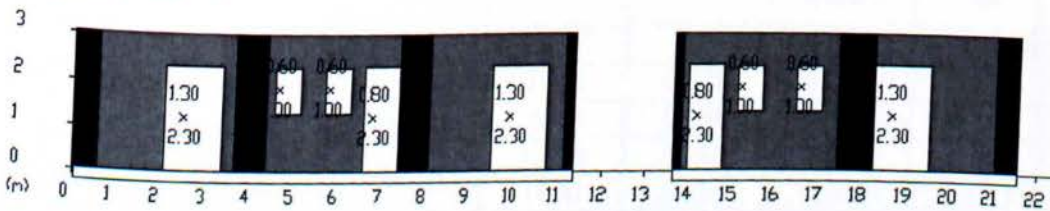
Εικόνα 4:16 Ανατολική όψη ισογείου

ΤΟΙΧΟΙ : 32.91 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 14.25 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 17.94 m<sup>2</sup>



Εικόνα 4:17 Ανατολική όψη τυπικού ορόφου

ΤΟΙΧΟΙ : 42.12 m<sup>2</sup>  
 ΜΠΕΤΟΝ : 10.80 m<sup>2</sup>  
 ΑΝΟΙΓΜΑΤΑ: 15.05 m<sup>2</sup>



Εικόνα 4:18 Δυτική όψη ισόγειου και τυπικού ορόφου

#### 4.8.2 Αναλυτικοί Πίνακες Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων

Στον πίνακα 4.7 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου, οι οποίοι δεν πληρούν όλοι τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ.

Δομικό στοιχείο	U	U <sub>max</sub>
Δοκός/υποστύλωμα/τοίχωμα σε επαφή με Μ.Θ.Χ.	0.792	0.5
Εξωτερική δοκός/υποστύλωμα/τοίχωμα	0.432	0.5
Τοίχοι συρομένων 37	0.565	0.5
Εξωτερική τοιχοποιία 27	0.562	0.5
Δάπεδο σε επαφή με Φ.Ε.	0.599	1.00
Δώμα βατό	0.399	0.45

Πίνακας 4:9 Συντελεστές θερμοπερατότητας των δομικών στοιχείων των θερμαινόμενων και των μη θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου [W/(m<sup>2</sup>K)]

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δοκός/υποστώλωμα/τοίχωμα σε επαφή με Μ.Θ.Χ.					
Διατομή					
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγ. λ.	Θερμ. αντίστ. d/λ
		$kg/m^3$	<b>m</b>	<b>W/(mK)</b>	<b>(m<sup>2</sup>K)/W</b>
1	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλ. με 2% χάλυ	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκ. πολυεστέρη σε πλάκ	12-30	0.030	0.035	0.857
4	Ασβεστοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.320</math></b>		<b><math>R_A=1.003</math></b>
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.000
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.100	0.040
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.100
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.170
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.000
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W 0.13
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)			<b>R</b>	(m <sup>2</sup> K)/W 1.003
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής			$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W 0.13
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)			$R_{oλ}$	(m <sup>2</sup> K)/W 1.263
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας			<b>U</b>	W/(m <sup>2</sup> K) 0.792
<b>Συντελεστής θερμοπερατότητας</b>				$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K) 0.5
<b>Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας</b>					

Πίνακας 4:10 Δοκός σε επαφή με ΜΘΧ

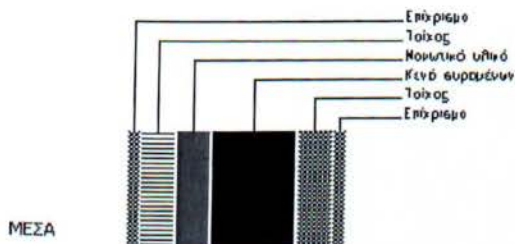


ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική δοκός/υποστώλωμα/τοίχωμα					
Διατομή					
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_{\Lambda}$ )					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		$\text{kg/m}^3$	$\text{m}$	$\text{W}/(\text{mK})$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2%	2400	0.250	2.500	0.100
3	Διογκωμένη πολυστερίνη σε	12-30	0.070	0.035	2.000
4	Ασβεστοσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
			$\Sigma d=0.360$		$R_{\Lambda}=2.146$
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)		$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.146
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)		$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	2.316
Συντελεστής θερμοπερατότητας				$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας				$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
					0.432
					0.5

Πίνακας 4:11 Εξωτερική δοκός

**ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Τοίχοι συρομένων 37**

Διατομή



**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )**

a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. $d/\lambda$
		<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m</b>	<b>W/(mK)</b>	<b>(m<sup>2</sup>K)/W</b>
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
2	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115
3	Μονωτικό υλικό		0.0600	0.041	1.463
	Κενό συρομένων		0.150		
5	Τοίχος	1200	0.060	0.523	0.115
6	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023
			<b><math>\Sigma d=0.370</math></b>		<b><math>R_A=1.601</math></b>

**ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)**

ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ		$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)		0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος		0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)		0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο		0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)		0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)		0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος		0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W 0.13
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	$R$	(m <sup>2</sup> K)/W 1.601
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W 0.04
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{oi}$	(m <sup>2</sup> K)/W 1.771
Συντελεστής θερμοπερατότητας		$U$	W/(m <sup>2</sup> K) 0.565
Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας		$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K) 0.5

Πίνακας 4:12 Τοίχοι συρομένων 37

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Εξωτερική τοιχοποιία 27						
<p>Διατομή</p> <p>Επίχρισμα Τοίχος Μονωτικό υλικό Τοίχος Επίχρισμα</p> <p>ΜΕΣΑ Όμορο κτή</p>						
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )						
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντίστ. d/ $\lambda$	
		$\text{kg/m}^3$	m	$\text{W}/(\text{mK})$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023	
2	Τοίχος	1200	0.090	0.523	0.172	
3	Μονωτικό υλικό		0.050	0.041	1.220	
4	Τοίχος	1200	0.090	0.523	0.172	
5	Επίχρισμα	1900	0.020	0.872	0.023	
			$\Sigma d=0.270$		$R_A=1.610$	
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)						
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)	
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040	
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.130	
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.130	0.000	
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.040	
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.100	0.100	
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.040	
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.170	
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				0.170	0.000	
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)		$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.13	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	1.610	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)		$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.04	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	1.780	
Συντελεστής θερμοπερατότητας				U	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.562
Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας				$U_{max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$	0.5

Πίνακας 4:13 Εξωτερική τοιχοποιία 27

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δάπεδο σε επαφή με Φ.Ε.					
Διατομή					
<p style="text-align: right;">                     Κεραμικά πλακίδια δαπέδου                      Τσιμεντοκονίαμα                      Κισηρόδεμα, ελαστικό                      Διασκομμένη πολυστερίνη                      Σκυρόδεμα οπλισμένο                 </p>					
ΜΕΣΑ			Φ.Ε.		
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>m</b>	<b>W/(mK)</b>	<b>(m<sup>2</sup>K)/W</b>
1	Κεραμικά πλακίδια δαπέδου	2000	0.005	1.840	0.003
2	Τσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
3	Κισηρόδεμα,	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκωμένη πολυστερίνη σε	12-30	0.040	0.035	1.143
5	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2%	2400	0.200	2.500	0.080
			<b><math>\Sigma d=0.315</math></b>		<b><math>R_A=1.499</math></b>
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)		$R_i$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.17
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		R	(m <sup>2</sup> K)/W	1.499
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)		$R_a$	(m <sup>2</sup> K)/W	0.00
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{ολ.}$	(m <sup>2</sup> K)/W	1.669
Συντελεστής θερμοπερατότητας				U	W/(m <sup>2</sup> K)
Μέγιστος επιτρ. συντελ. θερμοπερατότητας				$U_{max}$	W/(m <sup>2</sup> K)
					0.562
					0.5

Πίνακας 4:14 Δάπεδο σε επαφή με Φ.Ε.

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα βατό					
Διατομή					
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. $\lambda$	Θερμ. αντιστ. d/ $\lambda$
		$\text{kg/m}^3$	<b>m</b>	<b>W/(mK)</b>	<b>(<math>\text{m}^2\text{K}</math>)/W</b>
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα σπλισμένο με 2%	2400	0.200	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα,	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκ. πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
5	Τσιμεντοκονίαμα		0.020	1.390	0.014
			<b><math>\Sigma d=0.360</math></b>		<b><math>R_A=2.367</math></b>
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)	$R_i$	( $\text{m}^2\text{K}$ )/W	0.100	
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής	<b>R</b>	( $\text{m}^2\text{K}$ )/W	2.367	
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)	$R_a$	( $\text{m}^2\text{K}$ )/W	0.04	
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας	$R_{ολ}$	( $\text{m}^2\text{K}$ )/W	2.507	
Συντελεστής θερμοπερατότητας				<b>U</b>	W/( $\text{m}^2\text{K}$ )
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής				$U_{\max}$	W/( $\text{m}^2\text{K}$ )
					0.399
					0.45

Πίνακας 4:15 Δώμα βατό

4.8.3 Πίνακες Υπολογισμών Θερμομονωτικής Επάρκειας και Ενεργειακής Απόδοσης Αδιαφανών Δομικών Στοιχείων

Υπολογισμός Θερμομονωτικής Επάρκειας					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU
A	Συρόμενο	0.665	29.90	1	19.88
A	Φέρων	0.532	12.90	1	6.86
N	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
N	Φέρων	0.532	5.10	1	2.71
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων	0.532	9.60	1	5.11
B	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
B	Φέρων	0.532	5.10	1	2.71
MΘX	Τοιχοποιία	0.815	26.23	0.422	9.01
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	0.90	0.422	0.04
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	11.10	0.422	0.47
MΘX	Φέρων	0.532	1.05	0.422	0.24
MΘX	Τοιχοποιία	0.699	3.93	0.422	1.16
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.422	3.25
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.422	3.25
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.729	16.07	1	11.71
			212.18		123.43
Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης					
A	Συρόμενο	0.665	29.90	1	19.88
A	Φέρων	0.532	12.90	1	6.86
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων	0.532	9.60	1	5.11
MΘX	Τοιχοποιία	0.815	26.23	0.422	9.01
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	0.90	0.422	0.04
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	11.10	0.422	0.47
MΘX	Φέρων	0.532	1.05	0.422	0.24
MΘX	Τοιχοποιία	0.699	3.93	0.422	1.16
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.422	3.25
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.422	3.25
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.729	16.07	1	11.71
			158.18		89.01

Πίνακας 4:16 Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, ισόγειο

Υπολογισμός Θερμονωτικής Επάρκειας					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU
A	Συρόμενο	0.665	32.91	1	21.89
A	Φέρων οργανισμός	0.892	0.75	1	0.67
A	Φέρων οργανισμός	0.532	13.50	1	7.18
N	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
N	Φέρων οργανισμός	0.532	5.10	1	2.71
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων οργανισμός	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων οργανισμός	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων οργανισμός	0.532	9.60	1	5.11
B	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
B	Φέρων οργανισμός	0.532	5.10	1	2.71
MΘX	Τοιχοποιία	0.815	13.04	0.309	3.29
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	17.85	0.309	0.55
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	0.30	0.309	0.01
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.309	2.38
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.309	2.38
			188.45		105.93
Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης					
A	Συρόμενο	0.665	32.91	1	21.89
A	Φέρων οργανισμός	0.892	0.75	1	0.67
A	Φέρων οργανισμός	0.532	13.50	1	7.18
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων οργανισμός	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων οργανισμός	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων οργανισμός	0.532	9.60	1	5.11
MΘX	Τοιχοποιία	0.815	13.04	0.309	3.29
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	17.85	0.309	0.55
MΘX	Τοιχοποιία	0.100	0.30	0.309	0.01
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.309	2.38
MΘX	Πόρτα	3.500	2.20	0.309	2.38
			134.45		71.50

Πίνακας 4:17 Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, Α' όροφος

Υπολογισμός Θερμονωτικής Επάρκειας					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU
A	Συρόμενο	0.665	32.91	1	21.89
A	Φέρων οργανισμός	0.892	0.75	1	0.67
A	Φέρων οργανισμός	0.532	13.50	1	7.18
N	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
N	Φέρων οργανισμός	0.532	5.10	1	2.71
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων οργανισμός	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων οργανισμός	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων οργανισμός	0.532	9.60	1	5.11
B	Τοιχοποιία	0.662	21.90	1	14.50
B	Φέρων οργανισμός	0.532	5.10	1	2.71
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.815	13.04	0.407	4.32
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.100	17.85	0.407	0.73
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.100	0.30	0.407	0.01
MΘΧ	Πόρτα	3.500	2.20	0.407	3.13
MΘΧ	Πόρτα	3.500	2.20	0.407	3.13
			188.45		108.64
Υπολογισμός Ενεργειακής Απόδοσης					
A	Συρόμενο	0.665	32.91	1	21.89
A	Φέρων οργανισμός	0.892	0.75	1	0.67
A	Φέρων οργανισμός	0.532	13.50	1	7.18
N	Τοιχοποιία	0.662	7.65	1	5.06
N	Φέρων οργανισμός	0.532	1.50	1	0.80
Δ	Συρόμενο	0.665	31.75	1	21.11
Δ	Φέρων οργανισμός	0.892	1.20	1	1.07
Δ	Φέρων οργανισμός	0.532	9.60	1	5.11
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.815	13.04	0.407	4.32
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.100	17.85	0.407	0.73
MΘΧ	Τοιχοποιία	0.100	0.30	0.407	0.01
MΘΧ	Πόρτα	3.500	2.20	0.407	3.13
MΘΧ	Πόρτα	3.500	2.20	0.407	3.13
			134.45		74.21

Πίνακας 4:18 Κατακόρυφα αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, Β' όροφος



#### 4.8.4 Οριζόντια Αδιαφανή Δομικά Στοιχεία

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	Δάπεδο	71.01	0.575	40.83	1.000	40.83
	Δάπεδο	101.80	0.538	54.77	1.000	54.77
3	Οροφή	181.16	0.499	90.40	1.000	90.40
		353.97				186.00

Πίνακας 4:19 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

#### 4.8.5 Κατακόρυφα και Οριζόντια Αδιαφανή Δομικά Στοιχεία ανά Όροφο

Κατακόρυφα δομικά στοιχεία					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	Σb x A x U
A	Συρόμενο	0.565	3.65	1	2.06
A	Φέρων οργανισμός	0.792	0.45	1	0.36
A	Φέρων οργανισμός	0.432	0.60	1	0.26
A	Άνοιγμα	0.000	2.20	1	0.00
Δ	Τοιχοποιία	0.562	4.59	1	2.58
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
Δ	Φέρων οργανισμός	0.792	0.45	1	0.36
Δ	Άνοιγμα	0.000	0.96	1	0.00
B	Τοιχοποιία	0.562	7.80	1	4.38
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
B	Φέρων οργανισμός	0.792	1.05	1	0.83
Φ.Ε.	Τοιχοποιία	0.545	2.23	1	1.21
			26.98		13.34
Οριζόντια δομικά στοιχεία					
Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]		
Δάπεδο	21.53	0.466	10.03		

Πίνακας 4:20 Κατακόρυφα και οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, ισόγειο

<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU
Δ	Τοιχοποιία	0.562	4.59	1	2.58
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
Δ	Φέρων οργανισμός	0.792	0.45	1	0.36
Δ	Άνοιγμα	0.000	0.96	1	0.00
B	Τοιχοποιία	0.562	7.80	1	4.38
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
B	Φέρων οργανισμός	0.792	1.05	1	0.83
			17.85		9.45
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία</b>					
Δεν ορίζονται					

Πίνακας 4:21 Κατακόρυφα και οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, Α' όροφος

<b>Κατακόρυφα δομικά στοιχεία</b>					
Προσ/μός	Δομ. στοιχ.	U	A [m <sup>2</sup> ]	b	ΣbxAxU
Δ	Τοιχοποιία	0.562	4.59	1	2.58
Δ	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
Δ	Φέρων οργανισμός	0.792	0.45	1	0.36
Δ	Άνοιγμα	0.000	0.96	1	0.00
B	Τοιχοποιία	0.562	7.80	1	4.38
B	Φέρων οργανισμός	0.432	1.50	1	0.65
B	Φέρων οργανισμός	0.792	1.05	1	0.83
			17.85		9.45
<b>Οριζόντια δομικά στοιχεία</b>					
Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑ×U' [W/K]		
Οροφή	13.25	0.399	5.29		

Πίνακας 4:22 Κατακόρυφα και οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία ανά όροφο, Β' όροφος

4.9 Υπολογισμός Συντελεστών Θερμοπερατότητας Διαφανών Δομικών Στοιχείων

Τύπος πλαισίου		Μέταλλο χωρίς θερμοδιακοπή			
Τύπος υαλοπίνακα		Απλό κοινό τζάμι (μεταλλικό ισ.πλαισίο 7.5cm)			
Σχηματική Παράσταση		Γεωμετρικά Στοιχεία		Συντελεστής Θερμοπ/τας & Ηλιακού Κέρδους	
<p>A5</p>	$A_w$	2.99	$g_w$	0.64	
	$A_g$	2.47			
	$A_f$	0.52			
		$F_f$	0.17	$U_w$	5.97
		$L_g$	6.60		
		$L_g/A_w$	2.20		
<p>A6</p>	$A_w$	0.60	$g_w$	0.49	
	$A_g$	0.38			
	$A_f$	0.22			
		$F_f$	0.36	$U_w$	6.26
		$L_g$	2.60		
		$L_g/A_w$	4.33		
<p>A7</p>	$A_w$	1.84	$g_w$	0.58	
	$A_g$	1.40			
	$A_f$	0.44			
		$F_f$	0.24	$U_w$	6.07
		$L_g$	5.60		
		$L_g/A_w$	3.04		
Κοινά Στοιχεία Κουφωμάτων					
$U_f$	$U_g$	$g_{ev}$	$g_g$	$\Psi_g$	$F_{wi}$
7	5.7	0.85	0.77	0.02	0.075
Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων					
Όροφος	Εμβαδόν [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma(U \times A)$ [W/K]	n	$\Sigma A$ [m <sup>2</sup> ]	$n \times \Sigma(U \times A)$ [W/K]
Ισόγειο	30.00	180.15	1	30.00	180.15
A' όροφος	32.99	198.00	1	32.99	198.00
B' όροφος	32.99	198.00	1	32.99	198.00
Συνολικά				95.98	576.14

Πίνακας 4:23 Διαφανή δομικά στοιχεία

Όπου:

$A_w$ : το εμβαδό της συνολικής επιφάνειας του κουφώματος, ( $m^2$ )

$A_g$ : το εμβαδό της επιφάνειας του υαλοπίνακα του κουφώματος, ( $m^2$ )

$$A_f = A_w - A_g \quad (4.4)$$

$$F_f = \frac{A_f}{A_w} \quad (4.5)$$

$F_{wi}$ : το μέσο πλάτος του πλαισίου (m)

$L_g$ : το μήκος της θερμογέφυρας (περίμετρος) του υαλοπίνακα του κουφώματος (m)

$L_g/A_w$ : ο λόγος του μήκους της θερμογέφυρας του υαλοπίνακα του κουφώματος προς το εμβαδό της επιφάνειας του κουφώματος, ( $m^{-1}$ )

$$U_w = \frac{A_f U_f + A_g U_g + L_g \Psi_g}{A_f + A_g} = (1 - F_f) U_g + F_f U_f + \frac{L_g}{A_w} \Psi_g \quad (4.6)$$

$U_f$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του πλαισίου, [ $W/(m^2K)$ ]

$U_g$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος, [ $W/(m^2K)$ ]

$\Psi_g$ : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα του κουφώματος, [ $W/(mK)$ ]

$$g_w = (1 - F_f) g_g \quad (4.7)$$

$$g_g = 0,90 \times g_{gv} \quad (4.8)$$

$g_{gv}$ : ο συντελεστής ηλιακού κέρδους, σε κάθετη πρόσπτωση του υαλοπίνακα

Σε κάθε περίπτωση πρέπει τόσο για τα διαφανή όσο και για τα αδιαφανή δομικά στοιχεία να ισχύει:  $U \leq U_{\delta,\sigma,\max}$ , όπου:

- U ο συντελεστής θερμικής διαπερατότητας δομικού στοιχείου  
όπως υπολογίστηκε βάσει των σχέσεων
- $U_{\delta,\sigma,\max}$  η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή για το δομικό στοιχείο

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.23.

Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
		Κουφώματα ανοιγμάτων	$U_w$	3,20	3,00
Γυάλινες προσόψεις κτιρίων μη ανοιγόμενες ή μερικώς ανοιγόμενες	$U_{GF}$	2,20	2,00	1,80	1,80

*Πίνακας 4:24 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας των διαφανών δομικών στοιχείων για τις τέσσερις κλιματικές ζώνες [W/(m<sup>2</sup>·K)]*

Το κτίριο θα λειτουργήσει ως Πολυκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Τα κουφώματα όλου του κτιρίου αποτελούνται από πλαίσια αλουμινίου, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f = 7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Φέρουν απλό μονό υαλοπίνακα με πάχος 4mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι  $U_g = 5.7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Ο υπολογισμός του U των κουφωμάτων έγινε βάσει της παραπάνω σχέσης και της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010.

Στον πίνακα 4.24 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτιρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων δεν καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Ο μελετητής εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιήσει τις τιμές θερμοπερατότητας της σήμανσης CE των κουφωμάτων. Στη φάση της ενεργειακής επιθεώρησης που θα γίνει υποχρεωτικά με την αποπεράτωση της κατασκευής, ο ενεργειακός επιθεωρητής οφείλει να ελέγξει τα δελτία αποστολής των κουφωμάτων καθώς και τα κατάλληλα πιστοποιητικά CE που τα συνοδεύουν. Η σήμανση CE των κουφωμάτων είναι υποχρεωτική βάσει της ΚΥΑ Αριθμ. 12397/409 ΦΕΚ Β 1794/28-8-2009 από την 1η Φεβρουαρίου 2010.

#### 4.10 Υπολογισμός Αθέλητου Αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κουφωμα (Αρ. Κουφ.)	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]
Ισόγειο	Παράθ.	A5 (×8)	1.30	2.30	2.99	8.70	26
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	8.70	5
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	8.70	16
Α' όροφος	Παράθ.	A5 (×9)	1.30	2.30	2.99	8.70	26
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	8.70	5
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	8.70	16
Β' όροφος	Παράθ.	A5 (×9)	1.30	2.30	2.99	8.70	26
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	8.70	5
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	8.70	16
Συνολικά							835

Πίνακας 4:25 Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων - Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Η διείσδυση του αέρα ανά τύπο κουφώματος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.26 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 - 1/2010.

#### 4.11 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτιρίου

Όπως κάθε δομικό στοιχείο πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις των πινάκων 4.6 και 4.23, έτσι απαιτείται και το κτίριο στο σύνολό του να παρουσιάζει ένα ελάχιστο βαθμό θερμικής προστασίας. Ο υπολογισμός του μέσου συντελεστή θερμικής διαπερατότητας του κτιρίου δίνεται από τη σχέση:

$$U_m = \frac{\sum_{j=1}^n A_j U_j b + \sum_{i=1}^n l_i \Psi_i b}{\sum_{j=1}^n A_j} \quad (4.9)$$

όπου:

- $A_j$ : το εμβαδό δομικού στοιχείου  $j$ , ( $m^2$ )
- $U_j$ : ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου  $j$ , [ $W/(m^2 \cdot K)$ ]
- $\Psi_i$ : ο συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας της θερμογέφυρας  $i$ , [ $W/(m \cdot K)$ ]
- $L_i$ : το μήκος της θερμογέφυρας  $i$  και, ( $m$ )
- $b$ : μειωτικός συντελεστής

Σε κάθε περίπτωση πρέπει:

$$U_m \leq U_{m, \max}$$

όπου:

- $U_{m, \max}$ : ο μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας του κτιρίου ανά θερμική ζώνη και δίνεται στον πίνακα 4.24

Για τον έλεγχο της θερμομονωτικής επάρκειας του κτιρίου είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του λόγου της εξωτερικής περιβάλλουσας επιφάνειας των θερμαινόμενων τμημάτων του κτιρίου προς τον όγκο τους.

Όπως προέκυψε  $\Sigma A/V = 0.647 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 4.25 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m, \max} = 0.906 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον πίνακα 4.24 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $U \times A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi \times l$ .

$$\Sigma A/V = 1039.03(\text{m}^2) / 1605.61 (\text{m}^3) = 0.647 \text{ m}^{-1}$$

$$\text{Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό } U_{m, \max} = 0.906 [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

$$\text{Πραγματοποιούμενο } U_m = 1100.1(\text{W}/\text{K})/1039.03(\text{m}^2) = 1.059 > 0.906 [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , το κτίριο **δεν είναι** επαρκώς θερμομονωμένο.

