



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**Δ.Π.Μ.Σ.**

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

---

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΟΡΜΠΑ Α. ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ**

Με θέμα:

**«Τεχνική αξιολόγηση επεμβάσεων  
ενεργειακής εξοικονόμησης σε διώροφη  
πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού  
T.E.E. – K.En.A.K.»**

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

**ΜΑΡΙΑ ΦΟΥΝΤΗ**

Σεπτέμβριος 2012

---

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Οργάνωση και Διοίκηση Βιομηχανικών Συστημάτων με ειδίκευση στα Συστήματα Διαχείρισης της Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος. Το πρόγραμμα αυτό διοργανώνεται από το τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης του Πανεπιστημίου Πειραιώς και της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την κυρία Φούντη Μαρία, καθηγήτρια στον Τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ΕΜΠ, για την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, την ενθάρρυνση και τη στήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Ακόμη, οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες στον υποψήφιο διδάκτορα Μαλλιωτάκη Εμμανουήλ, καθώς και στην εξωτερική συνεργάτη του Τομέα Θερμότητας, Αλ Φάντελ Μαγδαληνή, για την καθοδήγηση τους, τις πολύτιμες συμβουλές τους και την άψογη συνεργασία μας.

Τέλος, θα ήθελα να πω ένα μεγάλο «ευχαριστώ» στη μητέρα μου για την υπομονή και τη διαρκή στήριξή της σε κάθε βήμα της πορείας μου μέχρι τώρα, και στον πατέρα μου για την εμπιστοσύνη που έδειχνε πάντα στις επιλογές και δυνατότητές μου, εξακολουθώντας να αποτελεί πηγή έμπνευσης για εμένα.

Αφιερώνεται στα κοντινά και αγαπημένα μου πρόσωπα ως δείγμα ευγνωμοσύνης που είναι δίπλα μου τόσο στις ευχάριστες όσο και στις δύσκολες στιγμές.

Αλεξάνδρα Α. Κορμπά

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2012

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η κατανάλωση ενέργειας παρουσιάζει συνεχή αύξηση με σοβαρές επιπτώσεις στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος, στην εξάντληση των φυσικών πόρων και κατά συνέπεια στην ποιότητα ζωής. Για την αντιμετώπιση όλων αυτών των επιπτώσεων, πρωταρχικό ρόλο αποκτά η εξοικονόμηση ενέργειας, συμβάλλοντας αποτελεσματικά στην παγκόσμια οικονομία, στην κάλυψη των κοινωνικών και αναπτυξιακών αναγκών και στην προστασία του περιβάλλοντος. Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι η φθηνότερη, εναλλακτική, ήπια, καθαρή και άμεσα διαθέσιμη πηγή ενέργειας για την αντιμετώπιση των σύγχρονων οικονομικών και ενεργειακών αναγκών.