#### 4.11.1 Συγκεντρωτικά Στοιχεία Κτιρίου

Δομικά Στοιχεία	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	Σ[b×U×A] ή Σ[b×Ψ×l] [W/K]
κατακόρυφα αδιαφανή	589.1	338.0
οριζόντια αδιαφανή	354.0	186.0
διαφανή	96.0	576.1
θερμογέφυρες	-	0.0
<b>Συνολικά</b>	<b>1039.0</b>	<b>1100.1</b>
	$[\Sigma(b \times U \times A) + \Sigma(b \times \Psi \times l)] / \Sigma A$	<b>1.059</b>

Πίνακας 4:26 Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου

A/V [m <sup>-1</sup> ]	$U_{m, max} [W/(m^2 \cdot K)]$			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
≤ 0,2	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
≥ 1,0	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 4:27 Αντιστοιχία A/V και  $U_{m, max}$

#### 4.12 Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις Κτιρίου

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του υπό μελέτη κτιρίου και σχετίζονται με τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του, αφορούν στα εξής:

- Σύστημα θέρμανσης χώρων,
- Σύστημα ψύξης χώρων,
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης,
- Σύστημα ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης,



Στις παραγράφους που ακολουθούν, δίνονται αναλυτικά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου, στο λογισμικό

#### **4.12.1 Τεκμηρίωση ελάχιστων προδιαγραφών και σχεδιασμού των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων του κτιρίου**

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια, πρέπει να πληρούν ορισμένες ελάχιστες προδιαγραφές όσον αφορά τις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις τους, όπως:

- Όπου τοποθετούνται κεντρικές κλιματιστικές μονάδες (ΚΚΜ) ή μονάδες παροχής νωπού αέρα ή μονάδες εξαερισμού και όσες από αυτές λειτουργούν με νωπό αέρα > 60% της παροχής τους, πρέπει να διαθέτουν σύστημα ανάκτησης θερμότητας με απόδοση τουλάχιστον 50%.
- Όλα τα δίκτυα διανομής (νερού ή άλλου μέσου) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης-κλιματισμού και ΖΝΧ, πρέπει να διαθέτουν την ελάχιστη θερμομόνωση που καθορίζεται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010. Ιδιαίτερα τα δίκτυα που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους θα διαθέτουν κατ' ελάχιστον θερμομόνωση πάχους 19mm για θέρμανση-ψύξη-κλιματισμό και 13mm για ΖΝΧ, με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους  $20^\circ\text{C}$  (ή ισοδύναμα πάχη άλλου πιστοποιημένου θερμομονωτικού υλικού).
- Οι αεραγωγοί διανομής κλιματιζόμενου αέρα (προσαγωγής και ανακυκλοφορίας) που διέρχονται από εξωτερικούς χώρους πρέπει να διαθέτουν θερμομόνωση με αγωγιμότητα θερμομονωτικού υλικού  $\lambda=0,040 \text{ W/(m.K)}$  στους  $20^\circ\text{C}$ , και ελάχιστο πάχος 40mm, ενώ για διέλευση σε εσωτερικούς χώρους το αντίστοιχο πάχος είναι 30mm (ή ισοδύναμα πάχη άλλων πιστοποιημένων θερμομονωτικών υλικών).
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου διαθέτουν σύστημα αντιστάθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής σε μερικά φορτία, ή άλλο πιστοποιημένο ισοδύναμο σύστημα.
- Σε μεγάλα δίκτυα ανακυκλοφορίας ΖΝΧ ανά κλάδους, θα χρησιμοποιούνται κυκλοφορητές με ρύθμιση στροφών ανάλογα με τη ζήτηση σε ΖΝΧ
- Σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτίρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη τουλάχιστον του 60% των αναγκών σε ΖΝΧ από ηλιοθερμικά συστήματα. Η

υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/08, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται από άλλα αποκεντρωμένα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ΑΠΕ, ΣΗΘ, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και αντλιών θερμότητας των οποίων ο εποχιακός βαθμός απόδοσης (SPF) είναι μεγαλύτερος από  $(1,15 \times 1/\eta)$ , όπου "n" είναι ο λόγος της συνολικής ακαθάριστης παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προς την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με την Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EK. Μέχρι να καθορισθεί νομοθετικά η τιμή του η, ο SPF πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 3,3.

- Τα συστήματα γενικού φωτισμού στα κτίρια του τριτογενή τομέα έχουν ελάχιστη ενεργειακή απόδοση 55 lumen/W. Για επιφάνεια μεγαλύτερη από  $15\text{m}^2$  ο τεχνητός φωτισμός ελέγχεται με χωριστούς διακόπτες. Στους χώρους με φυσικό φωτισμό εξασφαλίζεται η δυνατότητα σβέσης τουλάχιστον του 50% των λαμπτήρων που βρίσκονται εντός αυτών.
- Σε κτίρια με πολλές ιδιοκτησίες και κεντρικά συστήματα, επιβάλλεται αυτονομία θέρμανσης, ψύξης, καθώς και ZNX (όπου εφαρμόζεται κεντρική παραγωγή/διανομή) και εφαρμόζεται κατανομή δαπανών με θερμιδομέτρηση.
- Σε όλα τα κτίρια απαιτείται θερμοστατικός έλεγχος της θερμοκρασίας εσωτερικού χώρου τουλάχιστον ανά ελεγχόμενη θερμική ζώνη κτιρίου.
- Σε όλα τα κτίρια του τριτογενή τομέα επιβάλλεται η εγκατάσταση κατάλληλου εξοπλισμού αντιστάθμισης της άεργης ισχύος των ηλεκτρικών τους καταναλώσεων, για την αύξηση του συντελεστή ισχύος τους (συνφ) σε επίπεδο κατ' ελάχιστο 0,95.

Αδυναμία εφαρμογής των ανωτέρω απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Στο υπό μελέτη κτίριο θα εξεταστούν ανεξάρτητα οι τυχόν διαφορετικές χρήσεις του, σε ό, τι αφορά την ενεργειακή τους κατάταξη. Για τον λόγο αυτό οι πιο πάνω περιορισμοί δεν ισχύουν για το σύνολο του κτιρίου, αλλά διαφοροποιούνται για κάθε μία από τις τυχόν χρήσεις του κτιρίου.

#### 4.12.2 Σχεδιασμός συστημάτων θέρμανσης, ψύξης, αερισμού

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων του κτιρίου γίνεται μέσω κεντρικής μονάδας θέρμανσης, με λέβητα-καυστήρα πετρελαίου με δισωλήνιο σύστημα.

Η ψύξη των χώρων του κτιρίου γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας εγκατεστημένες σε μεμονωμένους χώρους των διαμερισμάτων με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

**Παρατήρηση:** Με τροποποίηση που αναμένεται στον κτιριοδομικό κανονισμό σχετικά με άρθρο 25, οι ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες είναι πλέον υποχρεωτικές για όλα τα κτίρια με επιφάνεια άνω των 50 m<sup>2</sup>. Κατά το σχεδιασμό (διαστασιολόγηση) των συστημάτων θέρμανσης, ψύξης και αερισμού, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι ελάχιστες προδιαγραφές για τα Η-Μ όπως καθορίζονται στον Κ.Εν.Α.Κ. και να επιλέγονται τεχνολογίες που να έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν σε πλήρη και μερικά φορτία κατά τη θέρμανση ή ψύξη. Η υπερδιαστασιολόγηση του κεντρικού συστήματος λέβητα-καυστήρα για τη θέρμανση χώρων, μειώνει την τελική απόδοση του συστήματος σύμφωνα με τα όσα ορίζονται στην παράγραφο 4.1.2.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

#### 4.12.3 Σύστημα θέρμανσης

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτιρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτιρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Ο καυστήρας είναι μονοβάθμιος.

Η διανομή στα διαμερίσματα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με τέσσερις κατακόρυφες κεντρικές σωλήνες προσαγωγής θερμού νερού και τέσσερις κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους είναι ανεπαρκώς μονωμένες.

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης δεν διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη μερικών φορτίων θέρμανσης. Ο κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού, έχει ισχύ 200W και χαρακτηριστικά που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Πολυκατοικία".

<b>Σύστημα Θέρμανσης Θερμικής Ζώνης 1 (Πολυκατοικία)</b>											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας	Λέβητας ισχύος 76.8 kW										
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP	0.658										
Είδος καυσίμου	Πετρέλαιο θέρμανσης										
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $n_{g1}$	0.750										
Συντελεστής μόνωσης $n_{g2}$	1.000										
Πραγματικός βαθμός απόδοσης $n_{gm}$	0.878										
Δίκτυο διανομής θερμότητας	Ανεπαρκής μόνωση										
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής	76.8 kW										
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/>										
	Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>										
	Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα <input type="checkbox"/>										
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής	90 °C										
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής	70 °C										
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής	89.0%										
Ύπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/>										
	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>										
Τερματικές μονάδες	Τύπου ΑΚΑΝ										
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων	Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο										
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων	0.96 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12)										
<b>Βοηθητική Ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων	Αριθμός συστημάτων	Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )									
Κυκλοφορητής	1	0.37									
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων	50% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου										
<b>Μηνιαίο Ποσοστό Κάλυψης Θερμικού Φορτίου της Θερμικής Ζώνης από το Σύστημα (%)</b>											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	100	100

Πίνακας 4:28 Συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης

Η υπολογισμένη ισχύς του λέβητα-καυστήρα, ελέγχθηκε για υπερδιαστασιολόγηση σύμφωνα με την σχέση 4.1 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010.

Ο κυκλοφορητής που χρησιμοποιείται για την κυκλοφορία του θερμού νερού, έχει ισχύ που δίνεται από τον κατασκευαστή. Επειδή καλύπτει κάθε υπό μελέτη τμήμα, θα πρέπει να επιμεριστεί η ισχύς του αντίστοιχα με τα υπολογιζόμενα από τη μελέτη θέρμανσης θερμικά φορτία των τμημάτων.

#### 4.12.4 Σύστημα ψύξης

Η ψύξη των χώρων του κτιρίου γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας εγκατεστημένες από μία σε κάθε καθιστικό και από μία στα υπνοδωμάτια με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτιρίου, σε διαμερίσματα κατοικιών η χρήση των μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C.

Η συνολική ψυκτική ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 180.000 Btu/h (52.74kW) με δυνατότητα κάλυψης 50% ψυκτικού φορτίου σε συνθήκες σχεδιασμού.

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

Στον πίνακα 5.1 που ακολουθεί, δίνονται αναλυτικά, η ονομαστική ψυκτική ισχύς (kW) και ο δείκτης αποδοτικότητας EER των αντλιών θερμότητας που εγκατασταθούν στις επιμέρους ιδιοκτησίες του κτιρίου, σύμφωνα με τις μονάδες που επιλέχτηκαν κατά τη μελέτη ψύξης.

Σύστημα	Τύπος	Ονομαστική ψυκτική ισχύς [kW]	Δείκτης αποδοτικότητας EER	Καύσιμο
1	Αερόψυκτη Α.Θ.	52.7	1.500	Ηλεκτρισμός

Πίνακας 4:29 Χαρακτηριστικά ψυκτικών μονάδων

**Παρατήρηση:** Σε περίπτωση που για το υπό μελέτη κτίριο δεν προβλεπόταν η εγκατάσταση συστήματος ψύξης, για τους υπολογισμούς θεωρείται ότι το κτίριο ψύχεται και το σύστημα ψύξης θα έχει τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αντίστοιχου κτιρίου αναφοράς, όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 4.2.1) και στον Κ.Εν.Α.Κ. Στην περίπτωση αυτή, στην παρούσα παράγραφο θα περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης του κτιρίου αναφοράς

Σύστημα Ψύξης Θερμικής Ζώνης 1 (Πολυκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης	Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 52.7 kW										
Βαθμός απόδοσης EER	1.500										
Είδος καυσίμου	Ηλεκτρισμός										
Δίκτυο διανομής ψύξης	Μόνωση κτιρίου αναφοράς										
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής	52.7 kW										
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/>										
	Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>										
	Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα <input checked="" type="checkbox"/>										
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής	7 °C										
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής	12 °C										
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής	97.0%										
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/>										
	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>										
Τερματικές μονάδες	Κλιματιστικές μονάδες										
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων	Τοπικές αντλίες θερμότητας										
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων	0.84 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14										
<b>Μηνιαίο Ποσοστό Κάλυψης Ψυκτικού Φορτίου της Θερμικής Ζώνης από το Σύστημα (%)</b>											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0	0	0	0	50	50	50	50	50	0	0	0

Πίνακας 4:30 Συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ψύξης

#### 4.12.5 Σύστημα αερισμού

Το κτίριο, αναλόγως τη χρήση του, καλύπτει τις ανάγκες του για αερισμό μέσω φυσικού ή τεχνικού αερισμού και σύμφωνα πάντα με τις ελάχιστες απαιτήσεις νοπού αέρα που ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 στην παράγραφο 2.4.3 (πίνακας 2.3).

Τα στοιχεία του συστήματος αερισμού του υπό μελέτη κτιρίου παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Ζώνη	Χρήση	Τύπος αερισμού	Απαιτήση για νωπό αέρα [m <sup>3</sup> /h/m <sup>2</sup> ]
Ζώνη 1	Πολυκατοικία	Φυσικός	0.75

Πίνακας 4:31: Στοιχεία συστήματος αερισμού

Ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους χώρους του κτιρίου είναι φυσικός και σύμφωνα με την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, η παροχή του αέρα θα είναι ίση με τον απαιτούμενο νωπό αέρα.

Από τον πίνακα 2.3 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 λαμβάνεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τη χρήση του υπό μελέτη τμήματος ως εξής : Πολυκατοικία: 0.75 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>.

#### 4.12.6 Σύστημα ZNX

Η κατανάλωση ζεστού νερού χρήσης (ZNX) για το υπο μελέτη τμήμα ορίζεται στην παράγραφο 2.5 (πίνακας 2.5) της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 ανά χρήση, και είναι αυτή η τιμή που θα χρησιμοποιηθεί στους υπολογισμούς.

Πολυκατοικία : 2.50 lt/ημέρα/m<sup>2</sup>.

Η συνολική ημερήσια κατανάλωση για ZNX στο κτίριο είναι 1334.33

Η μέση θερμοκρασία ζεστού νερού χρήσης ορίζεται στους 50°C, ενώ οι θερμοκρασίες νερού δικτύου της Αθήνας όπως ορίζονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, δίνονται στον πίνακα 5.2.

Το ημερήσιο απαιτούμενο θερμικό φορτίο  $Q_d$  για την κάλυψη των αναγκών του κτιρίου για ZNX δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$Q_d = V_d \frac{c}{3600} \rho \Delta T \quad (4.10)$$

όπου:

- $V_d$ : το ημερήσιο φορτίο, (lt /day),  $V_d = 1334.33$
- $\rho$ : η μέση πυκνότητα του ζεστού νερού χρήσης, (kg/lt),  
 $\rho = 0,998$
- $c$ : η ειδική θερμότητα,  $c = 4,18$  [kJ/(kg.K)]
- $\Delta T$ : θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ νερού δικτύου και ζεστού νερού χρήσης, [(K) ή (°C)]

Εφαρμόζοντας την πιο πάνω σχέση και για τις θερμοκρασίες νερού δικτύου (πίνακας 5.2), υπολογίστηκε το ημερήσιο θερμικό φορτίο (kWh/ημέρα) για ZNX του κτιρίου για κάθε μήνα, όπως δίνεται στον πίνακα 5.2.

Ζώνη	Χρήση	$V_d$	$V_{store}$ [lt]	$Q_d$	$P_n$ [kW]
Ζώνη 1	Πολυκατοικία	1334.33	266.87	49.40	9.88

**Πίνακας 4:32 Χαρακτηριστικά συστήματος ZNX**

Το σύστημα ZNX περιλαμβάνει από έναν ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ανά κατοικία ισχύος 4kW με μηνιαίο βαθμό κάλυψης 100%.

Για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης του υπό μελέτη κτιρίου, έχουν εγκατασταθεί τα παρακάτω συστήματα, όπως αυτά παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

Οι σχέσεις υπολογισμού για τη συνολική χωρητικότητα και τη θερμική ισχύ είναι σύμφωνες με τις αντίστοιχες που αναφέρονται στην Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/1010 και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες.

Οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής ZNX είναι θερμομονωμένες σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του άρθρου 8 του Κ.Εν.Α.Κ. και τα οριζόμενα στην σχετική Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (πίνακας 4.7).

Τα στοιχεία (ισχύς, καύσιμο, δίκτυο διανομής κτλ) του συστήματος που χρησιμοποιείται στο υπό μελέτη κτίριο για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης παρουσιάζονται στον πίνακα 4.32 που ακολουθεί.



Σύστημα ζεστού νερού χρήσης ζώνης 1 (Πολυκατοικία)												
Είδος μονάδας παραγωγής ζεστού νερού χρήσης				Τοπ. ηλεκτρικοί θερμαντήρες ισχύος 24.0 kW								
Θερμική απόδοση μονάδας ή COP				1.000								
Είδος καυσίμου				Ηλεκτρισμός								
Δίκτυο διανομής θερμότητας				Μόνωση κτιρίου αναφοράς								
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής				52.7 kW								
Χώρος διέλευσης δικτύου				Εσωτερικοί χώροι <input checked="" type="checkbox"/>								
				Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>								
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής ZNX				100.0%								
Σύστημα ανακυκλοφορίας				NAI <input checked="" type="checkbox"/>								
				OXI <input type="checkbox"/>								
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας				boiler								
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX				98%								
Μηνιαίο Ποσοστό Κάλυψης Ψυκτικού Φορτίου της Θερμικής Ζώνης από το Σύστημα (%)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Πίνακας 4:33 Συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα ZNX

#### 4.12.7 Σύστημα φωτισμού

Η κύρια χρήση του κτιρίου είναι : Πολυκατοικία.

Η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό στις κατοικίες δε λαμβάνεται υπόψη για την ενεργειακή απόδοση του κτιρίου. Έτσι, η κατανάλωση ενέργειας για φωτισμό θα υπολογισθεί μόνο για άλλη χρήση κτιρίου και θα συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για την ενεργειακή πιστοποίηση του αντίστοιχου τμήματος του κτιρίου.

Τα φωτιστικά που χρησιμοποιούνται για του χώρους κατοικιών και για τους κοινόχρηστους μη θερμαινόμενους χώρους, δε λαμβάνονται υπόψη στους υπολογισμούς.

### 4.13 Κατανάλωση Ενέργειας Υπάρχοντος Κτιρίου

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.79	8.74	6.04	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	7.93	36.25
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	11.62	17.69	17.09	3.89	0.00	0.00	0.00	52.28
ZNX	2.92	2.64	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	34.38

Πίνακας 4:34 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτιρίου (kWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	15.8	12.4	8.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	11.1	51.0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	4.8	7.3	7.0	1.6	0.0	0.0	0.0	21.5
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.9	2.6	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	34.4
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	18.8	15.2	11.1	3.5	3.7	7.6	10.2	9.9	4.4	2.9	5.9	14.2	107.4

Πίνακας 4:35 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Ηλεκτρισμός	45.7
Πετρέλαιο θέρμανσης	51.0
Σύνολο	96.7

Πίνακας 4:36 Κατανάλωση ανά καύσιμο (kWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	31.4	57.7
Ψύξη	30.5	31.1
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	34.4	99.7
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	96.3	188.6

Πίνακας 4:37 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	132.4	45.2
Πετρέλαιο θέρμανσης	56.1	13.5
Σύνολο	188.6	58.7

Πίνακας 4:38 Κατανάλωση ενέργειας και εκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Συνολική Ζήτηση	35.0	100.0%	26.8	100.0%	8.2	30.5%	
Ζήτηση	29.9	85.4%	24.3	90.7%	5.6	22.9%	5
Σύστημα εκπομπής	1.2	3.6%	1.0	3.8%	0.2	22.9%	11
Σύστημα διανομής	3.9	11.0%	1.5	5.5%	2.4	161.1%	7
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	35.0	60.6%	26.8	85.4%	8.2	30.5%	
Συστ. παραγωγής	21.1	36.6%	3.0	9.4%	18.2	614.0%	3
Βοηθητικά συστ.	1.6	2.8%	1.6	5.2%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	57.7	100.0%	31.4	100.0%	26.4	84.0%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	28.4	91.3%	63.8	209.2%	-35.3	-55.4%	5
Σύστημα εκπομπής	5.5	17.8%	4.8	15.8%	0.7	15.3%	10
Σύστημα διανομής	1.1	3.4%	0.0	0.0%	1.1		8
Συστ. παραγωγής	-3.9	-12.5%	-38.1	-125.0%	34.2	-89.8%	2
Βοηθητ. συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	31.1	100.0%	30.5	100.0%	0.6	2.1%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	74.8	100.0%	28.4	100.0%	46.4	163.5%	
Ζήτηση	73.3	98.0%	27.8	98.0%	45.5	163.5%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	2.0%	0.6	2.0%	0.9	163.5%	9
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	-4.3	-15.0%	4.3	-100.0%	6
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	74.8	75.0%	24.1	70.1%	50.7	210.0%	1
Συστ. παραγωγής	24.9	25.0%	10.3	29.9%	14.7	142.6%	4
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κατανάλωση	99.7	100.0%	34.4	100.0%	65.3	189.9%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συστ. παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολ. κατανάλωση κτιρίου	188.6	0.0%	96.3	0.0%	92.3	95.9%	

Πίνακας 4:39 Αναλυτικός πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίου

## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ  
[kWh/(m<sup>2</sup>×έτος)]

ΜΗΑΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

A<sup>+</sup> EP ≤ 0.33

A 0.33 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R<sub>R</sub>

B 0.50 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R<sub>R</sub>

B 0.75 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R<sub>R</sub>

Γ 1.00 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R<sub>R</sub>

Δ 1.41 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R<sub>R</sub>

E 1.82 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R<sub>R</sub>

Z 2.27 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R<sub>R</sub>

H 2.73 R<sub>R</sub> < EP

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς  
ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: 96.26

**E**

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: 188.58

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]: 58.68

Θερμική άνεση

Οπτική άνεση

Ακουστική άνεση

Ποιότητα αέρα

### ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/> Λερισμός <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	47.23	
	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	52.77
Ορυκτά Καύσιμα	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	
	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>	

### ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ [kWh/m<sup>2</sup>]

Θέρμανση..... 57.75..... Φωτισμός..... 0.00.....  
 Ψύξη..... 31.12..... Συσσκευές.....  
 Λερισμός ..... 0.00..... Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)... 99.70.....

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ

#### 4.13.1 Προτεινόμενες Παρεμβάσεις

Στον παρακάτω πίνακα δίδονται οι προτεινόμενες από το πρόγραμμα διορθωτικές παρεμβάσεις ώστε να βελτιωθεί η ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου.

α/α	Διορθωτική ενέργεια	Μέγεθος προβλήματος (kWh/m <sup>2</sup> )
1	Βελτίωση συστήματος ZNX μέσω συστημάτων διανομής/εκπομπής και αύξησης κερδών από ηλιακά	50.7
2	Βελτίωση συστήματος παραγωγής ψύξης	34.2
3	Βελτίωση συστήματος παραγωγής θέρμανσης	18.2
4	Βελτίωση συστήματος παραγωγής ZNX	14.7
5	Βελτίωση κτιριακού κελύφους για ελάττωση ενεργειακής ζήτησης	5.6
6	Αύξηση κέρδους από ηλιακά συστήματα για ZNX	4.3
7	Βελτίωση συστήματος διανομής θέρμανσης	2.4
8	Βελτίωση συστήματος διανομής ψύξης	1.1
9	Βελτίωση συστήματος εκπομπής ZNX	0.9
10	Βελτίωση συστήματος εκπομπής ψύξης	0.7
11	Βελτίωση συστήματος εκπομπής θέρμανσης	0.2

Πίνακας 4:40 Προτεινόμενες διορθωτικές ενέργειες

Είναι προφανές ότι η κατανάλωση σε πρωτογενή ενέργεια του κτιρίου είναι μεγάλη. Το πρόγραμμα εντοπίζει τα προβλήματα και με δυνητικές προτάσεις παρουσιάζει την καθεμία μεμονωμένα, ώστε να μπορεί να κριθεί ποιο ζήτημα χρήζει άμεσης αντιμετώπισης.

Παρατηρείται λοιπόν, υψηλή κατανάλωση στο σύστημα ZNX, λογικό αν συμπεράνει κανείς την άμεση εξάρτηση του από τον ηλεκτρισμό αλλά και την εύκολη βελτιστοποίηση του με χρήση ηλιακών συγκεντρωτικών πάνελ. Στη συνέχεια με ανάλογη ευκολία μπορεί να βελτιωθεί και το σύστημα ψύξης με χρήση νεώτερων, ποιοτικότερων και αποδοτικότερων κλιματιστικών μονάδων.

Η αναβάθμιση του λέβητα χαρακτηρίζεται επίσης επιτακτική, αλλά όχι των θερμαντικών σωμάτων όπως παρατηρείται στα σημεία 3, 7 και 11 του παραπάνω πίνακα.

Τέλος, η βελτίωση του κτιριακού κελύφους δεν κρίνεται ως πρώτη προτεραιότητα καθώς οι τοίχοι είναι αρκετά αποδοτικοί και συνεπώς θεωρείται αναγκαία μόνον η αντικατάσταση των κουφωμάτων καθώς και μία καλύτερη μόνωση της οροφής.

Παρακάτω γίνεται ανάλυση των αποφάσεων.

Με βάση τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής, η τοπογραφία του οικοπέδου και η χωροθέτηση του κτιρίου σε αυτό, ομοίως των όμορων και γειτνιαζόντων οικημάτων, μας δώσανε μια αρχική εικόνα για τις επιλογές μας. Ταυτοχρόνως, σύμφωνα με τις συστάσεις του πίνακα 4.39 προκρίνονται οι δυνατές επιλογές.

Εν πρώτης, έγινε αξιολόγηση της δυνατότητας μείωσης των θερμικών και ψυκτικών φορτίων του κελύφους.

Στο βόρειο και νότιο προσανατολισμό, οι εφαπτόμενες πολυκατοικίες συντελούν στη μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση, ενώ η δυτική όψη είναι πιο ευάλωτη.

**Η ύπαρξη κινητής σκίασης** (τέντες και πατζούρια) ευνοεί τον περιορισμό των ηλιακών κερδών. Τα εσωτερικά σκιάδια, όπως κουρτίνες και περσίδες, περιορίζουν ελάχιστα τα ηλιακά κέρδη από τα ανοίγματα. Η σκίαση είναι αποδοτικότερη όταν καλύπτει όλη την εξωτερική επιφάνεια ενός κτιρίου και όχι μόνο τα ανοίγματα.

Η φύτευση του περιβάλλοντα χώρου με φυλλοβόλα δένδρα για τον περιορισμό του ηλιασμού του κτιρίου και την βελτίωση του μικροκλίματος απορρίπτεται καθώς αποτελεί μακροπρόθεσμη επιλογή, συν τοις άλλοις, ο διαθέσιμος χώρος είναι ελάχιστος. Τα αναρριχητικά φυτά συμβάλουν στην σκίαση του κελύφους προκαλούν όμως ζημιές στο κτιριακό κέλυφος.

Η φύτευση της οροφής για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την βελτίωση του μικροκλίματος της περιοχής δεν θα προτιμηθεί, καθώς πρέπει να προηγείται στατική μελέτη της οροφής, και εφαρμογή αποστράγγισης και υγραμόνωσης. Η περίπτωση εσφαλμένης εγκατάστασης θα μπορούσε δυνητικά να προκαλέσει τεράστια προβλήματα. **Αντ' αυτού, προκρίνεται η παραδοσιακή μόνωση της.**

Η ενσωμάτωση παθητικών ηλιακών συστημάτων (θερμοκήπια, τοίχοι μάζας, τοίχοι trombe) στο κτιριακό κέλυφος για την αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την χειμερινή περίοδο ενδείκνυται κυρίως για τοποθέτηση σε όψεις νότιου προσανατολισμού και στο κτίσμα η συγκεκριμένη όψη επικαλύπτεται από όμορη πολυκατοικία.

Περιορισμός του αερισμού από την διείσδυση αέρα στις χαραμάδες των ανοιγμάτων μέσω αεροστεγάνωσης, όπου υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής δεν

κρίθηκε επαρκής. Προτιμήθηκε η αντικατάσταση των παλιών ανοιγμάτων με νέα ανοίγματα διπλών υαλοστασίων υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης με θερμομονωμένο πλαίσιο. Τα ανοιγόμενα πλαίσια (παράθυρα, μπαλκονόπορτες) περιορίζουν στο ελάχιστο την διείσδυση αέρα σε σχέση με τα συρόμενα και επάλληλα αλλά δεν ήταν δυνατό λόγω ύπαρξης τοιχοποιίας συρομένων. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα συρόμενα παράθυρα επιφέρουν συνεχή αερισμό της θερμομόνωσης και επιταχύνουν την γήρανσή της.

Επεξεργάζοντας τα κατακόρυφα εξωτερικά αδιαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους, ως πρώτο συμπέρασμα, καταλήξαμε πως είναι καλά θερμομονωμένα με αποτέλεσμα να μη χρίζουν άμεσης παρέμβασης. Παρ' όλα αυτά θερμομόνωση των δομικών στοιχείων του κελύφους που έρχονται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα αλλά και με μη θερμαινόμενους χώρους για τον επιπλέον περιορισμό των απωλειών, ιδιαίτερα των βορεινών τοίχων δεν ήταν δυνατή. Η εξωτερική θερμομόνωση, που καλύπτει ενιαία το κτιριακό κέλυφος, περιορίζει και τις θερμογέφυρες που δημιουργούνται κυρίως στις συναρμογές (φέροντα οργανισμού και τοιχοποιίας), περιορίζοντας και τα φαινόμενα συγκέντρωσης υγρασίας.

Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα που δείχνει κάποια παράδοξα του KENAK είναι το ότι η απαίτηση του υπολογισμού των θερμογεφυρών επηρεάζει μόνον την απόλυτη τιμή της ενεργειακής κατανάλωσης του κτιρίου. Ενδεχόμενη βελτίωση του κτιρίου και κατ' επέκταση μείωση των θερμογεφυρών δεν μεταβάλλει την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου. Επιπλέον, δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτιρίου, με αποτέλεσμα η αύξηση του πάχους της θερμομόνωσης να μην βελτιώνει αισθητά ή καθόλου την ενεργειακή κλάση ενός κτιρίου. Αντίθετα, ένα σύστημα αυτοματισμού στον φωτισμό μπορεί να βελτιώσει το κτίριο κατά δύο ενεργειακές κλάσεις.

Παρά τη συστηματική συντήρηση και έλεγχο τόσο του συστήματος θέρμανσης όπως, καθαρισμός καυστήρα, λέβητα, καμινάδας, δεξαμενής καυσίμου, καυσανάλυση κ.α., για την αύξηση της απόδοσης του λέβητα όσο και του δικτύου διανομής με έλεγχο αντλιών, έλεγχο σωμάτων καλοριφέρ, εξαέρωση δικτύου, διαρροές, η παλαιότητα του συστήματος εξαναγκάζει τη διαπίστωση μη περεταίρω βελτιώσεων για το υπάρχον.

Απορρίφθηκε η λύση λέβητα συμπύκνωσης λόγω τριπλάσιου κόστους και μεγαλύτερου χρόνου απόσβεσης. Επίσης, αυτή η υπέρβαση του κόστους θα μας εξανάγκαζε να χρησιμοποιήσουμε ίδια κεφάλαια τα οποία δεν ήταν εύκολο να διατεθούν. Επίσης εγκατάσταση πολυβάθμιου καυστήρα δε θα εξυπηρετούσε ουσιαστικά εφ' όσον δεν υπάρχουν μερικά φορτία. Τέλος, συνδυασμός συστήματος παραγωγής θέρμανσης με σύστημα ZNX (combi) καθίσταται δύσκολο λόγω χωροθέτησης.

Καταληκτική απόφαση λοιπόν ήταν η αντικατάσταση του συστήματος λέβητα – καυστήρα με πιστοποιημένο εξοπλισμό με σήμανση υψηλής ενεργειακής απόδοσης για να αντικαταστήσει το ήδη υπερδιαστασιοποιημένο σύστημα παραγωγής θέρμανσης. Επίσης όπου υπήρχαν σωληνώσεις σε Μ.Θ.Χ. ή εξωτερικούς χώρους έγιναν οι κατάλληλες μονώσεις. Τα θερμαντικά σώματα κρίθηκαν επαρκή.

Η συστηματική συντήρηση και έλεγχος του συστήματος ψύξης και διανομής ψύξης όπως, έλεγχος της πίεσης και θερμοκρασίας ψυκτικού μέσου, καθαρισμός των μονάδων ψύξης, απολύμανση συστημάτων, αντικατάσταση φίλτρων δεν κρίνεται επίσης επαρκής.

Εφαρμογή ηλιακής ψύξης/θέρμανσης, με την χρήση αντλιών θερμότητας απορρόφησης / προσρόφησης, εφαρμογή γεωθερμικής αντλίας ψύξης / θέρμανσης με την αξιοποίηση της γεωθερμίας του εδάφους ή πιθανού υπόγειου υδάτινου ρεύματος και εγκατάσταση ενεργειακών τζακιών για την κάλυψη των θερμικών φορτίων τον χειμώνα, συνίστανται κυρίως σε απομακρυσμένα κτίρια κατοικιών.

Συνεπώς αντικατάσταση των παλιών ή προβληματικών συστημάτων ψύξης, όπως ψύκτες ή αντλίες θερμότητας, με νέα υψηλότερης ενεργειακής απόδοσης συστήματα, μονοβάθμια ή πολυβάθμια για την αποδοτική λειτουργία σε μερικά και ολικά φορτία. Τα μερικά φορτία μπορούν να αντιμετωπιστούν με την χρήση περισσότερων του ενός ψύκτη / αντλία θερμότητας, με διαφορετικές ψυκτικές αποδόσεις.

Συστήματα combi θεωρήθηκαν πλεονασματικά και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων για την κάλυψη ηλεκτρικών φορτίων αξιολογήθηκε αρνητικά λόγω περιορισμένου διαθέσιμου χώρου στο δώμα. Κατά συνέπεια εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την παραγωγή ZNX, κρίνεται ως ιδανική λύση εφαρμογής ΑΠΕ.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ**

## 5.1 Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε κάθε παρέμβαση ξεχωριστά, σε σχέση πάντα με την αρχική κατάσταση, και δίνονται τα αντίστοιχα Π.Ε.Α. καθώς και τα αποτελέσματα για τις ειδικές καταναλώσεις ενέργειας ( $kWh/m^2$ ), όπως:

- Απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη,
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση ( $kWh/m^2$ ), συνολική και ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός), ανά θερμική ζώνη και ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας (ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.),
- Ετήσια ανηγμένη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( $kWh/m^2$ ) ανά χρήση (θέρμανση, ψύξη, αερισμός, ΖΝΧ, φωτισμός) και αντίστοιχες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.

Οι συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αέριων ρύπων, σύμφωνα με το Κ.Εν.Α.Κ. και την Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010 (παράγραφος 1.2) είναι οι εξής:

Πηγή ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Ελκυσόμενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας ( $kgCO_2/kW$ )
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	---
Τηλεθέρμανση από Δ.Ε.Η.	0,70	0,347

Πίνακας 5:1 Συντελεστές μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια και έκλυση αερίων ρύπων

Καθεμία παρέμβαση ξεχωριστά θα παρουσιασθεί αναλυτικά παρακάτω.

## 5.2 Παρέμβαση 1<sup>η</sup> : Σχεδιασμός Συστήματος Θέρμανσης – Ψύξης

Η πρώτη παρέμβαση περιλαμβάνει την αντικατάσταση του συμβατικού συστήματος θέρμανσης με αντίστοιχο φυσικού αερίου. Το σύστημα διανομής και εκπομπής παραμένει ως έχει.

Επίσης, για την ψύξη των χώρων του κτιρίου, αντικαθίστανται όλες οι παλιές τοπικές αντλίες θερμότητας με νέες μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης και εγκατεστημένες σε μεμονωμένους χώρους των διαμερισμάτων θα έχουν τη δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

### **5.2.1 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Θέρμανσης**

Σύμφωνα με τη μελέτη θέρμανσης του κτηρίου, έχει υπολογιστεί το μέγιστο απαιτούμενο θερμικό φορτίο του κτιρίου. Για τον υπολογισμό της ισχύος λαμβάνεται συντελεστής προσαύξησης 20%, λόγω θερμικών απωλειών στο λέβητα, στο δίκτυο διανομής και για την επιτάχυνση της έναρξης λειτουργίας. Τα χαρακτηριστικά του συστήματος παραγωγής θερμότητας παρουσιάζονται παρακάτω.

Ο καυστήρας είναι μονοβάθμιος.

Η διανομή στα διαμερίσματα γίνεται με δισωλήνιο σύστημα, με τέσσερις κατακόρυφες κεντρικές σωλήνες προσαγωγής θερμού νερού και τέσσερις κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής. Οι κατακόρυφες σωλήνες προσαγωγής τροφοδοτούνται μέσω ενός κοινού κεντρικού συλλέκτη (κολεκτέρ), όπως και οι κατακόρυφες σωλήνες επιστροφής θερμού νερού.

Όλες οι σωληνώσεις του δικτύου διανομής που διέρχονται από μη θερμαινόμενους χώρους είναι επαρκώς μονωμένες.

Η κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης δεν διαθέτει σύστημα αντιστάθμισης, για την κάλυψη μερικών φορτίων θέρμανσης. Ο κυκλοφορητής που βρίσκεται στην κεντρική σωλήνα προσαγωγής ζεστού νερού, έχει ισχύ 200W και χαρακτηριστικά που θα παρουσιαστούν στη συνέχεια.

### **5.2.2 Δεδομένα για Σύστημα Θέρμανσης**

Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται συγκεντρωτικά όλα τα δεδομένα για το σύστημα θέρμανσης που θα χρησιμοποιηθεί για τη θερμική ζώνη με χρήση "Πολυκατοικία".

Σύστημα Θέρμανσης Θερμικής Ζώνης 1 (Πολυκατοικία)												
Μονάδα παραγωγής θερμότητας						Λέβητας ισχύος 35.0 kW						
Συνολική θερμική απόδοση μονάδας ή COP						0.855						
Είδος καυσίμου						Φυσικό Αέριο						
Συντελεστής υπερδιαστασιολόγησης $n_{g1}$						0.950						
Συντελεστής μόνωσης $n_{g2}$						1.000						
Πραγματικός βαθμός απόδοσης $n_{gpm}$						0.900						
Δίκτυο διανομής θερμότητας						Ανεπαρκής μόνωση						
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής						35.0 kW						
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι			<input checked="" type="checkbox"/>			
						Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20%			<input type="checkbox"/>			
						Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα			<input type="checkbox"/>			
Θερμοκρασία προσαγωγής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής						90 °C						
Θερμοκρασία επιστροφής θερμού μέσου στο δίκτυο διανομής						70 °C						
Βαθμός θερμικής απόδοσης δικτύου διανομής						94.5%						
Υπαρξη μόνωσης στους αεραγωγούς						ΝΑΙ			<input checked="" type="checkbox"/>			
						ΟΧΙ			<input type="checkbox"/>			
Τερματικές μονάδες						Τύπου ΑΚΑΝ						
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων						Άμεσης απόδοσης σε εξωτερικό τοίχο						
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων						0.96 (Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.12)						
Βοηθητική Ενέργεια												
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (W/m <sup>2</sup> )				
Κυκλοφορητής				1				0.37				
Χρόνος λειτουργίας βοηθητικών συστημάτων						50% του χρόνου λειτουργίας του κτιρίου						
Μηνιαίο Ποσοστό Κάλυψης Θερμικού Φορτίου της Θερμικής Ζώνης από το Σύστημα (%)												
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	
100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	100	100	

Πίνακας 5:2 Γενικά στοιχεία συστήματος θέρμανσης

### 5.2.3 Ελάχιστες Προδιαγραφές Συστήματος Ψύξης

Η ψύξη των χώρων του κτιρίου γίνεται με τοπικές αντλίες θερμότητας εγκατεστημένες από μία σε κάθε καθιστικό (ισχύος 12000 Btu/h) και δύο στα υπνοδωμάτια (ισχύος 18000 Btu/h) με δυνατότητα κάλυψης του 50% του μέγιστου απαιτούμενου ψυκτικού φορτίου για κάθε διαμέρισμα.

Στη συγκεκριμένη περιοχή του κτιρίου, σε διαμερίσματα κατοικιών η χρήση των μονάδων ψύξης, παρατηρείται κυρίως τις μεσημεριανές ώρες, κατά τις ημέρες με θερμοκρασίες πάνω από 30°C.

Η συνολική ψυκτική ισχύς των αντλιών θερμότητας είναι 180.000 Btu/h (52.74kW).

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Η πιθανότητα εμφάνισης θερμοκρασιών πάνω από 30°C προκύπτει σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 20701-3/2010. Τις βραδινές ώρες, η χρήση των τοπικών μονάδων ψύξης είναι περιορισμένη, εκτός από τις ημέρες που υπάρχει καύσωνας.

### 5.2.4 Δεδομένα για Σύστημα Ψύξης

Σύστημα Ψύξης Θερμικής Ζώνης 1 (Πολυκατοικία)											
Μονάδα παραγωγής ψύξης	Αερόψυκτη Α.Θ. ισχύος 52.7 kW										
Βαθμός απόδοσης EER	3.000										
Είδος καυσίμου	Ηλεκτρισμός										
Δίκτυο διανομής ψύξης	Μόνωση κτιρίου αναφοράς										
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής	52.7 kW										
Χώρος διέλευσης	Εσωτερικοί χώροι <input type="checkbox"/>										
	Εξωτερικοί χώροι πάνω από 20% <input type="checkbox"/>										
	Χωρίς δίκτυο - τοπικό σύστημα <input checked="" type="checkbox"/>										
Θερμοκρασία προσαγωγής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής	7 °C										
Θερμοκρασία επιστροφής ψυχρού μέσου στο δίκτυο διανομής	12 °C										
Βαθμός ψυκτικής απόδοσης δικτύου διανομής	97.0%										
Υπαρξης μόνωσης στους αεραγωγούς	ΝΑΙ <input checked="" type="checkbox"/>										
	ΟΧΙ <input type="checkbox"/>										
Τερματικές μονάδες	Κλιματιστικές μονάδες										
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων	Τοπικές αντλίες θερμότητας										
Ψυκτική απόδοση τερματικών μονάδων	0.93 Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, πίνακας 4.14										
<b>Μηνιαίο Ποσοστό Κάλυψης Ψυκτικού Φορτίου της Θερμικής Ζώνης από το Σύστημα (%)</b>											
ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
0	0	0	0	50	50	50	50	50	0	0	0

Πίνακας 5:3 Γενικά στοιχεία συστήματος ψύξης

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΪ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.79	8.74	6.04	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	7.93	36.24
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	11.62	17.70	17.10	3.89	0.00	0.00	0.00	52.28
ZNX	2.92	2.64	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	34.38

Πίνακας 5:4 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτιρίου (kWh/m<sup>2</sup>)

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	11.4	9.0	5.8	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	8.1	37.0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.1	3.3	3.2	0.7	0.0	0.0	0.0	9.7
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.9	2.6	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	34.4
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	14.4	11.7	8.9	3.4	3.3	5.0	6.2	6.1	3.5	2.9	5.1	11.1	81.6

Πίνακας 5:5 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Ηλεκτρισμός	39.8
Φυσικό Αέριο	37.0
Σύνολο	76.8

Πίνακας 5:6 Κατανάλωση ανά καύσιμο (kWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	31.6	40.5
Ψύξη	30.5	14.0
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	34.4	99.7
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	96.4	154.2

Πίνακας 5:7 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)


Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	115.3	39.4
Φυσικό Αέριο	38.8	7.2
Σύνολο	154.2	46.6

Πίνακας 5:8 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Λξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Συνολική Ζήτηση	31.5	100.0%	26.8	100.0%	4.6	17.3%	
Ζήτηση	28.5	90.7%	24.3	90.7%	4.2	17.3%	
Σύστημα εκπομπής	1.2	3.8%	1.0	3.8%	0.2	17.3%	
Σύστημα διανομής	1.7	5.5%	1.5	5.5%	0.3	17.3%	
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	31.5	77.8%	26.8	85.0%	4.6	17.3%	
Σύστ. παραγωγής	7.4	18.2%	3.1	9.9%	4.3	136.5%	
Βοηθητικά συστ.	1.6	4.0%	1.6	5.1%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	40.5	100.0%	31.6	100.0%	8.9	28.2%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	28.4	203.0%	63.8	209.2%	-35.3	-55.4%	
Σύστημα εκπομπής	2.1	15.3%	4.8	15.8%	-2.7	-55.4%	
Σύστημα διανομής	0.9	6.7%	0.0	0.0%	0.9		
Σύστ. παραγωγής	-17.5	-125.0%	-38.1	-125.0%	20.6	-54.0%	
Βοηθητ. συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	14.0	100.0%	30.5	100.0%	-16.5	-54.0%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	74.8	100.0%	28.4	100.0%	46.4	163.5%	
Ζήτηση	73.3	98.0%	27.8	98.0%	45.5	163.5%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	2.0%	0.6	2.0%	0.9	163.5%	
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	-4.3	-15.0%	4.3	-100.0%	
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	74.8	75.0%	24.1	70.1%	50.7	210.0%	
Σύστ. παραγωγής	24.9	25.0%	10.3	29.9%	14.7	142.6%	
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κατανάλωση	99.7	100.0%	34.4	100.0%	65.3	189.9%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστ. παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολ. κατανάλωση κτιρίου	154.2	0.0%	96.4	0.0%	57.8	59.9%	

Πίνακας 5:9 Αναλυτικός πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίου

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m <sup>2</sup> ×έτος)]	
		ΜΗΛΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ			
Α EP ≤ 0.33					
Α 0.33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R <sub>R</sub>					
Β 0.50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R <sub>R</sub>					
Β 0.75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R <sub>R</sub>					
Γ 1.00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R <sub>R</sub>					
Δ 1.41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R <sub>R</sub>					
Ε 1.82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R <sub>R</sub>					
Ζ 2.27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R <sub>R</sub>					
Η 2.73 R <sub>R</sub> < EP					
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ					
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]: 96.42					
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]: 154.17					
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]: 46.62					
Θερμική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>					
Οπτική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>					
Ακουστική άνεση <input checked="" type="checkbox"/>					
Ποιότητα αέρα <input checked="" type="checkbox"/>					
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ</b>					
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	Λερισμός <input type="checkbox"/>	51.81
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	
Ορυκτά Καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.00
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	48.19
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμος <input type="checkbox"/>	0.00
		Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμος <input type="checkbox"/>	
		Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ [kWh/m<sup>2</sup>]</b>					
Θέρμανση..... 40.46.....Φωτισμός.....0.00.....					
Ψύξη..... 14.01.....Συσκευές.....					
Λερισμός .....0.00.....Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...99.70.....					

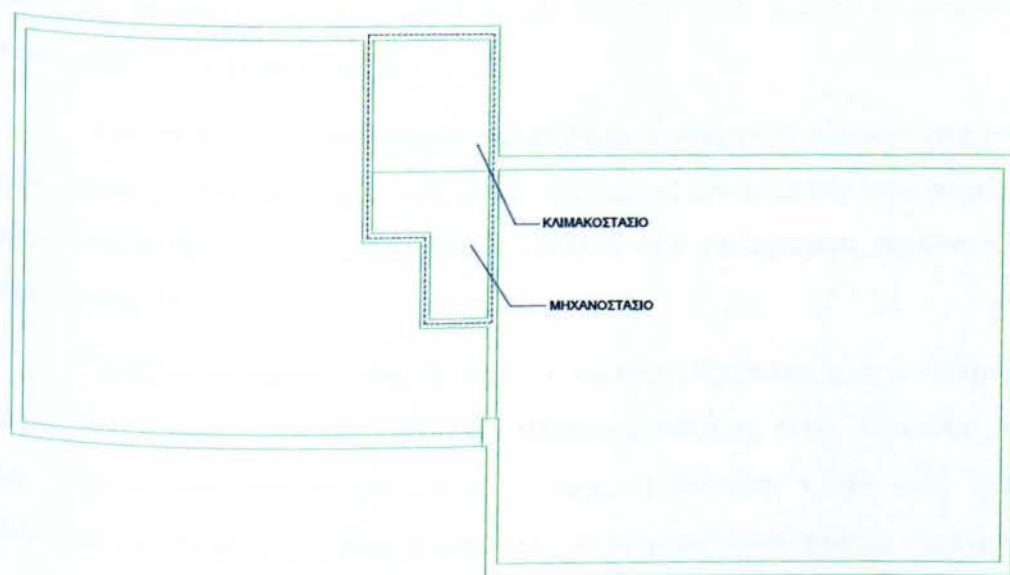


### 5.3 Παρέμβαση 2<sup>η</sup> : Εγκατάσταση Ηλιακών Συλλεκτών

Η τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών αποτελεί την δεύτερη παρέμβαση η οποία γίνεται επί της αρχικής κατάστασης. Η μεγάλη επιβάρυνση των ηλεκτρικών θερμαντήρων στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, την καθιστά απαραίτητη. Πρέπει να σημειωθεί ότι η μελέτη που γίνεται αφορά μόνο το σύστημα ZNX.