Ο κτηριακός τομέας αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή της παραγόμενης ενέργειας. Λόγω της υψηλής συμμετοχής των κτιρίων στην κατανάλωση ενέργειας και κυρίως στον ηλεκτρισμό, τα κτίρια συμμετέχουν ετησίως στις εκπομπές ρύπων CO<sub>2</sub> σε ποσοστό άνω του 43%. Η εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια και βιομηχανίες, μπορεί να αποδώσει οικονομικά, λειτουργικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Τα οικονομικά οφέλη συμβάλλουν στην μείωση των λειτουργικών εξόδων, τα λειτουργικά οφέλη βελτιώνουν τα επίπεδα άνεσης, ασφάλειας και αποδοτικότητας των εργαζομένων μιας βιομηχανίας ή των ενοίκων ενός κτιρίου και τα περιβαλλοντικά οφέλη εξασφαλίζουν την μείωση των εκπομπών των διαφόρων ρύπων και των ενεργειακών αναγκών σε εθνικό επίπεδο.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι, αρχικά, να εξετάσει τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις υφιστάμενης κατοικίας και, έπειτα, να αναλύσει διαφορετικές περιπτώσεις επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας, αλλά και συνδυασμό αυτών, κυρίως σε ό,τι αφορά στον τομέα της θέρμανσης και του ζεστού νερού χρήσης. Ως μελέτη περίπτωσης επιλέχθηκε διώροφη κατοικία στη Σαρωνίδα, κατασκευασμένη το 2003 και αποτελούμενη από 3 διαμερίσματα και 1 γραφείο. Καθώς δεν πρόκειται για παλιά αμόνωτη κατοικία, έχει ενδιαφέρον να αποτυπωθεί η συμβολή της κάθε επέμβασης ή/και συνδυασμού και να προταθεί τελικά η επέμβαση ή ο συνδυασμός που επιφέρει τα καλύτερα επίπεδα εξοικονόμησης αλλά και απόσβεσης του αρχικού κόστους επένδυσης. Αναλυτική μελέτη επένδυσης για το κάθε σενάριο εξοικονόμησης που εξετάζεται στην παρούσα εργασία βρίσκεται στην διπλωματική εργασία της Αμούργη Μαρίας με τίτλο «Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε διώροφη κατοικία».

Για την τεχνική μελέτη των προτεινόμενων επεμβάσεων και συνδυασμών αυτών, επιλέχθηκε το λογισμικό TEE-KENAK με το οποίο εκπονούνται οι ενεργειακές μελέτες στην Ελλάδα. Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού για την ενεργειακή απόδοση της υφιστάμενης κατοικίας, εξετάστηκαν επεμβάσεις που αφορούν σε μόνωση του κτηριακού κελύφους, αντικατάσταση κουφωμάτων, αντικατάσταση συστήματος θέρμανσης (με λέβητα pellet, συμπύκνωσης φυσικού αερίου, σύστημα μικρο-συμπαγωγής), εγκατάσταση ηλιακού, ηλιοθερμικού και φωτοβολταϊκού συστήματος και εγκατάστασης μηχανικού αερισμού, ενώ μελετώνται και τρεις συνδυασμοί κάποιων από τις παραπάνω επεμβάσεις.

Εκτός από την ανάλυση των προτεινόμενων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στην εξεταζόμενη κατοικία, αξιολογούνται οι δυνατότητες αλλά και οι ενδεχόμενες αδυναμίες του συγκεκριμένου λογισμικού, και γίνονται προτάσεις τόσο για την βέλτιστη επιλογή επέμβασης για ανακαινιζόμενη κατοικία, όσο και για βελτίωση της χρήσης και της δυναμικής του λογισμικού.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>3</b>
<b>ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΩΝ .....</b>	<b>15</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....</b>	<b>17</b>
1.1 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ.....	17
1.1.1 Η κατάσταση στην Ευρώπη .....	17
1.1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα .....	19
1.2 ΚΤΗΡΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	22
<b>2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....</b>	<b>25</b>
2.1 ΟΡΙΣΜΟΙ.....	25
2.2 ΕΞΕΛΙΞΗ ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ – ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΥΠΟΔΟΠΕΣ ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ Ε.Ε. 28	
2.2.1 Ε.Ε.: Οδηγία 2002/91/ΕΚ .....	28
2.2.2 Ελλάδα: Εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ.....	32
2.3 ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	35
2.4 ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	36
2.4.1 Σχεδιασμός κτηρίου.....	36
2.4.2 Κτηριακό κέλυφος .....	37
2.4.3 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις .....	39
2.5 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ .....	39
2.6 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗΣ.....	41
2.6.1 Στόχοι και κατηγορίες ενεργειακής επιθεώρησης .....	41
2.6.2 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης .....	43
2.7 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	44
2.8 ΚΤΗΡΙΟ ΑΝΑΦΟΡΑΣ.....	45
2.9 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	46
<b>3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ .....</b>	<b>47</b>
3.1 ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ Τ.Ε.Ε. – Κ.Ε.Ν.Α.Κ. Ν1.29.1.19 .....	47
3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	49
<b>4. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΣΑΡΩΝΙΔΑ .....</b>	<b>61</b>
4.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΟΥ .....	61
4.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	61
4.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΚΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΕΛΥΦΟΥΣ .....	63
4.3.1 Δεδομένα αδιαφανών επιφανειών κτηρίου .....	67
4.3.2 Δεδομένα διαφανών επιφανειών κτηρίου – κουφώματα .....	69
4.3.3 Συντελεστές σκίασης δομικών στοιχείων κτηρίου.....	70
4.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	73
4.4.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων.....	73
4.4.2 Σύστημα ψύξης χώρων.....	79
4.4.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης .....	80
4.4.4 Δεδομένα για αερισμό.....	82
4.4.5 Σύστημα φωτισμού .....	85
<b>5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>86</b>