#### 5.3.1 Τεκμηρίωση Εγκατάστασης Ηλιακών Συλλεκτών

Στο σχέδιο 5.1, φαίνεται το τμήμα του δώματος (περικλείεται στη διακεκομμένη μαύρη γραμμή) που δεν ενδείκνυται για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Στην υπόλοιπη επιφάνεια υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών, με συνεχή ηλιασμό, εκτός από ορισμένες μικρές περιόδους που οι επιφάνειες των ηλιακών συλλεκτών θα έχουν μερική (ελάχιστη) σκίαση.



Σχέδιο 5.1 Κάτοψη Δώματος

Παρατήρηση: Σύμφωνα με την T.O.T.E.E. 20701-1/2010 (παράγραφος 5.3.1.) κατά τη διαστασιολόγηση του συστήματος ηλιακών συλλεκτών μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες μεθοδολογίες όπως, η ωριαία προσομοίωση λειτουργίας του συστήματος σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, η μέθοδος καμπυλών  $f$  των S.klein, W.A.Beckman και J.A Duffie που αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Winsconsin και οποιαδήποτε άλλη αναγνωρισμένη αναλυτική ή μη μέθοδος εφαρμόζεται μέχρι σήμερα. Στη μελέτη διαστασιολόγησης του συστήματος ηλιακών συλλεκτών πρέπει να αναφέρεται η μέθοδος και τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αναλυτικά, ενώ στην παρούσα μελέτη θα πρέπει να αναφέρονται τα αποτελέσματα και η τεκμηρίωση του ποσοστού κάλυψης του φορτίου Z.N.X.

Για τον υπολογισμό του φορτίου κάλυψης των ηλιακών συλλεκτών στην παρούσα μελέτη, εφαρμόστηκε η μέθοδος καμπυλών  $f$  (S. klein, W.A. Beckman και J.A Duffie). Η μέθοδος αυτή, δίνει περίπου τα ίδια αποτελέσματα για την κάλυψη του φορτίου ζεστού νερού χρήσης, με την αναλυτική μέθοδο υπολογισμού όπως δίνεται από το ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO 12976.2:2006, και για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης είναι επαρκής.

Για το συγκεκριμένο κτήριο, μελετήθηκε η εφαρμογή ηλιακών συλλεκτών, προκειμένου για την κάλυψη τουλάχιστον ενός μέρους του απαιτούμενου φορτίου για ζεστό νερό χρήσης. Τα στοιχεία των συλλεκτών που επιλέχθηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4.

Η βέλτιστη γωνία κλίσης ηλιακών συλλεκτών, εξαρτάται από το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής και τον προσανατολισμό τοποθέτησης τους. Σύμφωνα με τον εμπειρικό κανόνα, για τις ελληνικές περιοχές, η βέλτιστη κλίση ενός ηλιακού συλλέκτη για ετήσια χρήση είναι περίπου ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, όπου για την Αθήνα είναι  $38.03^\circ$ . Στο υπό μελέτη κτήριο ο προσανατολισμός των ηλιακών συλλεκτών καθώς και η γωνία κλίσης της εγκατάστασης τους φαίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

Σύστημα	Προσανατολισμός	Γωνία κλίσης [°]
1	180	45

Πίνακας 5:10 Στοιχεία Τοποθέτησης Η.Σ.

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Έγιναν αναλυτικοί υπολογισμοί για επιμέρους γωνίες κλίσεως των ηλιακών συλλεκτών, όπου παρουσιάστηκαν μικρές διαφορές στο φορτίο κάλυψης του υπό μελέτη κτηρίου.

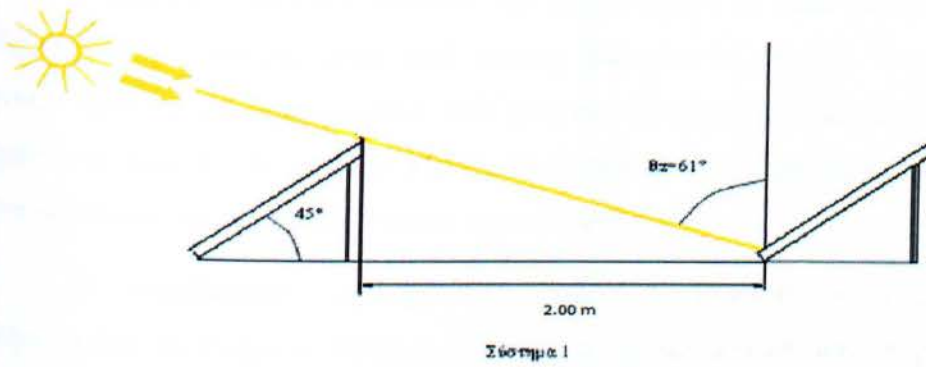
Στον πίνακα 5.11 δίνονται οι τιμές της μέσης μηνιαίας ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας ( $kWh/m^2$ ), για την περιοχή της της Αθήνας, για οριζόντια επιφάνεια και για επιφάνεια με κλίση  $45^\circ$ .

	Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε οριζ. επίπεδο ( $kWh/m^2$ )	Μέση ημερήσια ηλιακή ακτινοβ. σε επίπεδο $45.0^\circ$
Ι	63.3	105.0
Φ	77.7	106.0
Μ	118.9	136.0
Α	152.7	149.0
Μ	190.4	167.0
Ι	207.4	173.0
Ι	214.5	183.0
Α	198.6	186.0
Σ	156.0	171.0
Ο	111.1	147.0
Ν	68.1	109.0
Α	54.4	96.0

Πίνακας 5:11 Μέση μηνιαία ημερήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία ( $kWh/m^2$ ) για οριζόντια και κεκλιμένη επιφάνεια.

Προκειμένου για τη σωστή τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών και για την αποφυγή αλληλοσκίασης, υπολογίσθηκε η κατάλληλη μεταξύ τους απόσταση τοποθέτησης ως προς τον άξονα βορρά-νότου. Η απόσταση αυτή υπολογίστηκε για την ημέρα του χρόνου με το χαμηλότερο ηλιακό ύψος που είναι η 21η Δεκεμβρίου (χειμερινό ηλιοστάσιο). Για την περιοχή της Αθήνας (γεωγραφικό πλάτος  $\varphi = 38.03^\circ$ ), η ηλιακή απόκλιση στις 21 Δεκεμβρίου είναι  $\delta = -23.45^\circ$ .

Για την ηλιακή απόκλιση αυτή η ζενιθιακή γωνία ( $\theta_z$ ) κατά το ηλιακό μεσημέρι, είναι περίπου  $61^\circ$ . Με βάση αυτή τη γωνία και τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συλλέκτη, υπολογίζεται η ελάχιστη απόσταση που πρέπει να απέχουν οι ηλιακοί συλλέκτες μεταξύ τους, όταν τοποθετηθούν υπό γωνία, για να μην αλληλοσκιάζονται.



Εικόνα 5:1 Απόσταση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών στο δώμα, ως προς το νότο.

Με βάση την ελάχιστη απόσταση τοποθέτησης των ηλιακών συλλεκτών, τις διαστάσεις τους και τη διαθέσιμη επιφάνεια, η οποία δεν παρουσιάζει προβλήματα σκιασμού, εκτιμήθηκε ο αριθμός ηλιακών συλλεκτών που μπορούν να εγκατασταθούν στο υπό μελέτη κτήριο. Στη συνέχεια υπολογίστηκε το φορτίο κάλυψης για τους συγκεκριμένους ηλιακούς συλλέκτες όπως περιγράφονται στη μελέτη διαστασιολόγησης και τη συγκεκριμένη κλίση και προσανατολισμό τοποθέτησης. Στους πίνακες 5.19 δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα υπολογισμών για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

	Μέσο μηνιαίο φορτίο (kWh/mo)	Μέσο μηνιαίο φορτίο κάλυψης από Η.Σ. (kWh/mo)	Ποσοστό κάλυψης φορτίου από Η.Σ. - fi (%)	Ποσοστό ηλιακής αξιοποίησης από Η.Σ. (%)
I	1562.81	722.40	46.2	34.4
Φ	1411.57	729.28	51.7	34.4
M	1562.81	935.68	59.9	34.4
A	1512.39	1025.12	67.8	34.4
M	1562.81	1148.96	73.5	34.4
I	1512.39	1190.24	78.7	34.4
I	1562.81	1259.04	80.6	34.4
A	1562.81	1279.68	81.9	34.4
Σ	1512.39	1176.48	77.8	34.4
O	1562.81	1011.36	64.7	34.4
N	1512.39	749.92	49.6	34.4
Δ	1562.81	660.48	42.3	34.4
Σύνολο	18400.77	11888.64		
M.O. ετησίως			64.6	34.4

Πίνακας 5:12 Αποτελέσματα υπολογισμών για κάλυψη φορτίου ZNX από ηλιακούς συλλέκτες

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των υπολογισμών, το μέσο ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου για ζεστό νερό χρήσης ανέρχεται σε 64.61%. Τα επιμέρους μηνιαία ποσοστά κάλυψης φορτίου από τους προτεινόμενους ηλιακούς συλλέκτες κυμαίνονται από 42.3% έως και 81.9%. Η μεγαλύτερη κάλυψη παρουσιάζεται το μήνα Αύγουστο για τη δεδομένη κλίση εγκατάστασης.

Η εγκατάσταση μεγαλύτερης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών, θα δημιουργούσε προβλήματα αλληλοσκίασης μεταξύ των επιφανειών, κυρίως τους χειμερινούς μήνες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να μεταβάλλεται η κλίση των ηλιακών συλλεκτών ιδιαίτερα τους εαρινούς και φθινοπωρινούς μήνες, ώστε να υπάρχει ακόμα μεγαλύτερη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας και κατά συνέπεια κάλυψη των θερμικών φορτίων για ZNX από τους ηλιακούς συλλέκτες. Σε περίπτωση μεταβολής της κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών, αυτή δεν μπορεί να υπερβεί την επιλεγείσα κλίση.

### 5.3.2 Δεδομένα για Σύστημα Ηλιακών Συλλεκτών

Οι ηλιακοί συλλέκτες που θα εγκατασταθούν στο δώμα, έχουν τη δυνατότητα κάλυψης μέρος του ZNX του κτηρίου. Το είδος, η επιφάνεια, ο βαθμός αξιοποίησης, αλλά και τα υπόλοιπα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

<b>Ηλιακοί συλλέκτες θερμικής ζώνης 1 (Πολυκατοικία)</b>	
Είδος ηλιακού συλλέκτη	Απλός
Χρήση ηλιακού συλλέκτη	<input checked="" type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/> Θέρμανση χώρων
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για ζεστό νερό χρήσης (%):	34
Βαθμός ηλιακής αξιοποίησης για θέρμανση χώρων (%):	-
Εμβαδόν επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών (m <sup>2</sup> ):	20.0
Κλίση τοποθέτησης ηλιακών συλλεκτών (°):	45
Προσανατολισμός ηλιακών συλλεκτών (°):	180
Συντελεστής σκίασης F-s:	1.00

Πίνακας 5:13 Δεδομένα συστήματος ηλιακών συλλεκτών

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	10.79	8.74	6.04	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.24	7.93	36.25
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98	11.62	17.69	17.09	3.89	0.00	0.00	0.00	52.28
ZNX	1.57	1.27	1.17	0.91	0.77	0.60	0.57	0.53	0.63	1.03	1.42	1.69	12.17

Πίνακας 5:14 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου (kWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	15.8	12.4	8.1	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	11.1	51.0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	4.8	7.3	7.0	1.6	0.0	0.0	0.0	21.5
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	1.6	1.3	1.2	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	1.0	1.4	1.7	12.2
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.3	1.4	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.4	2.2	1.9	1.4	1.2	22.2
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	17.4	13.8	9.3	1.6	1.6	5.4	7.8	7.5	2.2	1.0	4.5	12.9	85.2

Πίνακας 5:15 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Ηλεκτρισμός	23.5
Πετρέλαιο Θέρμανσης	51.0
Σύνολο	74.5

Πίνακας 5:16 Κατανάλωση ανά καύσιμο (kWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	31.4	57.7
Ψύξη	30.5	31.1
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	34.4	35.3
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	96.3	124.2

Πίνακας 5:17 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	68.0	23.2
Πετρέλαιο Θέρμανσης	56.1	13.5
Σύνολο	124.2	36.7

Πίνακας 5:18 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Συνολική Ζήτηση	35.0	100.0%	26.8	100.0%	8.2	30.5%	
Ζήτηση	29.9	85.4%	24.3	90.7%	5.6	22.9%	
Σύστημα εκπομπής	1.2	3.6%	1.0	3.8%	0.2	22.9%	
Σύστημα διανομής	3.9	11.0%	1.5	5.5%	2.4	161.1%	
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	35.0	60.6%	26.8	85.4%	8.2	30.5%	
Σύστ. παραγωγής	21.1	36.6%	3.0	9.4%	18.2	614.0%	
Βοηθητικά συστ.	1.6	2.8%	1.6	5.2%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	57.7	100.0%	31.4	100.0%	26.4	84.0%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	28.4	91.3%	63.8	209.2%	-35.3	-55.4%	
Σύστημα εκπομπής	5.5	17.8%	4.8	15.8%	0.7	15.3%	
Σύστημα διανομής	1.1	3.4%	0.0	0.0%	1.1		
Σύστ. παραγωγής	-3.9	-12.5%	-38.1	-125.0%	34.2	-89.8%	
Βοηθητ. συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	31.1	100.0%	30.5	100.0%	0.6	2.1%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	74.8	100.0%	28.4	100.0%	46.4	163.5%	
Ζήτηση	73.3	98.0%	27.8	98.0%	45.5	163.5%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	2.0%	0.6	2.0%	0.9	163.5%	
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κέρδος ηλ. ενέργ.	-48.3	-64.6%	-4.3	-15.0%	-44.1	1035.1%	
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	26.5	75.0%	24.1	70.1%	2.3	9.7%	
Σύστ. παραγωγής	8.8	25.0%	10.3	29.9%	-1.5	-14.1%	
Σύστημα BMS	-0.0	-0.0%	-0.0	-0.0%	-0.0		
Κατανάλωση	35.3	100.0%	34.4	100.0%	0.9	2.6%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστ. παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολ. κατανάλωση κτιρίου	124.2	0.0%	96.3	0.0%	27.9	29.0%	

Πίνακας 5:19 Αναλυτικός πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίου

**ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ**

**ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ**

**ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m<sup>2</sup>×έτος)]**

ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

**A<sup>+</sup> EP ≤ 0.33**

**A 0.33 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R<sub>R</sub>**

**B<sup>+</sup> 0.50 R<sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R<sub>R</sub>**

**B 0.75 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R<sub>R</sub>**

**Γ 1.00 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R<sub>R</sub>**

**Δ 1.41 R<sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R<sub>R</sub>**

**Ε 1.82 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R<sub>R</sub>**

**Ζ 2.27 R<sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R<sub>R</sub>**

**Η 2.73 R<sub>R</sub> < EP**

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: 96.26

Γ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: 124.16

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]: 36.69

Θερμική άνεση

Οπτική άνεση

Ακουστική άνεση

Ποιότητα αέρα

**ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ**

Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/>	Λερισμός <input type="checkbox"/>	24.26
		Φωτισμός <input type="checkbox"/>	Συσκευές <input type="checkbox"/>	ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	
Ορυκτά Καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	52.77
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	0.00
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμος <input type="checkbox"/>	22.97
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	Φωτισμος <input type="checkbox"/>	

**ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ [kWh/m<sup>2</sup>]**

Θέρμανση..... 57.75.....Φωτισμός.....0.00.....  
 Ψύξη..... 31.12.....Συσκευές.....  
 Λερισμός .....0.00.....Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...35.29.....



#### 5.4 Παρέμβαση 3<sup>η</sup> : Αντικατάσταση Κουφωμάτων – Μόνωση Οροφής

Ένα επίσης πολύ βασικό σημείο στο οποίο μπορούμε να παρέμβουμε είναι το κέλυφος του κτιρίου. Είτε στα διαφανή είτε στα αδιαφανή στοιχεία. Στην μελέτη που ακολουθεί, αντικαθιστάμε τα παλιά κουφώματα με νέα ενεργειακά, τους μονούς υαλοπίνακες με αντίστοιχους διπλούς και τέλος προσθέτουμε στην οροφή επιπλέον μόνωση. Η εξωτερική τοιχοποιία δεν επιδέχεται κάποια βελτίωση καθώς υπάρχει η απαιτούμενη μόνωση. Σε αντίθεση με τις προηγούμενες περιπτώσεις, δεν πρόκειται να μειωθούν οι ενεργειακές καταναλώσεις, αλλά τα απαιτούμενα φορτία για θέρμανση και ψύξη των χώρων.

##### 5.4.1 Μόνωση Οροφής

Στους παρακάτω πίνακες φαίνονται όλα τα στοιχεία της νέας οροφής, η οποία έχει προκύψει από την επιπλέον μόνωση, όπως τα υλικά του νέου δομικού στοιχείου και ο υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας.

Οροφή – στέγη / δώμα						
α/α	Προσανατολισμός	Κλίση	Εμβαδόν (m <sup>2</sup> )	Τύπος κατασκευής	U [W/(m <sup>2</sup> K)]	Χρώμα / υλικό επιφάνειας
1			181.16	Ο1	0.213	0.65
Υλικά οροφής-στέγης / δώματος						
Τύπος κατασκευής	Δομικά υλικά			Πάχος (m)	λ [W/(mK)]	U [W/(m <sup>2</sup> K)]
Ο1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα			0.020	0.870	0.213
	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2% χάλυ			0.200	2.500	
	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα			0.050	0.200	
	Διογκωμένη πολυστερίνη σε πλάκ			0.070	0.035	
	Τσιμεντοκονίαμα			0.020	1.400	
	Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψέλες			0.05	0.023	
	Τσιμεντοκονίαμα			0.02	1.400	

Πίνακας 5:20 Υλικά δομικού στοιχείου

5.4.1.1 Υπολογισμός Συντελεστή Θερμοπερατότητας Δομικού Στοιχείου

ΔΟΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ: Δώμα βατό					
Διατομή					
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ ΘΕΡΜΟΔΙΑΦΥΓΗΣ ( $R_A$ )					
a/a	Στρώσεις δομικού στοιχείου	Πυκνότητα $\rho$	Πάχος στρ. d	Συντ. θερμ. αγωγιμ. λ	Θερμ. αντίστ. d/λ
		$\text{kg/m}^3$	m	$\text{W}/(\text{mK})$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$
1	Ασβεστοτσιμεντοκονίαμα	1800	0.020	0.870	0.023
2	Σκυρόδεμα οπλισμένο με 2%	2400	0.200	2.500	0.080
3	Κισηρόδεμα, ελαφροσκυρόδεμα	500	0.050	0.200	0.250
4	Διογκ. πολυστερίνη σε πλάκ	12-30	0.070	0.035	2.000
5	Τσιμεντοκονίαμα	2000	0.020	1.400	0.014
6	Πολυουρεθάνη με κλειστές κυψ.	30-80	0.050	0.023	2.174
7	Τσιμεντοκονίαμα	2000	0.020	1.400	0.014
			$\Sigma d=0.430$		$R_A=4.556$
ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ (U)					
ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΘΕΡΜΙΚΗΣ ΜΕΤΑΒΑΣΗΣ				$R_i$ (εσωτ.)	$R_a$ (εξωτ.)
Εξωτερικοί τοίχοι και παράθυρα (προς εξωτ. αέρα)				0.130	0.040
Τοίχος που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.130	0.130
Τοίχος σε επαφή με το έδαφος				0.130	0.000
Στέγες, δώματα (ανερχόμενη ροή θερμότητας)				0.100	0.040
Οροφή που συνορεύει με μη θερμαινόμενο χώρο				0.100	0.100
Δάπεδο επάνω από ανοικτή διάβαση (pilotis)				0.170	0.040
Δάπεδο επάνω από ΜΘΧ (κατερχόμενη ροή)				0.170	0.170
Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος				0.170	0.000
1	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εσωτ.)		$R_i$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.100
2	Αντίσταση θερμοδιαφυγής		$R$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	4.556
3	Αντίσταση θερμικής μετάβασης (εξωτ.)		$R_a$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	0.040
4	Αντίσταση θερμοπερατότητας		$R_{0λ}$	$(\text{m}^2\text{K})/\text{W}$	4.696
Συντελεστής θερμοπερατότητας				$U$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$
Μέγιστος επιτρ. συντελεστής				$U_{\max}$	$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$

Πίνακας 5:21 Υπολογισμός συντελεστή U δομικών στοιχείων, δώμα βατό

Πρέπει  $U \leq U_{\max}$   
**ΙΣΧΥΕΙ**

Όροφος	Δομικό Στοιχείο	ΣΑ [m <sup>2</sup> ]	U' [W/(m <sup>2</sup> K)]	ΣΑxU' [W/K]	b	b x ΣΑxU' [W/K]
1	Δάπεδο	71.01	0.575	40.83	1.000	40.83
	Δάπεδο	101.80	0.538	54.77	1.000	54.77
3	Οροφή	181.16	0.213	38.59	1.000	38.59
		353.97				134.19

Πίνακας 5:22 Οριζόντια αδιαφανή δομικά στοιχεία

#### 5.4.2 Αντικατάσταση Κουφωμάτων

Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. όλα τα δομικά στοιχεία ενός νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτιρίου οφείλουν να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης του πίνακα 4.22.

Το κτίριο θα λειτουργήσει ως Πολυκατοικία. Σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ., για τη Β κλιματική ζώνη τα κουφώματα που θα τοποθετηθούν οφείλουν να έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U \leq 3.0 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

Τα κουφώματα όλου του κτιρίου αποτελούνται από πλαίσια συνθετικά, με συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_f = 1.9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ , όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό και μέσου πλάτους πλαισίου 10cm. Φέρουν διπλό υαλοπίνακα διακένου 12mm. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υαλοπίνακα που χρησιμοποιείται είναι  $U_g = 1.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  όπως προκύπτει από σχετικό πιστοποιητικό.

Στον πίνακα 4.23 δίνονται συνοπτικά οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων του κτιρίου. Όπως φαίνεται στους πίνακες οι τιμές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων καλύπτουν τις ελάχιστες απαιτήσεις.

**Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση**

Τύπος πλαισίου		Συνθετικό			
Τύπος υαλοπίνακα		Διπλό Διακένου 12mm (συνθ. ισ.πλ. 10cm+μεμβράνη)			
Σχηματική Παράσταση		Γεωμετρικά Στοιχεία		Συντελεστής Θερμοπ/τας & Ηλιακού Κέρδους	
<p>A5</p>	$A_w$	2.99	$g_w$	0.46	
	$A_g$	2.31			
	$A_f$	0.68			
	$F_f$	0.17	$U_w$	1.72	
	$L_g$	6.60			
	$L_g/A_w$	2.20			
<p>A6</p>	$A_w$	0.60	$g_w$	0.32	
	$A_g$	0.32			
	$A_f$	0.28			
	$F_f$	0.36	$U_w$	1.93	
	$L_g$	2.60			
	$L_g/A_w$	4.33			
<p>A7</p>	$A_w$	1.84	$g_w$	0.41	
	$A_g$	1.26			
	$A_f$	0.58			
	$F_f$	0.24	$U_w$	1.80	
	$L_g$	5.60			
	$L_g/A_w$	3.04			
Κοινά Στοιχεία Κουφωμάτων					
$U_f$	$U_g$	$g_{gv}$	$g_g$	$\Psi_g$	$F_{wi}$
1.9	1.5	0.67	0.60	0.06	0.1
Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων					
Όροφος	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	$\Sigma(UxA)$ [W/K]	n	$\Sigma A$ [m <sup>2</sup> ]	$n \times \Sigma(UxA)$ [W/K]
Ισόγειο	30.00	52.37	1	30.00	52.37
A' όροφος	32.99	57.51	1	32.99	57.51
B' όροφος	32.99	57.51	1	32.99	57.51
Συνολικά				95.98	167.39

Πίνακας 5:23 Διαφανή δομικά στοιχεία 3<sup>ης</sup> παρέμβασης

<b>Κατάσταση ανοιγμάτων</b>	
Παλαιά ανοίγματα χαμηλής αεροστεγανότητας (δεν σφραγίζουν καλά)	<input type="checkbox"/>
Ανοίγματα μέτριας αεροστεγανότητας	<input type="checkbox"/>
Ανοίγματα υψηλής αεροστεγανότητας	<input checked="" type="checkbox"/>
Αριθμός καμινάδων	
Αριθμός θυρίδων εξαερισμού	

Πίνακας 5:24 Κατάσταση ανοιγμάτων

### 5.4.2.1 Υπολογισμός Αθέλητου Αερισμού

Όροφος	Τύπος	Κούφωμα (Αρ. Κουφ.)	Πλάτος [m]	Ύψος [m]	Εμβαδό [m <sup>2</sup> ]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)]	Διείσδυση αέρα [m <sup>3</sup> /h]
Ισόγειο	Παράθ.	A5 (×8)	1.30	2.30	2.99	5.3	16
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	5.3	3
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	5.3	10
Α' όροφος	Παράθ.	A5 (×9)	1.30	2.30	2.99	5.3	16
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	5.3	3
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	5.3	10
Β' όροφος	Παράθ.	A5 (×9)	1.30	2.30	2.99	5.3	16
	Παράθ.	A6 (×4)	0.60	1.00	0.60	5.3	3
	Παράθ.	A7 (×2)	0.80	2.30	1.84	5.3	10
Συνολικά							509

Πίνακας 5:25 Συγκεντρωτικά στοιχεία κουφωμάτων - Υπολογισμός αθέλητου αερισμού

Η διείσδυση του αέρα ανά τύπο κουφώματος λαμβάνεται από τον πίνακα 3.26 της Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701 - 1/2010.

### 5.4.3 Έλεγχος Θερμομονωτικής Επάρκειας Κτιρίου

Όπως προέκυψε  $\Sigma A/V = 0.647 \text{ m}^{-1}$  το οποίο από τον πίνακα 4.25 αντιστοιχεί σε μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m, \max} = 0.906 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Στον πίνακα 4.24 δίνονται συγκεντρωτικά τα εμβαδά των δομικών στοιχείων, τα αθροίσματα των  $U \times A$ , καθώς και τα αθροίσματα των  $\Psi \times I$ .

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

$$\Sigma A/V = 1039.03(\text{m}^2) / 1605.61 (\text{m}^3) = 0.647 \text{ m}^{-1}$$

Συνεπώς μέγιστο επιτρεπτό  $U_{m,max} = 0.906 [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Πραγματοποιούμενο  $U_m = 656.8(\text{W/K})/1039.03(\text{m}^2) = 0.632 < 0.906 [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$

Συνεπώς, σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις του Κ.Εν.Α.Κ. για το μέσο συντελεστή θερμοπερατότητας  $U_m$ , το κτίριο είναι επαρκώς θερμομονωμένο.

Δομικά Στοιχεία	$\Sigma A [\text{m}^2]$	$\Sigma [b \times U \times A]$ ή $\Sigma [b \times \Psi \times I] [\text{W/K}]$
κατακόρυφα αδιαφανή	589.1	337.1
οριζόντια αδιαφανή	354.0	152.3
διαφανή	96.0	167.4
θερμογέφυρες	-	0.0
<b>Συνολικά</b>	<b>1039.0</b>	<b>656.8</b>
$[\Sigma (b \times U \times A) + \Sigma (b \times \Psi \times I)] / \Sigma A$		<b>0.632</b>

Πίνακας 5:26 Συγκεντρωτικά στοιχεία κτιρίου

$A/V [\text{m}^{-1}]$	$U_{m,max} [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$			
	Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
$\leq 0,2$	1,26	1,14	1,05	0,96
0,3	1,20	1,09	1,00	0,92
0,4	1,15	1,03	0,95	0,87
0,5	1,09	0,98	0,90	0,83
0,6	1,03	0,93	0,86	0,78
0,7	0,98	0,88	0,81	0,73
0,8	0,92	0,83	0,76	0,69
0,9	0,86	0,78	0,71	0,64
$\geq 1,0$	0,81	0,73	0,66	0,60

Πίνακας 5:27: Αντιστοιχία  $A/V$  και  $U_{m,max}$

Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης/ψύξης ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	4.21	3.22	1.74	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38	2.72	12.34
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	2.09	9.94	13.84	13.44	3.66	0.00	0.00	0.00	42.97
ZNX	2.92	2.64	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	2.92	2.83	2.92	2.83	2.92	34.38

Πίνακας 5:28 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m <sup>2</sup> )													
Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	6.3	4.7	2.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.9	17.8
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	4.1	5.7	5.5	1.5	0.0	0.0	0.0	17.6
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	2.9	2.6	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	2.9	2.8	2.9	2.8	2.9	34.4
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	9.3	7.4	5.4	3.0	3.8	6.9	8.6	8.4	4.3	2.9	3.4	6.9	70.4

Πίνακας 5:29 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση

Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	
Ηλεκτρισμός	43.8
Πετρέλαιο θέρμανσης	17.8
Σύνολο	61.6

Πίνακας 5:30 Κατανάλωση ανά καύσιμο

Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )		
Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	31.4	21.3
Ψύξη	30.5	25.6
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	34.4	99.7
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	96.3	146.5

Πίνακας 5:31 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	126.9	43.3
Πετρέλαιο θέρμανσης	19.6	4.7
Σύνολο	146.5	48.0

Πίνακας 5:32 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

## Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Συνολική Ζήτηση	11.9	100.0%	26.8	100.0%	-14.9	-55.6%	
Ζήτηση	10.2	85.4%	24.3	90.7%	-14.1	-58.2%	5
Σύστημα εκπομπής	0.4	3.6%	1.0	3.8%	-0.6	-58.2%	11
Σύστημα διανομής	1.3	11.0%	1.5	5.5%	-0.2	-11.1%	7
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	11.9	56.1%	26.8	85.4%	-14.9	-55.6%	
Σύστ. παραγωγής	7.7	36.3%	3.0	9.4%	4.8	160.9%	3
Βοηθητικά συστ.	1.6	7.6%	1.6	5.2%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	-0.0	-0.0%	0.0	0.0%	-0.0		
Κατανάλωση	21.3	100.0%	31.4	100.0%	-10.1	-32.3%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	23.4	91.3%	63.8	209.2%	-40.4	-63.4%	5
Σύστημα εκπομπής	4.5	17.8%	4.8	15.8%	-0.2	-5.2%	10
Σύστημα διανομής	0.9	3.4%	0.0	0.0%	0.9		8
Σύστ. παραγωγής	-3.2	-12.5%	-38.1	-125.0%	34.9	-91.6%	2
Βοηθητ. συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	25.6	100.0%	30.5	100.0%	-4.9	-16.1%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	74.8	100.0%	28.4	100.0%	46.4	163.5%	
Ζήτηση	73.3	98.0%	27.8	98.0%	45.5	163.5%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	2.0%	0.6	2.0%	0.9	163.5%	9
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	-4.3	-15.0%	4.3	-100.0%	6
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	74.8	75.0%	24.1	70.1%	50.7	210.0%	1
Σύστ. παραγωγής	24.9	25.0%	10.3	29.9%	14.7	142.6%	4
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κατανάλωση	99.7	100.0%	34.4	100.0%	65.3	189.9%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστ. παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολ. κατανάλωση κτιρίου	146.5	0.0%	96.3	0.0%	50.3	52.2%	

Πίνακας 5:33 Αναλυτικός πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίου



## ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ

ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ  
[kWh/(m<sup>2</sup>×έτος)]

ΜΗΑΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

**A'**  $EP \leq 0.33$

**A**  $0.33 R_R < EP \leq 0.50 R_R$

**B'**  $0.50 R_R < EP \leq 0.75 R_R$

**B**  $0.75 R_R < EP \leq 1.00 R_R$

**Γ**  $1.00 R_R < EP \leq 1.41 R_R$

**Δ**  $1.41 R_R < EP \leq 1.82 R_R$

**E**  $1.82 R_R < EP \leq 2.27 R_R$

**Z**  $2.27 R_R < EP \leq 2.73 R_R$

**Η**  $2.73 R_R < EP$

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΛΟΤΙΚΟ

Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς  
ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m<sup>2</sup>]: 96.26



Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m<sup>2</sup>]: 146.54

Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO<sub>2</sub> [KgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>]: 48.03

Θερμική άνεση

Οπτική άνεση

Ακουστική άνεση

Ποιότητα αέρα

### ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ

Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/> Αερισμός <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input checked="" type="checkbox"/>	71.03
Ορυκτά Καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
	Φυσικό αέριο	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
ΑΠΕ	Ηλιακή	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμος <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>
	Άλλο:.....	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμος <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ZNX <input type="checkbox"/>

ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ [kWh/m<sup>2</sup>]

Θέρμανση..... 21.25.....Φωτισμός.....0.00.....

Ψύξη..... 25.58.....Συσκευές.....

Αερισμός .....0.00.....Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...99.70.....

## 5.5 Τελική Κατάσταση

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	4.79	3.71	2.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.16	14.36
Ψύξη	0.00	0.00	0.00	0.00	1.99	9.87	13.95	13.53	3.60	0.00	0.00	0.00	42.94
ZNX	1.57	1.27	1.17	0.91	0.77	0.60	0.57	0.53	0.63	1.03	1.42	1.69	12.17

Πίνακας 5:34 Απαιτούμενα φορτία θέρμανσης ψύξης τμήματος κτηρίου (kWh/m<sup>2</sup>)

Μήνες	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ	ΣΥΝ
Θέρμανση	5.2	3.9	2.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	3.3	15.1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	2.0	2.9	2.8	0.7	0.0	0.0	0.0	8.8
Υγρανση	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZNX	1.6	1.3	1.2	0.9	0.8	0.6	0.6	0.5	0.6	1.0	1.4	1.7	12.2
Ηλιακή ενέργεια για ZNX	1.3	1.4	1.7	1.9	2.1	2.2	2.4	2.4	2.2	1.9	1.4	1.2	22.2
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Βοηθητικά συστήματα	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6
Φωτοβολταϊκά	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Σύνολο	6.9	5.3	3.3	1.0	1.2	2.6	3.4	3.3	1.4	1.0	2.0	5.1	36.6

Πίνακας 5:35 Τελική κατανάλωση ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

Ηλεκτρισμός	17.1
Φυσικό Αέριο	15.1
Σύνολο	32.2

Πίνακας 5:36 Κατανάλωση ανά καύσιμο (kWh/m<sup>2</sup>)

Τελική χρήση	Κτήριο αναφοράς	Εξεταζόμενο κτήριο
Θέρμανση	32.1	17.4
Ψύξη	30.2	12.8
Φωτισμός	0.0	0.0
ZNX	34.4	35.3
Συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ-ΣΗΘ	0.0	0.0
Σύνολο	96.8	65.5

Πίνακας 5:37 Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>)

# Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση

Τελική χρήση	Κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Έκλυση αερίων ρύπων (kg/έτος/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	49.7	17.0
Φυσικό Αέριο	15.8	2.9
Σύνολο	65.5	19.9

Πίνακας 5:38 Κατανάλωση ενέργειας και έκλυση αερίων ρύπων ανά καύσιμο

	Κτίριο υπό μελέτη		Κτίριο Αναφοράς		Διαφορά		Αξιολόγηση
	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Απαιτούμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό απαιτούμενης ενέργειας (%)	Διαφορά απαιτούμενης πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )	Ποσοστό διαφοράς (%)	
<b>Θέρμανση</b>							
Συνολική Ζήτηση	12.5	100.0%	27.3	100.0%	-14.8	-54.4%	
Ζήτηση	11.3	90.7%	24.8	90.7%	-13.5	-54.4%	5
Σύστημα εκπομπής	0.5	3.8%	1.0	3.8%	-0.6	-54.4%	11
Σύστημα διανομής	0.7	5.5%	1.5	5.5%	-0.8	-54.4%	7
Κέρδος ηλ. ενέργ.	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	12.5	71.5%	27.3	85.0%	-14.8	-54.4%	
Σύστ. παραγωγής	3.3	19.2%	3.2	10.0%	0.1	3.9%	3
Βοηθητικά συστ.	1.6	9.3%	1.6	5.0%	0.0	0.0%	
Σύστημα BMS	-0.0	-0.0%	0.0	0.0%	-0.0		
Κατανάλωση	17.4	100.0%	32.1	100.0%	-14.7	-45.8%	
<b>Ψύξη</b>							
Ζήτηση	23.4	182.7%	63.3	209.2%	-39.9	-63.1%	5
Σύστημα εκπομπής	4.5	35.6%	4.8	15.8%	-0.2	-4.5%	10
Σύστημα διανομής	0.9	6.8%	0.0	0.0%	0.9		8
Σύστ. παραγωγής	-16.0	-125.0%	-37.8	-125.0%	21.8	-57.7%	2
Βοηθητ. συστήματα	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	12.8	100.0%	30.2	100.0%	-17.5	-57.7%	
<b>ZNX</b>							
Συνολική Ζήτηση	74.8	100.0%	28.4	100.0%	46.4	163.5%	
Ζήτηση	73.3	98.0%	27.8	98.0%	45.5	163.5%	
Σύστημα εκπομπής	1.5	2.0%	0.6	2.0%	0.9	163.5%	9
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	-0.0	-0.0%	0.0		
Κέρδος ηλ. ενέργ.	-48.3	-64.6%	-4.3	-15.0%	-44.1	1035.1%	6
Ζήτηση μετά από ηλιακά κέρδη	26.5	75.0%	24.1	70.1%	2.3	9.7%	1
Σύστ. παραγωγής	8.8	25.0%	10.3	29.9%	-1.5	-14.1%	4
Σύστημα BMS	-0.0	-0.0%	-0.0	-0.0%	-0.0		
Κατανάλωση	35.3	100.0%	34.4	100.0%	0.9	2.6%	
<b>Υγρανση</b>							
Ζήτηση	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα εκπομπής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα διανομής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστ. παραγωγής	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Σύστημα BMS	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση	0.0	100.0%	0.0	100.0%	0.0		
<b>Λοιπά συστήματα</b>							
Βοηθητικά συστήματα ΚΚΜ	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Κατανάλωση Φωτισμού	0.0	0.0%	0.0	0.0%	0.0		
Συνολ. κατανάλωση κτιρίου	65.5	0.0%	96.8	0.0%	-31.3	-32.3%	

Πίνακας 5:39 Αναλυτικός πίνακας ενεργειακών απαιτήσεων κτιρίου

ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ		ΥΠΟΛΟΓΙΖΟΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ [kWh/(m <sup>2</sup> ×έτος)]
ΜΗΑΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ		
A <sup>+</sup> EP ≤ 0.33		
A 0.33 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.50 R <sub>R</sub>		
B <sup>+</sup> 0.50 R <sub>R</sub> < EP ≤ 0.75 R <sub>R</sub>		←
B 0.75 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.00 R <sub>R</sub>		
Γ 1.00 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.41 R <sub>R</sub>		
Δ 1.41 R <sub>R</sub> < EP ≤ 1.82 R <sub>R</sub>		
E 1.82 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.27 R <sub>R</sub>		
Z 2.27 R <sub>R</sub> < EP ≤ 2.73 R <sub>R</sub>		
H 2.73 R <sub>R</sub> < EP		
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ]: 96.78		<b>B+</b>
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]: 65.49		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [KgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ]: 19.91		
Θερμική άνεση		<input checked="" type="checkbox"/>
Οπτική άνεση		<input checked="" type="checkbox"/>
Ακουστική άνεση		<input checked="" type="checkbox"/>
Ποιότητα αέρα		<input checked="" type="checkbox"/>
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ</b>		
Πηγή ενέργειας	Τελική χρήση	Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)
Ηλεκτρική	Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input checked="" type="checkbox"/> Αερισμός <input type="checkbox"/> Φωτισμός <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input checked="" type="checkbox"/>	31.50
Ορυκτά Καύσιμα	Πετρέλαιο: Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	0.00
	Φυσικό αέριο: Θέρμανση <input checked="" type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	27.67
	Άλλο:..... Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
ΑΠΕ	Ηλιακή: Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμος <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input checked="" type="checkbox"/>	40.83
	Βιομάζα: Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Γεωθερμία: Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
	Άλλο:..... Θέρμανση <input type="checkbox"/> Ψύξη <input type="checkbox"/> Φωτισμος <input type="checkbox"/> Συσκευές <input type="checkbox"/> ΖΝΧ <input type="checkbox"/>	
<b>ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΧΡΗΣΗ [kWh/m<sup>2</sup>]</b>		
Θέρμανση..... 17.42..... Φωτισμός.....0.00.....		
Ψύξη..... 12.78..... Συσκευές.....		
Αερισμός .....0.00..... Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX)...35.29.....		

## 5.6 Περιβαλλοντική και Ενεργειακή Αξιολόγηση των Προτάσεων

Η συνολική αξιολόγηση των προτάσεων θα γίνει στο επόμενο κεφάλαιο. Ωστόσο, κρίνεται σκόπιμο να παρουσιασθούν τα περιβαλλοντικά οφέλη των παρεμβάσεων για μια πιο σφαιρική εικόνα. Οι ενεργειακές

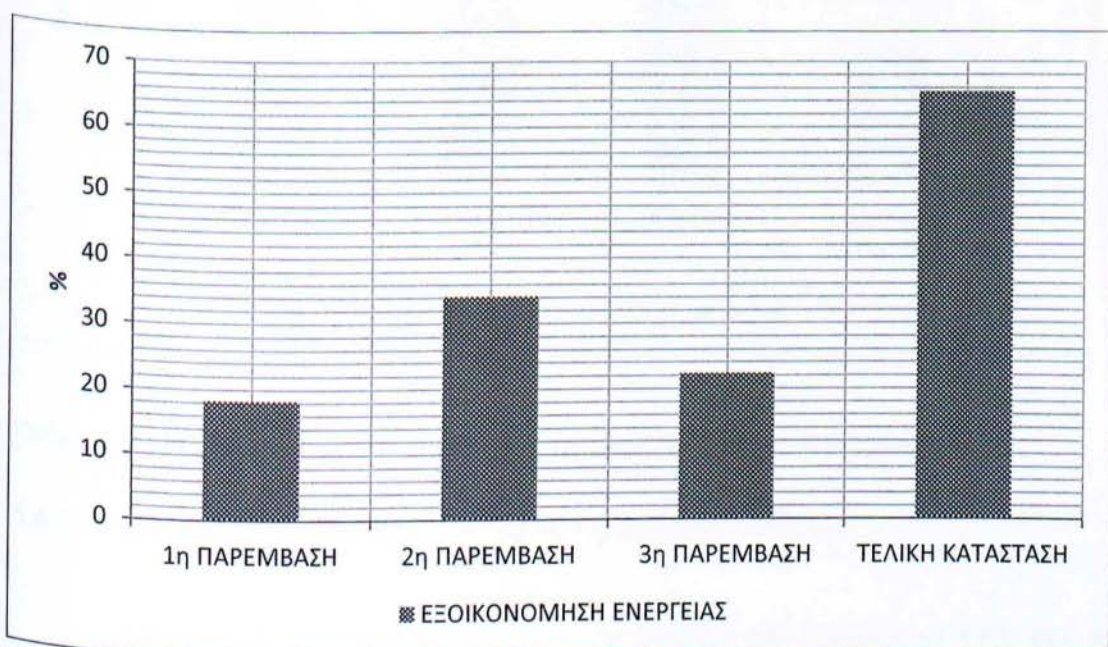
### 5.6.1 Εξοικονόμηση Πρωτογενούς Ενέργειας και Ρύπων

Με συγκριτική μελέτη μεταξύ ενεργειακής κατανάλωσης και έκλυσης ρύπων  $\text{CO}_2$ , γίνεται αντιληπτή η δραστικότητα του εκάστοτε σχεδιασμού.

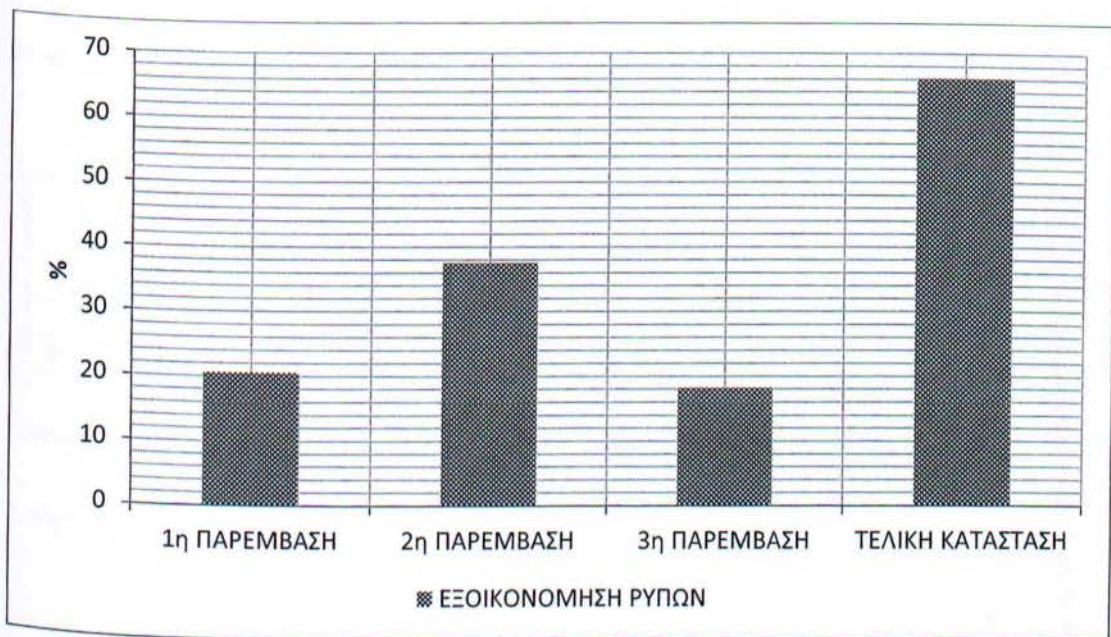
Παρατηρείται μία ανωμαλία στην τρίτη παρέμβαση, της οποίας τα αίτια θα προσδιοριστούν συμπερασματικά.

	$E_{\text{cons}}$	$E_{\text{econ}}$	$\text{CO}_2, \text{em}$	$\text{CO}_2, \text{em, econ}$
1 <sup>η</sup> παρέμβαση	154,170	18,247	46,620	20,552
2 <sup>η</sup> παρέμβαση	124,160	34,161	36,690	37,474
3 <sup>η</sup> παρέμβαση	146,540	22,293	48,030	18,149
Τελική κατάσταση	65,290	65,378	19,910	66,070

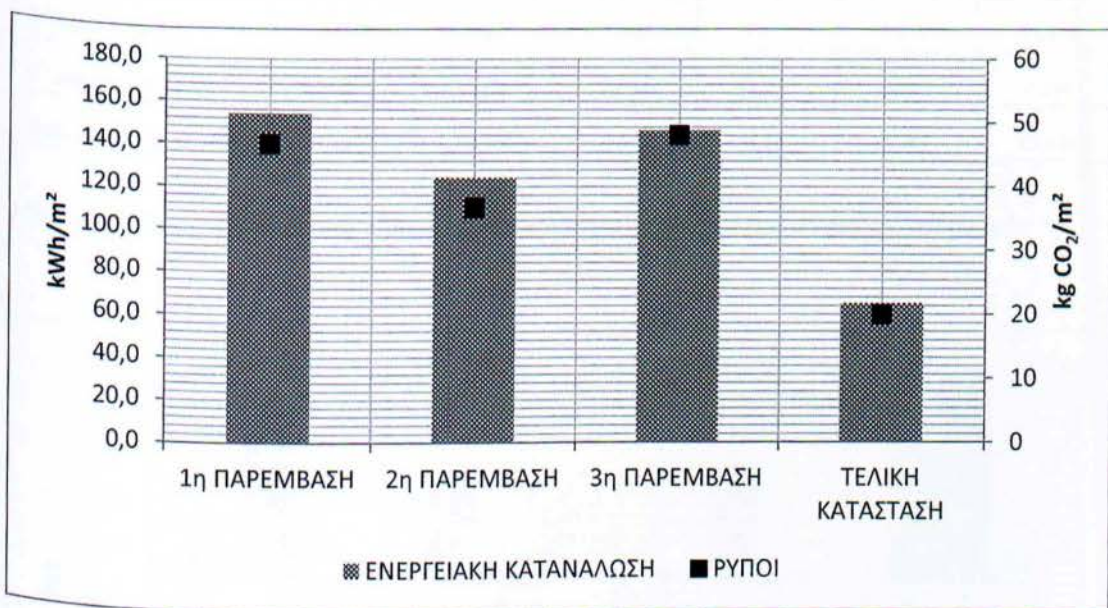
Πίνακας 5:40 Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας - ρύπων ( $\text{kWh/m}^2$  &  $\text{kgCO}_2/\text{m}^2$ )



Γράφημα 5.1 Εξοικονόμηση ενέργειας



Γράφημα 5.2 Εξοικονόμηση ρύπων



Γράφημα 5.3 Εκπομπή ρύπων ανά πρωτογενή ενεργειακή κατανάλωση παρέμβασης

### 5.6.2 Κατανάλωση και Εξοικονόμηση Ορυκτών Καυσίμων

Μαζί με την εξοικονόμηση των ενεργειακών καταναλώσεων έτσι και τα ορυκτά καύσιμα δίνουν μία τάξη μεγέθους για την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του κάθε πλάνου.