5.1	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ .....	86
5.2	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ .....	87
5.3	ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ .....	89
<b>6.</b>	<b>ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ .....</b>	<b>91</b>
6.1	ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ .....	91
6.2	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	94
6.2.1	<i>Αντικατάσταση κουφωμάτων.....</i>	<i>94</i>
6.2.2	<i>Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης σε Τοίχους (Θερμοπρόσοψη) .....</i>	<i>104</i>
6.2.3	<i>Θερμομόνωση δώματος - ταράτσας.....</i>	<i>113</i>
6.2.4	<i>Προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχοντα λέβητα .....</i>	<i>125</i>
6.2.5	<i>Εγκατάσταση Λέβητα Βιομάζας - Pellet .....</i>	<i>133</i>
6.2.6	<i>Εγκατάσταση λέβητα (συμπύκνωσης) Φυσικού Αερίου.....</i>	<i>138</i>
6.2.7	<i>Εγκατάσταση μονάδας μικρο - Συμπαγωγής Ηλεκτρισμού και Θέρμανσης (μ-ΣΗΘ) ...</i>	<i>142</i>
6.2.8	<i>Εγκατάσταση Ηλιακού Συλλέκτη για κάλυψη ΖΝΧ ή/και Θέρμανση .....</i>	<i>151</i>
6.2.9	<i>Βελτίωση συστήματος αερισμού (Μηχανικός Αερισμός).....</i>	<i>167</i>
6.2.10	<i>Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών.....</i>	<i>173</i>
6.3	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΣ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ .....	185
6.3.1	<i>Αντιστάθμιση – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet .....</i>	<i>186</i>
6.3.2	<i>Αντιστάθμιση – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ΖΝΧ – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.....</i>	<i>191</i>
6.3.3	<i>Αντιστάθμιση – Ηλιακό Σύστημα για ΖΝΧ – Κουφώματα.....</i>	<i>204</i>
<b>7.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>210</b>
7.1	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ .....	210
7.2	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....	231
<b>8.</b>	<b>ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ.....</b>	<b>234</b>
<b>9.</b>	<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ .....</b>	<b>237</b>
9.1	ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (ΠΕΑ).....	237

## ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας 1.2.1 Επιπτώσεις κτηρίων στο περιβάλλον (Πηγή: US Environmental Protection Agency) .....	23
Πίνακας 2.4.1 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.) .....	37
Πίνακας 2.4.2 Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσεις του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.) .....	38
<b>Πίνακας 2.5.1</b> Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων. ....	40
Πίνακας 2.7.1 Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς... ..	44
Πίνακας 2.9.1 Ταξινόμηση των κτηρίων με βάση τη χρήση τους.....	46
Πίνακας 4.2.1 Καθορισμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενου χώρου εξεταζόμενου κτηρίου. ....	63
Πίνακας 4.3.1 Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων εξεταζόμενου κτηρίου. .	67
Πίνακας 4.3.2 Κουφώματα διαμερίσματος ισογείου.....	69
Πίνακας 4.3.3 Κουφώματα γραφείου ισογείου .....	69
Πίνακας 4.3.4 Κουφώματα διαμερισμάτων 1 <sup>ου</sup> και 2 <sup>ου</sup> ορόφου .....	70
Πίνακας 4.3.5 Περιγραφή συντελεστών σκίασης (Πηγή: TOTEE 20701-1) .....	71
Πίνακας 4.4.1 Λέβητας εξεταζόμενου κτηρίου.....	74
Πίνακας 4.4.2 Καυστήρας πετρελαίου εξεταζόμενου κτηρίου .....	75
Πίνακας 4.4.3 Τύπος κυκλοφορητή για το εξεταζόμενο κτήριο. ....	75
Πίνακας 4.4.4 Δεξαμενή καυσίμου εξεταζόμενου κτηρίου .....	76
Πίνακας 4.4.5 Κλειστό δοχείο διαστολής για το εξεταζόμενο κτήριο. ....	77
Πίνακας 4.4.6 Επιλογή καπνοδόχου για το εξεταζόμενο κτήριο. ....	77
Πίνακας 4.4.7 Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου .....	78
Πίνακας 4.4.8 Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου .....	80
Πίνακας 4.4.9 Χαρακτηριστικά συστήματος ZNX θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου. .	81
Πίνακας 4.4.10 Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. (Πηγή: TOTEE 20701-1).....	83
Πίνακας 4.4.11 Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμάδων ανά μονάδα επιφάνειας κουφώματος. (Πηγή: TOTEE 20701-1) .....	83
Πίνακας 4.4.12 Διείσδυση αέρα από κουφώματα για κάθε θερμική ζώνη εξεταζόμενης κατοικίας. ....	84
Πίνακας 4.4.13 Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους. (Πηγή: TOTEE 20701-1).....	85
Πίνακας 5.3.1 Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια (Πηγή: TOTEE-1).....	90
Πίνακας 6.2.1 Κουφώματα PVC και Θερμοδιακοπτόμενα που επιλέχθηκαν για την εξέταση του σεναρίου, με αντίστοιχους συντελεστές θερμοπερατότητας και ανηγμένα κόστη (Πηγή: Domil) .....	101
Πίνακας 6.2.2 Χαρακτηριστικά μονωτικών υλικών σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης..	109
Πίνακας 6.2.3 Στάδια κατασκευής συμβατικής και αντεστραμμένης μόνωσης δώματος (Πηγή: ΕΡΓΟΤΖΕΤ - Τεχνική Ενεργειακή) .....	115