Ιδιαίτερα αξίζει να αναφερθεί η κατανομή εκάστοτε καυσίμου στην ενεργειακή παραγωγή του κτιρίου μας.

	Συμμετοχή στην παραγωγή ηλ. ρεύματος
Λιγνίτης	46
Πετρέλαιο	8,2
Φυσικό αέριο	26,6

	Θερμογόνος δύναμη καυσίμου
Λιγνίτης	1,658 kg/kWh
Πετρέλαιο	10,59 lt/kWh
Φυσικό αέριο	11 Nm <sup>3</sup> /kWh

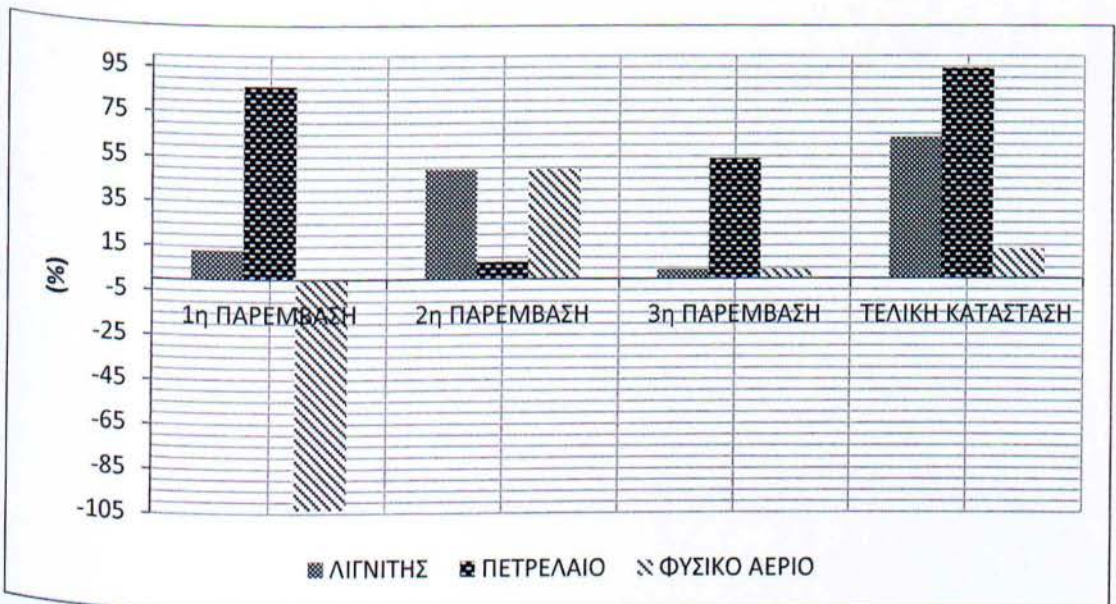
Πίνακας 5:41 Συμμετοχή καυσίμων (%)

Πίνακας 5:42 CV καυσίμου

Πηγή: ΔΕΗ

	$F_{cons, lig}$	$F_{econ, lig}$	$F_{cons, oil}$	$F_{econ, oil}$	$F_{cons, ng}$	$F_{econ, ng}$
Αρχική κατάσταση	35,440		6,466		3,163	
1 <sup>η</sup> παρέμβαση	30,805	13,078	0,88	86,390	6,428	-103,225
2 <sup>η</sup> παρέμβαση	17,991	49,235	5,967	7,717	1,606	49,225
3 <sup>η</sup> παρέμβαση	33,939	4,235	2,977	53,959	3,029	4,236
Τελική κατάσταση	13,022	63,256	0,372	94,247	2,746	13,184

Πίνακας 5:43 Κατανάλωση και εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων (ποσότητα καυσίμου/m<sup>2</sup>)



Γράφημα 5.4 Εξοικονόμηση ορυκτών καυσίμων

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>**

# **ΟΙΚΟΝΟΜΟΤΕΧΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ**



## 6.1 Εισαγωγικά

Στο παρόν κεφάλαιο θα δοθεί περιγραφή του κόστους που ενέχει η κάθε πρόταση παρέμβασης στο οίκημα. Έπειτα θα αναλυθεί τόσο το κόστος και ο τρόπος δανειοδότησης όσο και τα παρελκόμενα κέρδη. Τέλος θα γίνει προσέγγιση της βέλτιστης αριθμητικά επιλογής χρησιμοποιώντας απλουστευμένο μοντέλο στατιστικής δοκιμασίας σημαντικότητας, προκρίνοντας έτσι την ασφαλέστερη επενδυτικά λύση.

## 6.2 Πρόγραμμα εξοικονόμηση κατ' οίκον

Επιλέξιμες κατοικίες είναι το σύνολο των μονοκατοικιών, πολυκατοικιών και μεμονωμένων διαμερισμάτων (χωρίς επιπλέον προϋπόθεση) που ικανοποιούν αποκλειστικά τα ακόλουθα κριτήρια:

- Βρίσκονται σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερη ή ίση των 2.100 €/m<sup>2</sup>
- Έχουν καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (Π.Ε.Α.) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ.

Κατηγορία Ωφελούμενων	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Ατομικό Εισόδημα	A.E. ≤ 12000 €	12000 € < A.E. ≤ 40000 €	40000 € < A.E. ≤ 60000 €
Οικογενειακό Εισόδημα	O.E. ≤ 20000 €	20000 € < O.E. ≤ 60000 €	60000 € < O.E. ≤ 80000 €
Κίνητρα	70 % Επιχορήγηση	35 % Επιχορήγηση	15 % Επιχορήγηση
	30 % Δάνειο	30 % Δάνειο	30 % Δάνειο
	Επιδότηση επιτοκίου έως 31/12/2015	Επιδότηση επιτοκίου έως 31/12/2015	Επιδότηση επιτοκίου έως 31/12/2015

Πίνακας 6:1 Κατηγορίες ωφελουμένων προγράμματος «εξοικονόμηση κατ' οίκον»

Επίσης, προβλέπεται δυνατότητα λήψης 4/5/6ετούς δανείου, με ή χωρίς εγγυητή, χωρίς προσημείωση ακινήτου, δυνατότητα άμεσης αποπληρωμής του δανείου χωρίς επιβαρύνσεις, καθώς και εξόφληση των προμηθευτών/ αναδόχων μέσω της τράπεζας χωρίς την εμπλοκή του πολίτη. Με την υπαγωγή στο πρόγραμμα παρέχεται προκαταβολή 40% του προϋπολογισμού της αίτησης.

Για την ένταξη στο Πρόγραμμα απαιτείται η διενέργεια ενεργειακών επιθεωρήσεων (πριν και μετά τις παρεμβάσεις), το κόστος των οποίων καλύπτεται κατά 100% από το Πρόγραμμα, μετά την επιτυχή υλοποίηση του έργου. Επιπλέον, καλύπτεται δαπάνη για αμοιβή συμβούλου έργου, έως 250€ χωρίς Φ.Π.Α.

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τις παρεμβάσεις του προγράμματος πρέπει να αντιστοιχεί σε αναβάθμιση μιας ενεργειακής κατηγορίας ή στο 30% της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου αναφοράς.

Οι επιλέξιμες παρεμβάσεις αφορούν σε:

- Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος του κτηρίου συμπεριλαμβανομένου του δώματος/στέγης και της πιλοτής (συμπεριλαμβάνονται πρόσθετες εργασίες όπως αποξηλώσεις και αποκομιδή, επεμβάσεις στη στέγη πχ. αντικατάσταση κεραμιδιών, κτλ).
- Αντικατάσταση κουφωμάτων και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης (συμπ. εξώπορτα κτηρίου, κουφώματα κλιμακοστασίου, παντζούρια, ρολά, τέντες, κτλ).
- Αναβάθμιση του συστήματος θέρμανσης και παροχής ζεστού νερού χρήσης (συμπ. αντικατάσταση εξοπλισμού του λεβητοστασίου και του δικτύου διανομής, τοποθέτηση ηλιακού θερμοσίφωνα, συστήματα ελέγχου και αυτονομίας θέρμανσης κτλ).

Για την υλοποίηση των παρεμβάσεων δεν απαιτείται αδειοδότηση, ούτε καν έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας, εκτός πολύ ειδικών περιπτώσεων.

Ο μέγιστος επιλέξιμος προϋπολογισμός των παρεμβάσεων, συμπεριλαμβανομένου Φ.Π.Α. (που αποτελεί επιλέξιμη δαπάνη για το Πρόγραμμα) δεν μπορεί να υπερβαίνει τα **15.000€** ανά ιδιοκτησία.

### **6.3 Κόστος παρέμβασης και δανειοδότηση**

#### **6.3.1 Κόστος παρέμβασης**

Σε αυτή την ενότητα γίνεται αποτίμηση του κόστους των εκάστοτε επενδύσεων, όσον αφορά την αγορά του απαιτούμενου εξοπλισμού αλλά και το κόστος εγκατάστασης. Πρέπει να σημειωθεί ότι στα τελικά ποσά έχει γίνει

προσαύξηση 2% για τυχόν εξοπλισμούς ή εργασίες οι οποίες δεν έχουν προβλεφθεί ή μπορεί να προκύψουν.

Οι τιμές είναι ενδεικτικές αλλά ανταποκρίνονται στην πραγματικότητα καθώς έχουν ληφθεί από εταιρείες που δραστηριοποιούνται στον τομέα της κατασκευής και των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας και συνάδουν με τα ανώτατα όρια δαπανών που ορίζει ο ΚΕνΑΚ.

Για την πρώτη παρέμβαση η αγορά ενός νέου καυστήρα φυσικού αερίου ανέρχεται στα 1500€, του λέβητα στα 1600€ και του κυκλοφορητή στα 400€. Το κόστος εγκατάστασης το οποίο περιλαμβάνει όλες τις εργασίες οι οποίες απαιτούνται όπως η αποξήλωση του παλαιού λεβητοστασίου, η κατασκευή της γραμμής του φυσικού αερίου, τα τέλη σύνδεσης και οι εγγυήσεις, ανέρχονται στα 3200€.

Όσον αφορά την αγορά των τοπικών κλιματιστικών μονάδων, αυτή ανέρχεται στα 400€ και 450€ ανά μονάδα 9000 btu/h και 12000 btu/h αντίστοιχα. Η αποξήλωση των παλαιών και η εγκατάσταση των νέων κλιματιστικών εκτιμάται στα 900€ συνολικά για όλες τις μονάδες (50€ ανά μονάδα).

Η δεύτερη παρέμβαση περιλαμβάνει την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Για τις προδιαγραφές που έχουμε θέσει το κόστος του εξοπλισμού είναι 600€, ενώ το κόστος της εγκατάστασης 200€ για κάθε σύστημα ξεχωριστά.

Κατά τη τρίτη παρέμβαση, όπου οι εργασίες αφορούν το κέλυφος του κτιρίου, οι τιμές που έχουμε συλλέξει είναι ανηγμένες ανά  $m^2$  και περιλαμβάνουν τόσο το κόστος του εξοπλισμού όσο και τα εργατικά. Έτσι, για την αντικατάσταση των κουφωμάτων (πλαίσια και υαλοπίνακες) το συνολικό κόστος ανέρχεται στα 250€/ $m^2$  με συνολική επιφάνεια κουφωμάτων 96 $m^2$ , ενώ το αντίστοιχο για την επιπλέον μόνωση των 181 $m^2$  της οροφής εκτιμάται στα 40€/ $m^2$ .

Η τελική κατάσταση εμπεριέχει τα αθροιστικά στοιχεία όλων των παραπάνω.

Το συνολικό κόστος παρέμβασης ανηγμένο στην συνολική επιφάνεια του κτιρίου ( $B_a$ ), προκύπτει παρακάτω:

$$C_0 = \frac{C_a + C_f + C_r}{B_a} \quad (6.1)$$

όπου

$C_a, C_f, C_r$ : είναι τα κόστη αγοράς εξοπλισμού, εγκατάστασης και περιφερειακών αντίστοιχα, (€)

	1 <sup>η</sup> Παρέμβαση	2 <sup>η</sup> Παρέμβαση	3 <sup>η</sup> Παρέμβαση	Τελική Κατάσταση
$C_a$	11000	3600	28000	42600
$C_f$	4100	1200	3250	8550
$C_r$	302	96	625	1023
$C_0$	28,778	9,148	59,557	97,483

*Πίνακας 6:2 Κόστος ανά παρέμβαση (€/m<sup>2</sup>)*

Σε καμία εκ των παρεμβάσεων δεν υπερβαίνεται το ανώτατο κόστος ανά διαμέρισμα.

### 6.3.2 Δανειοδότηση

Οι όροι του δανείου συνοπτικά είναι:

- Επιτόκιο **4,93 %**
  - Προσαύξηση επιτοκίου **0,12 %**
  - Δυνατότητα άμεσης προεξόφλησης χωρίς επιπλέον επιβάρυνση
- } Συνολικό επιτόκιο **5,05 % ( $i_{int}$ )**

Για τον υπολογισμό του δανείου, του χρόνου εξόφλησης του αλλά και του ποσού το οποίο θα ζητηθεί προς έγκριση, ακολουθήθηκαν οι εξής συλλογισμοί:

Το πόσο το οποίο θα ζητηθεί προκύπτει από την κατηγορία ωφελουμένων του προγράμματος. Στηριζόμενοι λοιπόν στα στοιχεία του πίνακα 5.1, κάθε διαμέρισμά ανήκει στην κατηγορία Α<sub>1</sub> καθώς κανένα εισόδημα δεν υπερβαίνει τα ζητηθέντα όρια. Συνεπώς το συνολικό δανειακό κεφάλαιο προκύπτει από τον τύπο:

$$L_{f,o} = A_1 \times C_0 \quad (6.2)$$

Ο χρόνος εξόφλησης του δανείου προέκυψε από μία ανάλυση μεταξύ των πρωτογενών κερδών (αναλογία εξόδων) κάθε παρέμβασης σε σχέση με την αρχική κατάσταση.

$$\sum P > L_{f,o}$$

Έπειτα υπολογίσθηκαν τα σταθερά τοκοχρεολύσια μέσω σύνθετης κεφαλαιοποίησης.

$$L_{f,mp} = \frac{i_m \times L_f \times C_0}{1 - (1 - i_m)^{-m}} \quad (6.3)$$

$$i_m = \frac{i_{int}}{12} \quad (6.4)$$

$$m = t \times 12 \quad (6.5)$$

$$C_{i+1} = C_i - L_{f,mp} + (i_m \times C_i) \quad (6.6)$$

$$L_{f,exp} = \sum_{i=1}^m (C_i + L_{f,mp}) \quad (6.7)$$

Όπου :

t: χρόνος διάρκειας του δανείου, (χρόνια)

L<sub>f</sub>: ποσοστό δανειοδότησης επί του αρχικού κεφαλαίου

**Πράσινες Παρεμβάσεις σε Κτίρια – Οικονομοτεχνική Ανάλυση**

<b>1<sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</b>			
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΚΩΝ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ</b>
<b>1</b>	-0,39016	1,99804	6,63536
<b>2</b>	-0,67705	4,09935	4,53405
<b>3</b>	-0,85534	6,30926	2,32414
<b>4</b>	-0,91940	8,63340	0,00000

*Πίνακας 6:3 Δανειακό κεφάλαιο 1<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)*

<b>2<sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</b>			
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΚΩΝ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ</b>
<b>1</b>	-0,12403	0,63514	2,10926
<b>2</b>	-0,21522	1,30311	1,44129
<b>3</b>	-0,27190	2,00560	0,73880
<b>4</b>	-0,29226	2,74440	0,00000

*Πίνακας 6:4 Δανειακό κεφάλαιο 2<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)*

<b>3<sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ</b>			
<b>ΕΤΟΣ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΚΩΝ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ</b>	<b>ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ</b>
<b>1</b>	-0,82838	3,22263	14,64447
<b>2</b>	-1,49019	6,61182	11,25528
<b>3</b>	-1,97683	10,17618	7,69092
<b>4</b>	-2,27925	13,92477	3,94233
<b>5</b>	-2,38792	17,86710	0,00000

*Πίνακας 6:5 Δανειακό κεφάλαιο 3<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)*

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ			
ΕΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ ΤΟΚΩΝ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	ΥΠΟΛΟΙΠΟ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ
1	-1,32164	6,76819	22,47671
2	-2,29346	13,88619	15,35871
3	-2,89738	21,37209	7,87281
4	-3,11439	29,24490	0,00000

Πίνακας 6:6 Δανειακό κεφάλαιο τελικής κατάστασης (€/m<sup>2</sup>)

#### 6.4 Υπολογισμός σχετικού κέρδους

Σε κάθε περίπτωση υπολογίσθηκε το ανά παρέμβαση κέρδος (P) σε σχέση με την αρχική κατάσταση. Για τον υπολογισμό των εξόδων κάθε κατάστασης, θεωρήθηκε ακριβής μία ετήσια προσαύξηση βασισμένη στην λογική της απλής ανακεφαλαιοποίησης, τόσο στο κόστος του καυσίμου, όσο και σ' αυτό της συντήρησης. Αρχικά, άμεσο έξοδο χαρακτηρίσθηκε μόνον το κόστος κατανάλωσης ανά καύσιμο. Δευτερευόντως λήφθηκε υπ' όψιν το ετήσιο κόστος συντήρησης (C<sub>M</sub>) ως ποσοστό του αρχικού κόστους.

Y <sub>a, elp</sub>	2 %
Y <sub>a, oilp</sub>	2 %
Y <sub>a, ngr</sub>	3 %
Y <sub>a, CMp</sub>	1 %

$$C_M = C_{M, is} \times \sum_{t=1}^k [1 + (Y_{a, mc} \times t)] \quad (6.8)$$

Το κόστος συντήρησης (C<sub>M, is</sub>) είναι σταθερό (1,2€/m<sup>2</sup>), αλλά διαφοροποιείται μόνον στην πρώτη παρέμβαση και στην τελική κατάσταση καθώς γίνεται αλλαγή του εξοπλισμού. Η ετήσια προσαύξηση κόστους συντήρησης (Y<sub>a, mc</sub>) είναι σταθερή και ίση με 2%

Πιο συγκεκριμένα, με βάση την τιμολογιακή πολιτική της ΔΕΗ για τις ανταγωνιστικές χρεώσεις, έγινε, για λόγους απλούστευσης, αναγωγή στην μέση ανά διαμέρισμα κατανάλωση ενώ οι τιμές πετρελαίου θέρμανσης (0.09443 €/m<sup>2</sup>) και φυσικού αερίου (0.073 €/m<sup>2</sup>) θεωρήθηκαν σταθερές καθ' όλο το έτος.

	1 <sup>η</sup> Παρέμβαση	2 <sup>η</sup> Παρέμβαση	3 <sup>η</sup> Παρέμβαση	Τελική Κατάσταση
$F_{\text{consel}}$	39,8	23,5	43,8	17,1
$F_{\text{consoil}}$		57,75	17,8	
$F_{\text{consg}}$	40,46			17,42

Πίνακας 6:7 Καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>)

$$I_F = F_{\text{cons}} \times C_{F, \text{st}} \times \sum_{t=1}^k [1 + (Y_{a, \text{fp}} \times t)] \quad (6.9)$$

$$I_{\text{cs}} = I_F + C_M \quad (6.10)$$

$$P = I_{\text{is}} - I_{\text{cs}} \quad (6.11)$$

ΕΤΟΣ	ΑΡΧΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		1 <sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ		2 <sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ		3 <sup>η</sup> ΠΑΡΕΜΒΑΣΗ		ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	
	$I_{\text{is}}$	$I_{\text{is, CM}}$	$I_{1, \text{CM}}$	$P_1$	$I_2$	$P_2$	$I_3$	$P_3$	$I_{\text{is, CM}}$	$P_{\text{is}}$
1	9,36136	10,57336	6,93208	3,64129	6,91064	2,45073	5,35554	4,00582	2,87224	7,70113
2	9,54492	10,76892	7,09131	3,67761	7,04614	2,49878	5,46055	4,08437	2,93538	7,83354
3	9,72848	10,96448	7,25055	3,71392	7,18164	2,54684	5,56556	4,16291	2,99852	7,96595
4	9,91203	11,16003	7,40979	3,75024	7,31714	2,59489	5,67057	4,24146	3,06167	8,09837
5	10,09559	11,35559	7,56903	3,78656	7,45265	2,64294	5,77558	4,32000	3,12481	8,23078
6	10,27914	11,55114	7,72826	3,82288	7,58815	2,69100	5,88059	4,39855	3,18795	8,36319
7	10,46270	11,74670	7,88750	3,85920	7,72365	2,73905	5,98561	4,47710	3,25110	8,49561
8	10,64626	11,94226	8,04674	3,89552	7,85915	2,78710	6,09062	4,55564	3,31424	8,62802
9	10,82981	12,13781	8,20597	3,93184	7,99466	2,83516	6,19563	4,63419	3,37738	8,76043
10	11,01337	12,33337	8,36521	3,96816	8,13016	2,88321	6,30064	4,71273	3,44052	8,89284
11	11,19693	12,52893					6,40565	4,79128	3,50367	9,02526
12	11,38048	12,72448					6,51066	4,86982		
13	11,56404	12,92004					6,61567	4,94837		

Πίνακας 6:8 :Αναλυτική σχετικών κερδών (€/m<sup>2</sup>)



## 6.5 Οικονομοτεχνική ανάλυση

Με βάση το σκεπτικό ότι, αναφερόμαστε σε **σχετικά κέρδη**, δηλαδή όχι σε ταμειακή ροή κεφαλαίου αλλά σε ποσοτική διαφορά σε σχέση με την προηγούμενη κατάσταση, ο άμεσος πληθωριστικός αντίκτυπος των χρημάτων που δαπανούμε για το κόστος αγοράς καυσίμου (ηλεκτρικό ρεύμα, πετρέλαιο θέρμανσης και φυσικό αέριο) είναι ίσος με τον ανάλογο των χρημάτων που αποβαίνουμε. Στον αντίποδα, η πληθωριστική αξία των κεφαλαίων που δαπανούμε ετησίως για την αποπληρωμή του δανείου πρέπει να υπολογισθεί καθώς προσμετρούνται ως ίδια μελλοντικά κεφάλαια.

Πιο συγκεκριμένα, γνωρίζοντας ότι επιχορηγούνται τα επιτόκια μέχρι την 31/12/2015, και θέτοντας ως εναρκτήρια ημερομηνία την 01/01/2013, ο ετήσιος τόκος ( $L_{F, \text{inf}}$ ) σε βάθος τριετίας δεν προσμετρείται.

$$P_C = \frac{P}{(1 + i_{\text{inf}})^t} \quad (6.12)$$

$$K_B = L_{F, 0} + L_{F, \text{inf}} - P_C \quad (6.13)$$

όπου:

Εν συνεχεία θα προσδιοριστεί ο οικονομικός βαθμός απόδοσης ( $n$ ) σε βάθος πενταετίας ( $n_5$ ) και δεκαετίας ( $n_{10}$ ) ώστε να γίνουν αριθμητικά αντιληπτοί οι χρόνοι απόσβεσης ( $A$ ), επανείσπραξης ( $K_R$ ) και διπλασιασμού ( $K_{2x}$ ) του δαπανηθέντος κεφαλαίου.

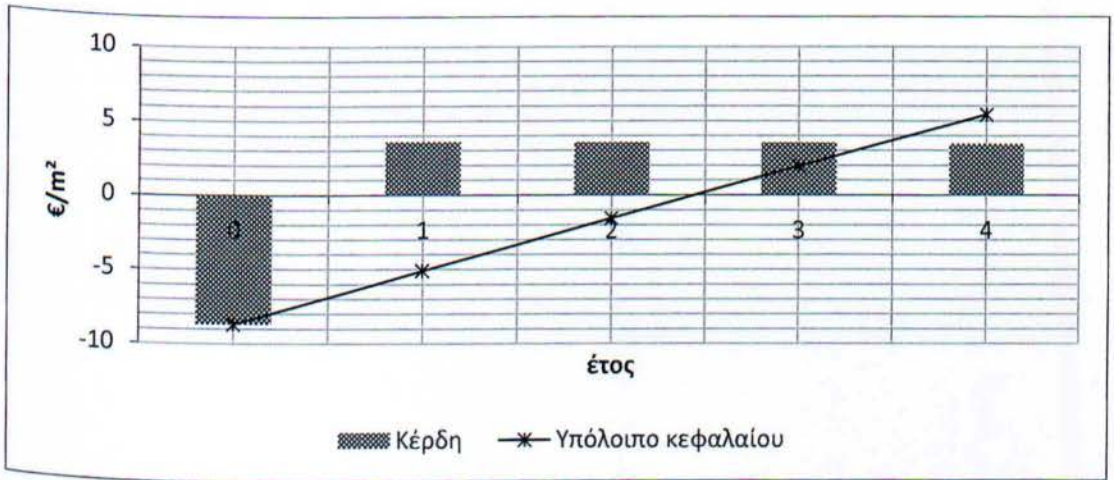
$$n = \frac{K_{B, t}}{K_{B, 0}} \quad (6.14)$$

**Παρατήρηση:** Ο πληθωρισμός θεωρείται σταθερός σε ετήσια βάση και ίσος με  $i_{\text{inf}} = 3\%$ , λόγω των αβέβαιων εκτιμήσεων εξ' αιτίας πληθώρας πληροφοριών.

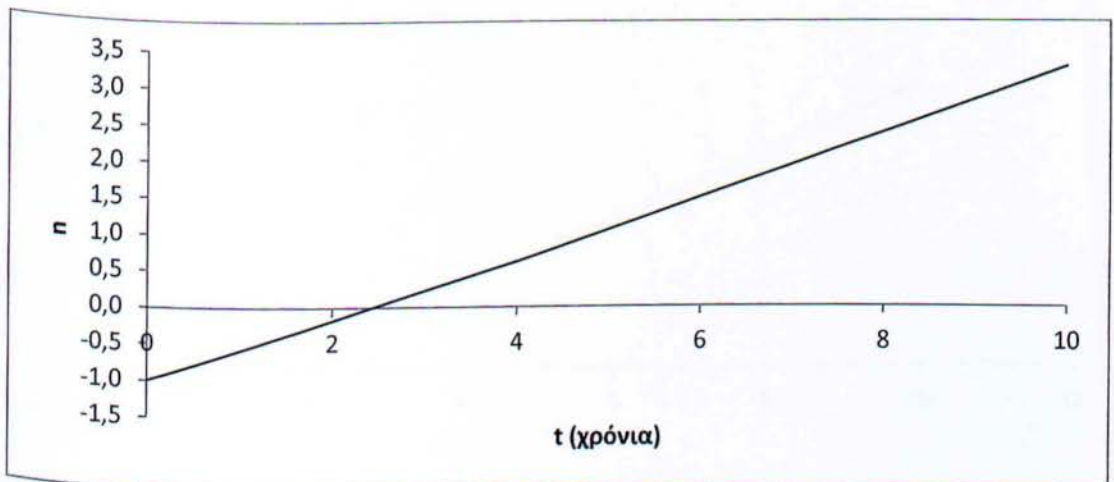
6.5.1 1<sup>η</sup> παρέμβαση

	0	1	2	3	4	5	...	8	...	10
$L_{F,0}$	8,633									
$L_{F,int}$		0	0	0	0,064					
$L_{F,exp}$		1,998	2,101	2,210	2,388					
$P_C$		3,581	3,550	3,509	3,451	3,787	...	3,896	...	3,938
$K_B$	-8,697	-5,116	-1,566	1,943	5,393	9,180	...	20,763	...	28,633
$n$		-0,588	-0,180	0,223	0,620	1,055	...	2,387	...	3,292

Πίνακας 6:9 Αναλυτική πορεία κεφαλαίων 1<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)



Γράφημα 6.1 Μεσοπρόθεσμη πορεία κερδών – υπολοίπων κεφαλαίου 1ης παρέμβασης

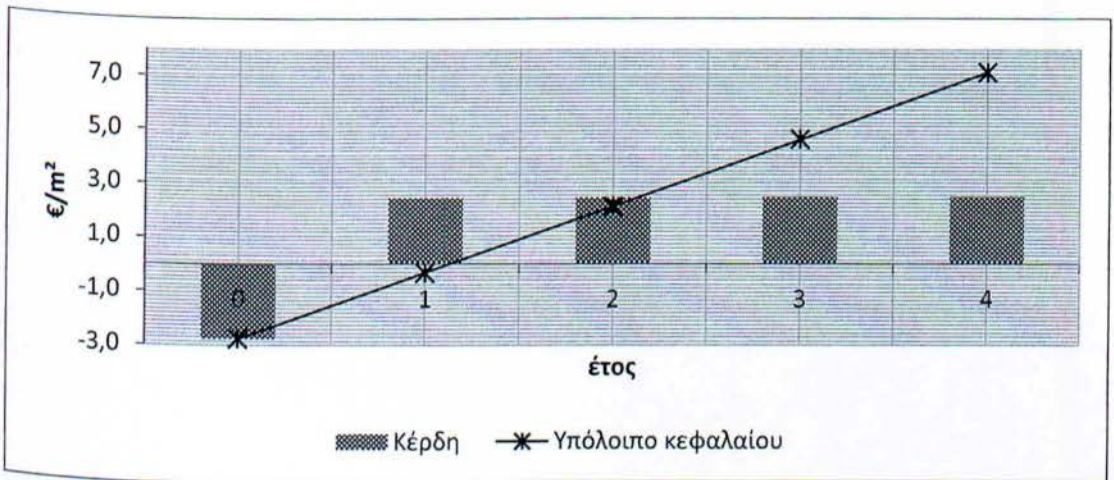


Γράφημα 6.2 Οικονομικός βαθμός απόδοσης 1ης παρέμβασης

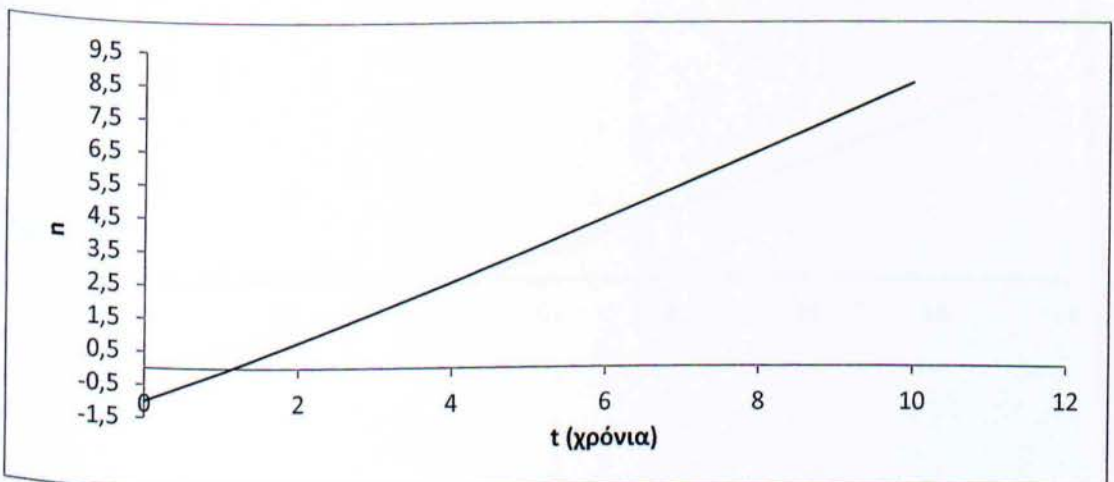
6.5.2 2<sup>η</sup> παρέμβαση

	0	1	2	3	4	5	...	10
$L_{F,0}$	2,744							
$L_{F,int}$		0	0	0	0,020			
$L_{F,exp}$		0,635	0,668	0,702	0,759			
$P_C$		2,432	2,458	2,482	2,500	2,643	...	2,883
$K_B$	-2,765	-0,333	2,125	4,607	7,106	9,749	...	23,685
$n$		-0,120	0,769	1,666	2,570	3,526	...	8,567

Πίνακας 6:10 Αναλυτική πορεία κεφαλαίων 2<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)



Γράφημα 6.3 Μεσοπρόθεσμη πορεία κερδών – υπολοίπων κεφαλαίων 2<sup>ης</sup> παρέμβασης

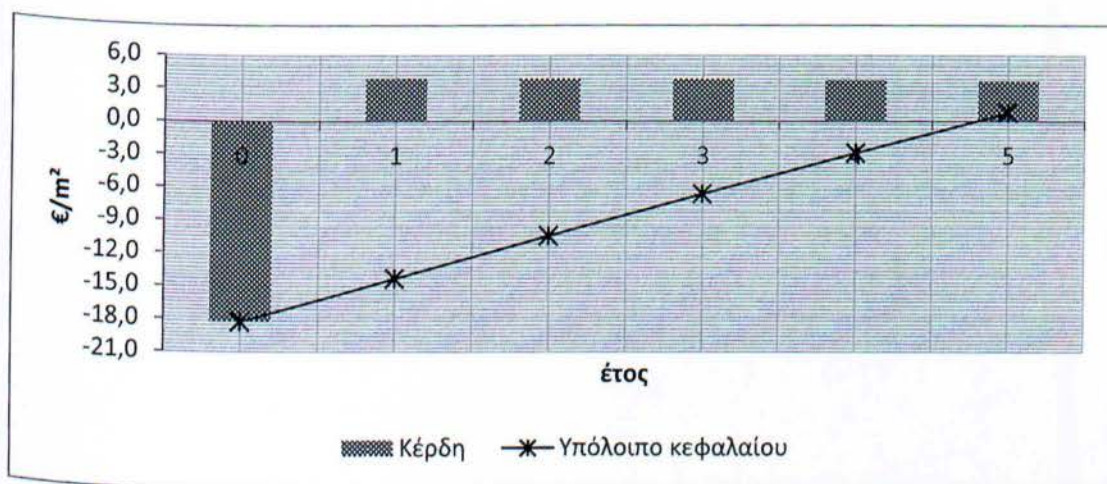


Γράφημα 6.4 Οικονομικός βαθμός απόδοσης 2<sup>ης</sup> παρέμβασης

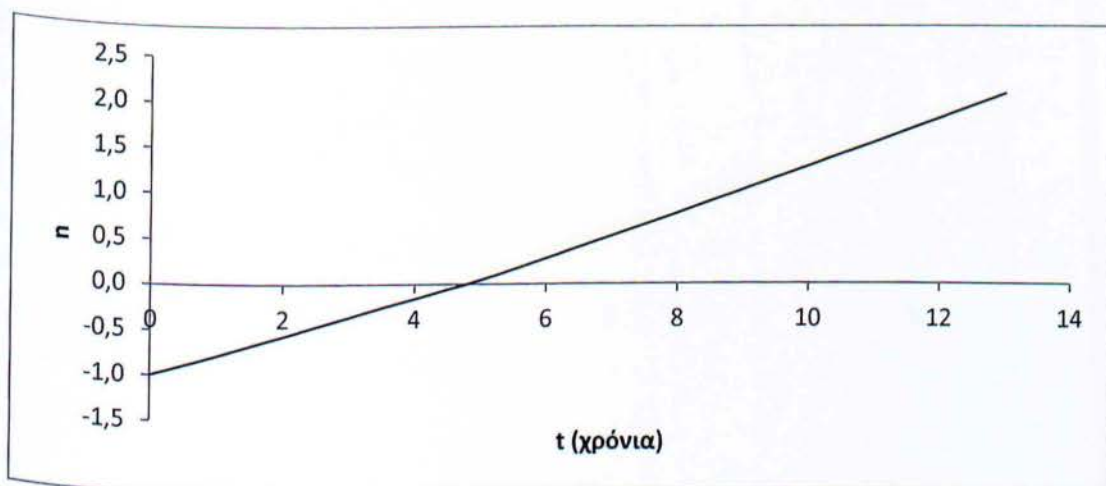
6.5.3 3<sup>η</sup> παρέμβαση

	0	1	2	3	4	5	...	9	...	10	...	13
$L_{F,0}$	17,867											
$L_{F,int}$		0	0	0	0,302	0,109						
$L_{F,exp}$		3,223	3,389	3,564	4,051	4,051						
$P_C$		3,909	3,878	3,832	3,733	3,675	...	4,634	...	4,713	...	4,948
$K_B$	-18,278	-14,369	-10,491	-6,659	-2,926	0,749	...	18,815	...	23,527	...	38,137
$n$		-0,786	-0,574	-0,364	-0,160	0,041	...	1,029	...	1,287	...	2,086

Πίνακας 6:11 Αναλυτική πορεία κεφαλαίων 3<sup>ης</sup> παρέμβασης (€/m<sup>2</sup>)



Γράφημα 6.5 Μεσοπρόθεσμη πορεία κερδών – υπολοίπου κεφαλαίου 3<sup>ης</sup> παρέμβασης

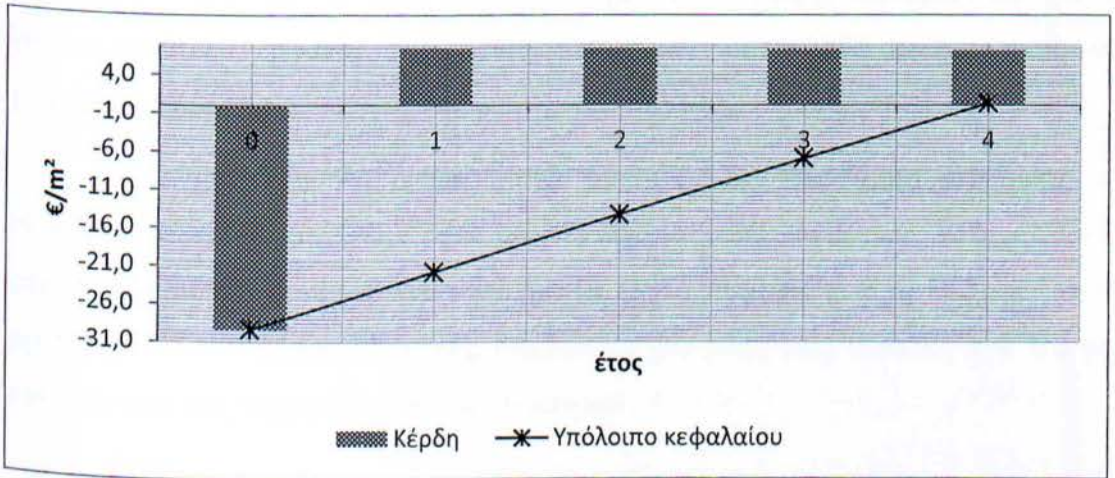


Γράφημα 6.6 Οικονομικός βαθμός απόδοσης 3<sup>ης</sup> παρέμβασης

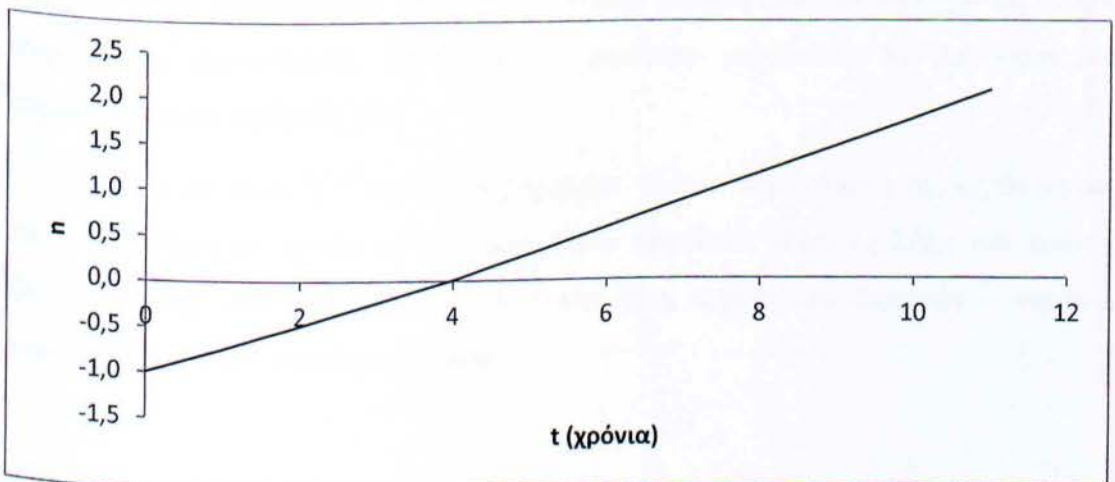
6.5.4 Τελική κατάσταση

	0	1	2	3	4	5	...	8	...	10	11
$L_{F,0}$	29,245										
$L_{F,int}$		0	0	0	0,133						
$L_{F,exp}$		6,768	7,188	7,486	8,005						
$P_C$		7,498	7,528	7,404	7,226	8,231	...	8,628	...	8,893	9,025
$K_B$	-29,378	-21,880	-14,351	-6,947	0,279	8,510	...	33,997	...	51,650	60,675
$n$		-0,745	-0,489	-0,236	0,009	0,290	...	1,157	...	1,758	2,065

Πίνακας 6:12 Αναλυτική πορεία κεφαλαίων τελικής κατάστασης (€/m<sup>2</sup>)



Γράφημα 6.7 Μεσοπρόθεσμη πορεία κερδών – υπολοίπου κεφαλαίου τελικής κατάστασης



Γράφημα 6.8 Οικονομικός βαθμός απόδοσης τελικής κατάστασης

	C	A	K <sub>R</sub>	K <sub>2x</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>10</sub>
1η παρέμβαση	8,697	2,469	4,856	7,150	1,055	3,292
2η παρέμβαση	2,765	1,146	2,271	3,368	3,526	8,567
3η παρέμβαση	18,278	4,722	8,899	12,653	0,041	1,287
Τελική κατάσταση	29,378	3,909	7,484	10,783	0,290	1,758

Πίνακας 6:13 Διαχρονική πορεία κεφαλαίων (χρόνια)

Συμπερασματικά, γίνεται άμεσα αντιληπτό τα κόστη δεν είναι απαγορευτικά αν αναλογισθούμε ότι η κερδοφορία είναι σχετικά άμεση και δεδομένα, εξυπηρετεί το η υψηλή επιδότηση (70%). Επίσης, οι τιμές αναφορικά με τα κόστη αγοράς του εξοπλισμού αλλά και τον ίδιο τον εξοπλισμό, είναι αρκετά περιοριστικές. Αυτό γίνεται ιδιαίτερα εμφανές στην τρίτη παρέμβαση, με αλλαγή κουφωμάτων και μόνωση της οροφής.

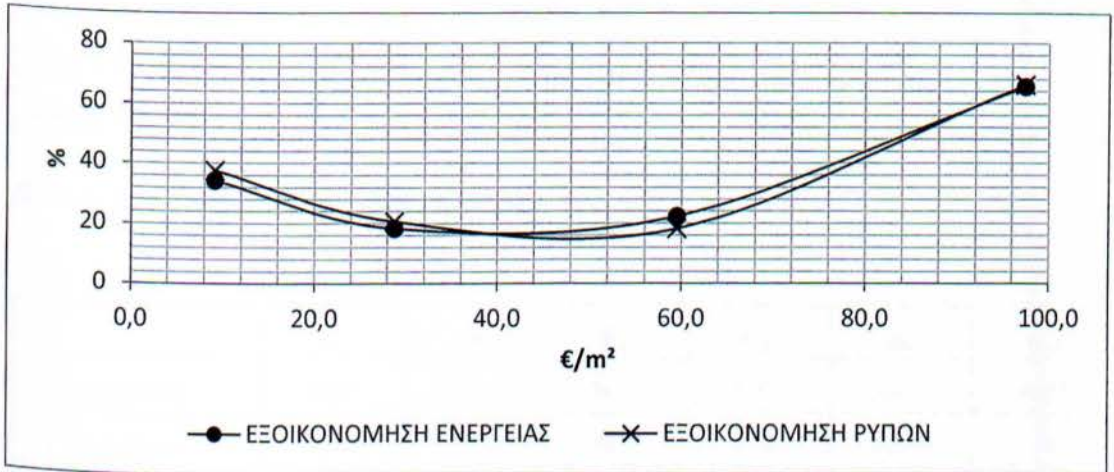
Πιο συγκεκριμένα, γνωρίζαμε εξ' αρχής ότι δεν επιδοτείται μετατροπή σε σύστημα αυτονομίας όπου κατ' επέκταση θα είχαμε σαφώς μικρότερες καταναλώσεις στη θέρμανση και συνεπώς λιγότερα άμεσα έξοδα. Επίσης, ενώ οι επιλογές όπως προείπαμε δεν είναι απαγορευτικές, λαμβάνουν μια μέση τιμή κόστους ανά U<sub>w</sub> μη επιτρέποντας μας λήψη δραστικότερων μέτρων.

Τέλος, ο χρόνος δανεισμού είναι προσεκτικά επιλεγμένος ώστε στην χειρότερη περίπτωση να συμπίπτει χρονικά με το χρόνο απόσβεσης. Ωστόσο, ενώ δίνεται η δυνατότητα άμεσης προεξόφλησης, θα μπορούσε να γίνεται επιλογή χρόνου δανεισμού από δύο έως δέκα χρόνια με σταδιακή μείωση του επιτοκίου για τις σαφώς ακριβότερες περιπτώσεις, όπου και ο εκάστοτε μηχανικός θα μπορούσε να αναθεωρήσει τις επιλογές του.

Στα μονά (1, 3, 5 και 7) διαγράμματα γίνεται παρουσίαση της κερδοφορίας σε ετήσια βάση σε σχέση με το εναπομείναν κεφάλαιο μέχρι τη λήξη του χρόνου δανειοδότησης, ενώ στα ζυγά (2, 4, 6 και 8) η πορεία των δαπανών – κερδών, ποσοστιαία, με την πάροδο των ετών.

## 6.6 Προκρινόμενη παρέμβαση

Το παρακάτω διάγραμμα επεξηγεί συνοπτικά γιατί δεν μπορεί να γίνει άμεσος έλεγχος κόστους – αποδοτικότητας (CER).



Γράφημα 6.9 Αντιστοιχία κόστους – εξοικονόμησης

Αρχικά κατανεμήθηκαν οι παρεμβάσεις με βάση το κόστος τους και όχι με αύξοντα αριθμό και στη συνέχεια σχεδιάστηκε η αντιστοιχία κόστους εξοικονόμησης. Δεν παρατηρείται γραμμικότητα επειδή ακριβώς δεν υπάρχει συγκρινόμενη αρχική τιμή, οπότε για να οδηγηθούμε σε ασφαλές συμπέρασμα θα ακολουθήσουμε τη μέθοδο BS.

Με βάση την οικονομοτεχνική ανάλυση που προηγήθηκε μπορούμε να βγάλουμε ένα πρώτο συμπέρασμα για το ποια παρέμβαση είναι περισσότερο συμφέρουσα να ακολουθηθεί. Αντ' αυτού θα δημιουργήσουμε ένα απλουστευμένο στατιστικό μοντέλο σημαντικότητας ανηγμένο στην καλύτερη κατά περίπτωση επιλογή (BS). Τα ποσοστά σημαντικότητας στηρίζονται στην υποκειμενικότητα του μελετητή.

Θα αναλυθεί τόσο το εύρος κάθε αξιολόγησης όσο και η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται. Αφ' ενός γιατί η συνολική απορρόφηση μας παρουσιάζει μία άμεση εικόνα για τις δυνατότητες κάθε παρέμβασης, αφ' ετέρου η εξοικονόμηση προκρίνει την μελλοντική βιωσιμότητα του κάθε μοντέλου.