Πίνακας 6.2.4 Σενάρια μόνωσης οροφής - Χαρακτηριστικά .....	116
Πίνακας 6.2.5 Συγκριτική αποτύπωση αποτελεσμάτων οικονομοτεχνικής ανάλυσης για θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής. ....	120
Πίνακας 6.2.6 Συγκριτική αποτύπωση των αποτελεσμάτων της τεχνικής ανάλυσης θερμομόνωση ταυτόχρονα στα δυο δομικά στοιχεία .....	124
Πίνακας 6.2.7 Προϊόντα για την επιλογή (I) της αντιστάθμισης - Κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού .....	130
Πίνακας 6.2.8 Προϊόντα για την επιλογή (II) της αντιστάθμισης με σύστημα θερμιδομέτρησης- Κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού .....	130
Πίνακας 6.2.9 Χαρακτηριστικά επιλεγμένου λέβητα pellet (Πηγή: Froling) .....	135
Πίνακας 6.2.10 Κόστη εργασιών αντικατάστασης λέβητα .....	135
Πίνακας 6.2.11 Φυσικές ιδιότητες Φ.Α. (Πηγή: TOTEE 20701-5/2012).....	139
Πίνακας 6.2.12 Τύπος λέβητα συμπίκνωσης φυσικού αερίου που εξετάζεται. ....	140
Πίνακας 6.2.13 Συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτήρια (Πηγή: TOTEE 20701-5/2012) .....	144
Πίνακας 6.2.14 Προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτηρίων (Πηγή: TOTEE 20701-5/2012).....	144
Πίνακας 6.2.15 Επιλογή μονάδας συμπαραγωγής για την εξέταση του σεναρίου (Πηγή: KraftWerk, <a href="http://kwk.info/">http://kwk.info/</a> ) .....	146
Πίνακας 6.2.16 Επιπλέον χαρακτηριστικά μεγέθη για μ-σηθ σε περίπτωση κάλυψης και αναγκών σε ZNX.....	146
Πίνακας 6.2.17 Ανάγκες ζεστού νερού διαφορετικών χρηστών (Πηγή: ΚΑΠΕ) .....	152
Πίνακας 6.2.18 Κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό ηλιακών μονάδων παραγωγής ZNX σε κατοικίες (Πηγή: ΚΑΠΕ) .....	152
Πίνακας 6.2.19 Επιλογή τύπου συλλέκτη ανάλογα με την χρήση (Πηγή: ΚΑΠΕ) .....	153
Πίνακας 6.2.20 Διαστασιολόγηση ηλιακών συλλεκτών (πηγή: ΚΑΠΕ).....	153
Πίνακας 6.2.21 Ενδεικτικά οικονομικά μεγέθη συστημάτων (Πηγή: ΚΑΠΕ).....	155
Πίνακας 6.2.22 Ηλιακοί συλλέκτες που επιλέχθηκαν για την κάλυψη αναγκών σε ZNX (Πηγές: ΜΑΛΤΕΖΟΣ, CALPAK) .....	156
Πίνακας 6.2.23 Χαρακτηριστικά μέρη επιλεγμένου μηχανικού αερισμού και κόστη για κάθε ζώνη.....	169
Πίνακας 6.2.24 Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών (Πηγή: ΣΕΦ).....	177
Πίνακας 6.2.25 Ενδεικτικές απώλειες ισχύος από σκίαση (Πηγή:ΣΕΦ).....	178
Πίνακας 6.2.26 Ενδεικτική απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς (Πηγή: ΣΕΦ) .....	179
Πίνακας 6.3.1 Συνδυασμοί Επεμβάσεων που εξετάζονται .....	185
Πίνακας 7.1.1 Ενεργειακή κατάταξη και καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση για κάθε σενάριο επέμβασης. ....	212
Πίνακας 7.1.2 Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για κάθε σενάριο επέμβασης. ....	213
Πίνακας 7.1.3 Ενεργειακή κατάταξη και κατανάλωση πρωτογενούς ανά τελική χρήση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων. ....	217
Πίνακας 7.1.4 Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων .....	218
Πίνακας 7.1.5 Κατανάλωση καυσίμων για κάθε σενάριο επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας και σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς.....	221

Πίνακας 7.1.6 Κατανάλωση καυσίμων για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς. ....	222
Πίνακας 7.1.7 Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και περίοδος αποπληρωμής για το κάθε σενάριο επέμβασης. ....	224
Πίνακας 7.1.8 Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και περίοδος αποπληρωμής για το κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων. ....	227

## ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1.1.1 Κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ ανά τομέα .....	18
Εικόνα 1.1.2 Καταμερισμός μορφών ενέργειας ανά τομέα [Πηγή: Eurostat].....	18
Εικόνα 1.1.3 Ρυθμός αύξησης καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα ανά τομέα .....	19
Εικόνα 1.1.4 Επιφάνεια κτιρίων ανά χρήση στην Ελλάδα [Πηγή: www.statistics.gr].....	19
Εικόνα 1.1.5 Κατανομή ελληνικών κτιρίων ανά χρήση [Πηγή: Ομάδα εξοικονόμησης ενέργειας-Ινστιτούτο μελετών περιβάλλοντος και βιώσιμης ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών] .....	20
Εικόνα 1.1.6 Κατανομή της Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας (Πηγή: Ελληνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, ΥΠΙΑΝ, 2008 ) .....	20
Εικόνα 1.1.7 Κατοικίες ανά χρονική περίοδο κατασκευής στην Ελλάδα (Πηγή: Knauf).....	21
Εικόνα 1.1.8 Ανάλυση Τελικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στον Οικιακό Τομέα (Πηγή: Ελληνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, ΥΠΙΑΝ, 2008).....	22
Εικόνα 1.2.1 Εκπομπές CO <sub>2</sub> για την Ε.Ε. ανά τομέα (Πηγή: Κ.Α. Μπαλαράς).....	23
Εικόνα 2.3.1 Πίνακας αποτελεσμάτων μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου .....	36
Εικόνα 2.4.1 Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας (U <sub>m</sub> ).....	39
Εικόνα 2.7.1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας. ....	45
Εικόνα 3.2.1 Γενική δομή εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό .....	50
Εικόνα 3.2.2 Μάσκα εισαγωγής δεδομένων στην «Ενεργειακή επιθεώρηση» .....	51
Εικόνα 3.2.3 Μάσκα εισαγωγής δεδομένων στην οθόνη «Κτήριο» .....	53
Εικόνα 3.2.4 Καρτέλα γενικών κατασκευαστικών στοιχείων κτηρίου .....	53
Εικόνα 3.2.5 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων Η/Μ εξοπλισμού εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης.....	53
Εικόνα 3.2.6 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων Η/Μ εξοπλισμού των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κυκλοφορίας.....	54
Εικόνα 3.2.7 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων συστήματος ΣΗΘ .....	54
Εικόνα 3.2.8 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων εγκατάστασης φωτοβολταϊκών .....	54
Εικόνα 3.2.9 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων εγκατάστασης ανεμογεννητριών .....	54
Εικόνα 3.2.10 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης .....	55
Εικόνα 3.2.11 Στοιχεία κτηριακού κελύφους της θερμικής ζώνης. ....	55
Εικόνα 3.2.12 Εισαγωγή δεδομένων για τα συστήματα της θερμικής ζώνης. ....	56
Εικόνα 3.2.13 Στοιχεία κελύφους μη θερμαινόμενου και ηλιακού χώρου. ....	56
Εικόνα 3.2.14 Μήνυμα πλήρους καταχώρησης - Διαθεσιμότητα αποτελεσμάτων.....	57
Εικόνα 3.2.15 Εμφάνιση κατηγοριών αποτελεσμάτων. ....	57
Εικόνα 3.2.16 Αποτελέσματα - Ενεργειακή κατάταξη.....	58
Εικόνα 3.2.17 Αποτελέσματα - Απαιτήσεις – Κατανάλωση .....	59
Εικόνα 3.2.18 Αποτελέσματα - Οικονομοτεχνική ανάλυση .....	60