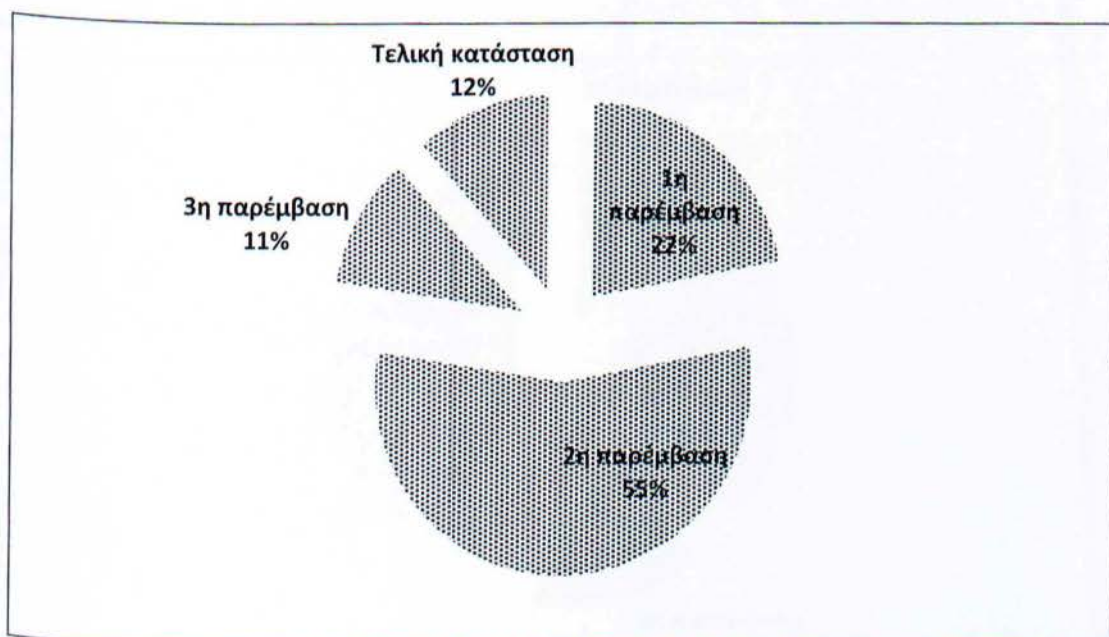
6.6.1 Οικονομικά βέλτιστη πρόταση

	C	A	K <sub>R</sub>	K <sub>2x</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>10</sub>
1η παρέμβαση	0,318	0,464	0,468	0,471	0,299	0,384
2η παρέμβαση	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
3η παρέμβαση	0,151	0,243	0,255	0,266	0,012	0,150
Τελική κατάσταση	0,094	0,293	0,303	0,312	0,082	0,205
Σημαντικότητα	0,35	0,20	0,15	0,15	0,05	0,10

Πίνακας 6:14 Σχετικές τιμές χρόνου απόσβεσης

	C	A	K <sub>R</sub>	K <sub>2x</sub>	n <sub>5</sub>	n <sub>10</sub>
1η παρέμβαση	0,111	0,093	0,070	0,071	0,015	0,038
2η παρέμβαση	0,350	0,200	0,150	0,150	0,050	0,100
3η παρέμβαση	0,053	0,049	0,038	0,040	0,001	0,015
Τελική κατάσταση	0,033	0,059	0,046	0,047	0,004	0,021

Πίνακας 6:15 Προκρινόμενη οικονομικά παρέμβαση



Γράφημα 6.10 Ποσοστιαία προτίμηση παρέμβασης με οικονομικά κριτήρια



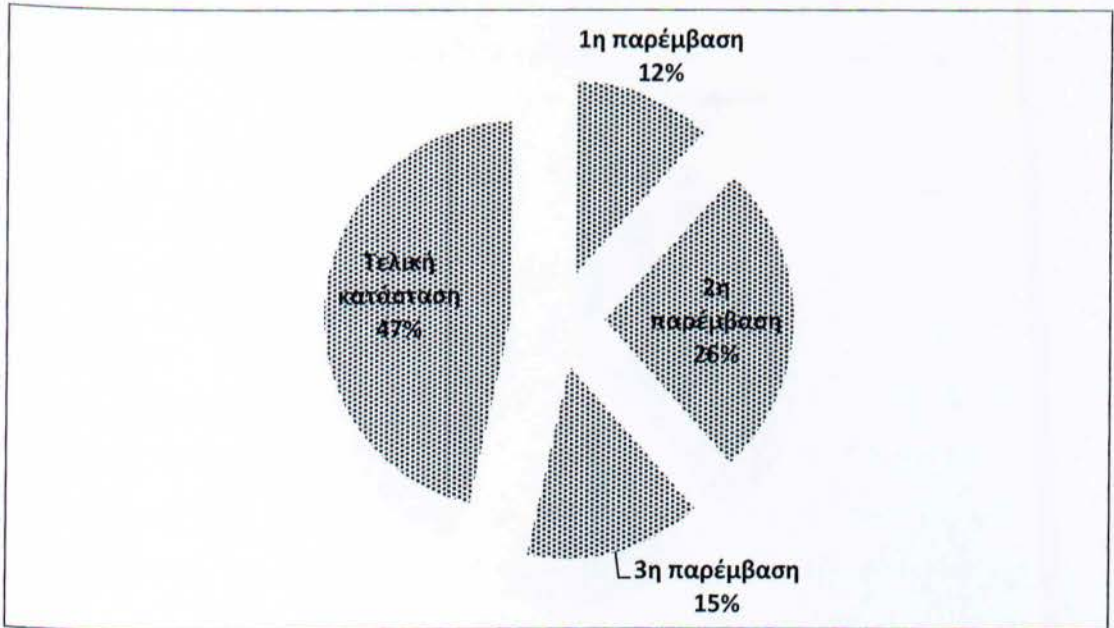
6.6.2 Περιβαλλοντικά βέλτιστη πρόταση

	CO <sub>2</sub> cons	CO <sub>2</sub> econ	F <sub>conslig</sub>	F <sub>econlig</sub>	F <sub>consoil</sub>	F <sub>econoil</sub>	F <sub>consng</sub>	F <sub>econng</sub>
1η παρέμβαση	0,427	0,311	0,423	0,207	0,423	0,917	0,250	-2,328
2η παρέμβαση	0,543	0,567	0,724	0,778	0,062	0,082	1,000	1,000
3η παρέμβαση	0,415	0,275	0,384	0,067	0,125	0,573	0,530	0,086
Τελική κατάσταση	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,585	0,268
Σημαντικότητα	0,15	0,25	0,10	0,15	0,15	0,20	0,05	0,07

Πίνακας 6:16 Σχετικές τιμές ρύπων και κατανάλωσης καυσίμων

	CO <sub>2</sub> cons	CO <sub>2</sub> econ	F <sub>conslig</sub>	F <sub>econlig</sub>	F <sub>consoil</sub>	F <sub>econoil</sub>	F <sub>consng</sub>	F <sub>econng</sub>
1η παρέμβαση	0,064	0,078	0,042	0,031	0,063	0,183	0,012	-0,163
2η παρέμβαση	0,081	0,142	0,072	0,117	0,009	0,016	0,050	0,070
3η παρέμβαση	0,062	0,069	0,038	0,010	0,019	0,115	0,027	0,006
Τελική κατάσταση	0,150	0,250	0,100	0,150	0,150	0,200	0,029	0,019

Πίνακας 6:17 Προκρινόμενη περιβαλλοντικά παρέμβαση



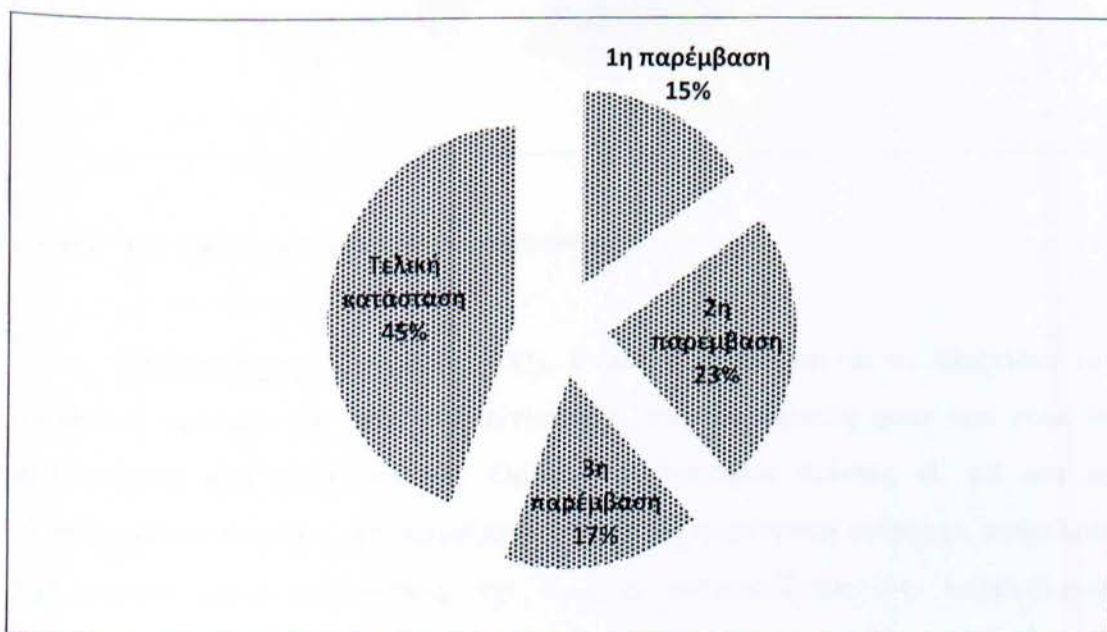
Γράφημα 6.11 Ποσοστιαία προτίμηση παρέμβασης με περιβαλλοντικά κριτήρια

### 6.6.3 Ενεργειακά βέλτιστη πρόταση

Το σκεπτικό της ενεργειακής αξιολόγησης γίνεται με βάση τη δημιουργία μίας τάξης μεγέθους, καθώς τόσο τα οικονομικά όσο και τα περιβαλλοντικά κριτήρια είναι απόρροια της μείωσης των έμμεσων καταναλώσεων. Γίνεται προφανές ότι, πρωτεύοντος του καταναλωτή και δευτερευόντως του μελετητή, η αποφυγή των στείρων αριθμητικών αναλύσεων μπορεί να δημιουργήσει μία λιγότερο ενδελεχή αλλά αντιστοίχως ουσιαστική γνώμη αναφορικά με την εκάστοτε επιλογή. Συνεπώς θα συμπεριληφθεί στον προσδιορισμό του τελικού μας πορίσματος.

	$E_{cons}$	$E_{econ}$	$E_{cons}$	$E_{econ}$
1η παρέμβαση	0,425	0,280	0,170	0,168
2η παρέμβαση	0,527	0,523	0,211	0,314
3η παρέμβαση	0,447	0,342	0,179	0,205
Τελική κατάσταση	1,000	1,000	0,400	0,600
Σημαντικότητα	0,40	0,60		

Πίνακας 6:18 Σχετικές τιμές ενεργειακής κατανάλωσης και ενεργειακά προκρινόμενη πρόταση



Γράφημα 6.12 Ποσοστιαία προτίμηση παρέμβασης με ενεργειακά κριτήρια

6.6.4 Βέλτιστη λύση

	$E_{econ}$	$E_{env}$	$E_{energ}$	$BS_{tot}$	$BS_{tot}\%$
1η παρέμβαση	0,199	0,094	0,034	0,327	17,005
2η παρέμβαση	0,500	0,211	0,052	0,764	39,721
3η παρέμβαση	0,098	0,121	0,038	0,257	13,349
Τελική κατάσταση	0,104	0,371	0,100	0,575	29,924
Σημαντικότητα	0,50	0,40	0,10		

Πίνακας 6:19 Σχετικές τιμές τελικής κατάστασης και συνολικά προκρινόμενη πρόταση



Γράφημα 6.13 Ποσοστιαία προκρινόμενη παρέμβαση

**Παρατήρηση:** Οι βάσεις  $CO_2$ ,  $F$  και  $E$  αναφέρονται σε διοξείδιο του άνθρακα, καύσιμο και ενέργεια αντίστοιχα, ενώ οι δείκτες  $cons$  και  $econ$  σε κατανάλωση και εξοικονόμηση. Ομοίως οι δεύτεροι δείκτες  $el$ ,  $oil$  και  $ng$  προσδιορίζουν το είδος του καυσίμου εννοώντας ηλεκτρική ενέργεια, πετρέλαιο και φυσικό αέριο ακολούθως, πχ:  $F_{cons, oil}$  μεταφράζεται ως: κατανάλωση καυσίμου, όπου καύσιμο πετρέλαιο.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το πρόγραμμα του Υ.ΠΕ.Κ.Α. «Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον», αποτέλεσε τη βάση της έναρξης της μελέτης. Αξιολογήθηκαν οι προϋποθέσεις ένταξης σε αυτό και εφ' όσον επαληθεύτηκαν, προχωρήσαμε στη δόμηση μιας συγκροτημένης ανάλυσης λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπ' όψιν τις οικονομικές δυνατότητες των ενοίκων του κτιρίου.

Επεξεργάζοντας τα αδιαφανή δομικά στοιχεία του κελύφους, ως πρώτο συμπέρασμα, καταλήξαμε πως είναι επαρκώς θερμομονωμένα, εξαιρουμένης της οροφής, με αποτέλεσμα να μη χρίζουν άμεσης παρέμβασης. Στον αντίποδα, τα κουφώματα των ανοιγμάτων δεν πληρούσαν τις ελάχιστες προδιαγραφές κάνοντας το κτίσμα θερμομονωτικά ευάλωτο.

Στο κομμάτι των μηχανολογικών εγκαταστάσεων, ήταν προφανής η ανάγκη βελτιστοποίησης του συστήματος θέρμανσης και ψύξης.

Με το τελικό πόρισμα της ενεργειακής επιθεώρησης, επαληθεύτηκαν επί των πλείστων οι αρχικές εκτιμήσεις, δηλαδή ένα κτίριο με λίγες απαιτήσεις, σχετικά με την ποιότητα της κατασκευής του και υψηλές καταναλώσεις.

Αναλύοντας τα αποτελέσματα, λοιπόν, ως κύρια προβλήματα εντοπίστηκαν η υψηλή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, εξ' αιτίας της χρήσης ηλεκτρικών θερμαντήρων για την κάλυψη των απαιτήσεων ως προς το ZNX και παλαιότητας τοπικών κλιματιστικών μονάδων και πετρελαίου θέρμανσης λόγω υπερδιαστασιολόγησης του λέβητα.

Οι πρώτες σκέψεις αφορούσαν την εξεύρεση μιας και μόνον πρότασης αντί μεμονωμένων παρεμβάσεων λόγω πληθώρας απαιτήσεων. Η αβεβαιότητα για το ποια δράση θα αποτελούσε τη βέλτιστη λύση τόσο ενεργειακά όσο και περιβαλλοντικά, οδήγησε στην ιδέα τμηματοποίησης των εκάστοτε ζητημάτων συγκρινόμενων με μια αθροιστική τελική κατάσταση.

Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη παρέμβαση έγινε αντικατάσταση του βασισμένου στο πετρέλαιο συστήματος παραγωγής θέρμανσης, με αντίστοιχο, διαστασιολογημένου πλέον, φυσικού αερίου. Επίσης, αντικαταστάθηκαν τα κλιματιστικά εσωτερικού χώρου, με σύγχρονης τεχνολογίας υψηλότερου EER.

Στη τρίτη παρέμβαση, τώρα, με την αντικατάσταση των κουφωμάτων και την μόνωση της οροφής, ενώ είχαμε μειωμένες απαιτήσεις στα φορτία θέρμανσης και ψύξης, δεν είχαμε τα αναμενόμενα αποτελέσματα, επειδή οι καταναλώσεις παρέμειναν αρκετά υψηλές.

Προτείνεται η τοποθέτηση νέων εξωτερικών παραθυρόφυλλων όπου περιορίζει ακόμα περισσότερο τις απώλειες ανοιγμάτων αλλά σε περιπτώσεις υψηλής ανεμόπτωσης, όπου στην συγκεκριμένη περίπτωση υπάρχει προφύλαξη από τα γειτονικά κτίρια. Μερική ή ολική χρήση τους την θερινή περίοδο περιορίζει και τα ηλιακά κέρδη και κατά συνέπεια τα ψυκτικά φορτία ενός χώρου

Επιπλέον σκίαση του κτιριακού κελύφους και κυρίως των ανοιγμάτων με την χρήση εξωτερικών σταθερών σκιαδίων, όπως πρόβολοι, μπαλκόνια, περιστρεφόμενες (μη αναρτώμενες) περσίδες, πέργκολες θα βελτιωνόταν ακόμα περισσότερο η ενεργειακή του κλάση, με βέλτιστη λύση την τοποθέτηση εξωτερικής πέργκολας με φυλλοβόλα φύτευση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο KENAK από τη μία επιβάλλει το σκιασμό, αγνοεί ωστόσο τα συστήματα κινητής ηλιοπροστασίας (παντζούρια, στόρια, ρολά, συρόμενα εξώφυλλα, τέντες κλπ.), τα οποία έχουν σημαντικό ρόλο καθώς μπορούν να ρυθμίζονται ανάλογα με τις εποχές και τις ανάγκες των χρηστών. Ούτε όμως η χρήση ειδικών φυτών, η σκίαση από τη γύρω βλάστηση και η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου, λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό του ενεργειακού ισοζυγίου. Πρόκειται συνεπώς για απλά ποιοτικά και όχι ποσοτικά χαρακτηριστικά, που δεν επηρεάζουν την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου.

Για την κλιματική ζώνη Α και Β ενδείκνυται η επικάλυψη του εξωτερικού κτιριακού κελύφους με βαφές υψηλής ανακλαστικότητας και υψηλής εκπομπής θερμικής ακτινοβολίας (κοινώς ψυχρά υλικά), όπως ο παραδοσιακός ασβέστης, που συμβάλουν στον περιορισμό των ηλιακών κερδών και τη μερική μείωση των ψυκτικών φορτίων. Τα υλικά αυτά λειτουργούν αρνητικά κατά τη χειμερινή περίοδο όπου είναι απαραίτητος ο ηλιασμός.

Επίσης μπορεί να εφαρμοστεί εσωτερική μόνωση, με συνέπεια την μείωση της εσωτερικής επιφάνειας του κτιρίου, αλλά απαιτείται μεγάλη προσοχή στην επιλογή των θερμομονωτικών υλικών που τοποθετούνται σε εσωτερικούς χώρους.

Εξωτερική υγρομόνωση (μεμβράνες ή αδιαβροχοποιητικές επικαλύψεις) και σύστημα αποστράγγισης για τον περιορισμό της υγρασίας σε υπόγειους χώρους που εφάπτονται με το έδαφος. Οι τοιχοποιίες και τα δάπεδα που εφάπτονται με το έδαφος, λειτουργούν σαν πηγή θερμότητας (χειμώνα) και δροσισμού (καλοκαίρι) μέσα στο χώρο που περιβάλλουν.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι ένα τυχόν «πάντρεμα» των δύο αυτών προτάσεων, θα αποτελούσε μια πολύ αποδοτική επιλογή. Κοινός παρονομαστής, όμως, παραμένει το γεγονός της έλλειψης συστήματος τοπικού ελέγχου, όπου τυχόν τροποποίηση του με τέτοιο τρόπο ώστε οι τιμές που ορίζονται για το εσωτερικό του κτιρίου προσαρμόζονταν στις εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος, δε θα εξανάγκαζε πλεονάζουσα χρήση καυσίμου. Ως απλούστερη λύση υποδεικνύεται η αλλαγή στο καταστατικό, των ωρών λειτουργίας του καυστήρα.

Με την τοποθέτηση των ηλιακών συλλεκτών, δημιουργούμε ένα ενεργειακά βιώσιμο πλάνο, μειώνοντας δραματικά τις ηλεκτρικές δαπάνες, κάνοντας την πιο προσιτή αριθμητικά πρόταση. Η σαφώς οικονομικότερη με αξιολόγηση περιβαλλοντικά οφέλη και καλή ενεργειακή απόδοση πρόταση, αποδεικνύει πέραν της αναγκαιότητας και την ουσία των εφαρμογών Α.Π.Ε.

Καταλήγοντας και έχοντας ως εφελτήριο την δημιουργία ενός ενεργειακού μοντέλου υψηλών προδιαγραφών, αντιπροτείνεται ως βέλτιστη λύση μια συνολική κατάσταση, η οποία περιλαμβάνει τις προαναφερθείσες παρεμβάσεις. Το γεγονός ότι ένα σχέδιο είναι δαπανηρό, δεν αναιρεί την μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα του.

Συνεπώς, η «**τελική κατάσταση**» προκρίνεται ως ιδανικότερη διάδοχη της υπάρχουσας.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

### ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

[1] Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 16<sup>ης</sup> Δεκεμβρίου 2002 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων» ("Energy Performance of Buildings Directive", EPBD).

[2] Οδηγία 2006/32/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5<sup>ης</sup> Απριλίου 2006 για την «Ενεργειακή απόδοση κατά την τελική χρήση και τις ενεργειακές υπηρεσίες και για την κατάργηση της οδηγίας 93/76/ΕΟΚ του Συμβουλίου».

[3] Οδηγία 2010/31/ΕΕ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 19ης Μαΐου 2010 για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτιρίων» (αναδιατύπωση).

[4] Ν.3661/2008 (Φ.Ε.Κ. 89/Α/19-5-2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις».

[5] Ν.3851/2010 «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις».

[6] Φ.Ε.Κ. 407/Β/9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Έγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων».

[7] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-1/2010, «Αναλυτικές Εθνικές Προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».

[8] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-2/2010, «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτιρίων».

[9] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010, «Κλιματικά Δεδομένα Ελληνικών Περιοχών».

[10] Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. 20701-4/2010, «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».

[11] ΦΕΚ 675/Β/7-3-2012 «Οδηγός εφαρμογής προγράμματος Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον».

ΒΙΒΛΙΑ – ΑΡΘΡΑ – ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΕΙΣ

[12] «Αναλυτική Προσέγγιση Κεντρικών Θερμάνσεων», Μιχάλης Γρ. Βραχόπουλος, Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2004.

[13] «Υπολογιστικές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας – Ηλιακή Ακτινοβολία» Καλδέλλης Ι., Σπυρόπουλος Γ., Καββαδίας Κ., Λαμπρίδου Ε., Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2007.

[14] «Οδηγός Χρήσης 4Μ ΚΕΝΑΚ Τόμος Α' Υπολογιστικό Περιβάλλον», 4Μ Α.Ε., ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, 2012.

[15] «Οδηγός Χρήσης 4Μ ΚΕΝΑΚ Τόμος Β' Σχεδιαστικό Περιβάλλον», 4Μ Α.Ε., ΤεΚΔΟΤΙΚΗ, 2012

[16] «ΑΡΧΕΣ της ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ για Μηχανικούς», Τόμος Ι – Έκδοση 1<sup>η</sup>, Κ.Σ.Π. Νίκας, 2010

[17] «Οδηγός για Εξοικονόμηση Ενέργειας στις Κατοικίες», Κ.Α. Μπαλαράς, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2001

[18] «Οικονομοτεχνικές Μελέτες – Υποδείγματα Μελετών, Μελέτες Περιπτώσεων, Προβλήματα & Ασκήσεις», Καρβούνης Σωτ., Γεωργακέλλος Δημ., Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, 2010.

[19] «Τεχνολογίες Εξοικονόμησης Ενέργειας σε Κτίρια», Κ.Α.Π.Ε.

[20] «ΚΕΝΑΚ & Ενεργειακή Αποδοτικότητα Κτιρίων», Θεοδωρίδου Ι., Μέρμηγκας Α., ECON<sup>3</sup>, Τεύχος 14, 2011.

[21] «Flat plate collectors», Jens – Peter Meyer, Sun & Wind Energy, Τεύχος 7/2010

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/index\\_el.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/index_el.htm)

<http://ec.europa.eu/energy>



<http://exoikonomisi.ypeka.gr>

<http://www.kyotoprotocol.com/>

<http://www.aerioattikis.gr>

<http://www.cres.gr>

<http://www.energypress.gr>

<http://www.energia.gr>

<http://www.ktirio.gr>