Εικόνα 4.3.1 Κάτοψη υπογείου κτηρίου Σαρωνίδας.....	63
Εικόνα 4.3.2 Κάτοψη ισογείου κτηρίου Σαρωνίδας.....	64
Εικόνα 4.3.3 Κάτοψη 1 <sup>ου</sup> ορόφου κτηρίου Σαρωνίδας.....	64
Εικόνα 4.3.4 Κάτοψη 2 <sup>ου</sup> ορόφου κτηρίου Σαρωνίδας.....	64
Εικόνα 4.3.5 Κάτοψη δώματος κτηρίου Σαρωνίδας .....	65
Εικόνα 4.3.6 Βορινή όψη κτηρίου Σαρωνίδας .....	65
Εικόνα 4.3.7 Νότια όψη κτηρίου Σαρωνίδας .....	65
Εικόνα 4.3.8 Δυτική όψη κτηρίου Σαρωνίδας.....	66
Εικόνα 4.3.9 Ανατολική όψη κτηρίου Σαρωνίδας .....	66
Εικόνα 4.3.10 Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης $\alpha$ που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο ( $\alpha$ ) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο ( $\beta$ ) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1) .....	71
Εικόνα 4.3.11 Γραφική απεικόνιση της γωνίας $\beta$ , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο ( $\alpha$ ) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο ( $\beta$ ) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1) .....	72
Εικόνα 4.3.12 Γραφική απεικόνιση της γωνίας $\gamma$ που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο ( $\alpha$ ) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο ( $\beta$ ) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1) .....	72
Εικόνα 4.3.13 Γραφική απεικόνιση της γωνίας $\beta$ που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο ( $\alpha$ ) και σε ένα διαφανές στοιχείο ( $\beta$ ).....	73
Εικόνα 5.1.1 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων υπάρχοντος κτηρίου.....	86
Εικόνα 5.1.2 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων κτηρίου αναφοράς.....	86
Εικόνα 5.2.1 Αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων υπάρχοντος κτηρίου.....	87
Εικόνα 5.2.2 Αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων κτηρίου αναφοράς. ....	87
Εικόνα 5.3.1 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης υπάρχοντος κτηρίου - Σύγκριση με κτήριο αναφοράς. ....	89
Εικόνα 6.2.1 Κούφωμα PVC.....	96
Εικόνα 6.2.2 Κούφωμα αλουμινίου θερμοδιακοπτόμενο.....	99
Εικόνα 6.2.3 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης σεναρίων κουφωμάτων - Σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς.....	102
Εικόνα 6.2.4 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων σεναρίου 1 (κουφώματα PVC).....	103
Εικόνα 6.2.5 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων σεναρίου 2 (κουφώματα με θερμοδιακοπή).....	103
Εικόνα 6.2.6 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των δύο σεναρίων. ....	104
Εικόνα 6.2.7 Οδηγός θερμομόνωσης (Πηγή: Fibran XPS).....	107
Εικόνα 6.2.8 Σύστημα Knauf THERMOPROSOPSIS.....	109
Εικόνα 6.2.9 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας (για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm). ....	110
Εικόνα 6.2.10 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 50mm (σενάριο 1).....	111
Εικόνα 6.2.11 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 80mm (σενάριο 2).....	112
Εικόνα 6.2.12 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 100mm (σενάριο 3). ....	112



Εικόνα 6.2.13 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας.....	113
Εικόνα 6.2.14 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής (πάχη 50mm, 80mm, 100mm).....	117
Εικόνα 6.2.15 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 50mm (σενάριο 1).....	118
Εικόνα 6.2.16 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 80mm (σενάριο 2).....	119
Εικόνα 6.2.17 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 100mm (σενάριο 3).....	119
Εικόνα 6.2.18 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής.....	120
Εικόνα 6.2.19 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm).....	121
Εικόνα 6.2.20 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 1ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (50mm).....	122
Εικόνα 6.2.21 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 2ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (80mm).....	123
Εικόνα 6.2.22 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 3ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (100mm).....	123
Εικόνα 6.2.23 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (πάχη μονωτικού 50mm, 80mm, 100mm).....	124
Εικόνα 6.2.24 Σύστημα αντιστάθμισης Siemens.....	126
Εικόνα 6.2.25 Τυπική εγκατάσταση με αντιστάθμιση (Πηγή: Μοναχός, Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).....	127
Εικόνα 6.2.26 Αντιστάθμιση για τον έλεγχο της λειτουργίας του καυστήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).....	128
Εικόνα 6.2.27 Εισαγωγή αντιστάθμισης για τον έλεγχο τετράοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).....	128
Εικόνα 6.2.28 Εισαγωγή αντιστάθμισης για τον έλεγχο τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ).....	129
Εικόνα 6.2.29 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης εφαρμογής αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ και Β (σενάριο 1 και 2).....	131
Εικόνα 6.2.30 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εφαρμογή αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ (σενάριο 1).....	132
Εικόνα 6.2.31 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εφαρμογή αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Β (σενάριο 2).....	132
Εικόνα 6.2.32 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης εφαρμογής αντιστάθμισης για τα δύο σενάρια (κατηγορία Γ και Β διατάξεων αυτοματισμού).....	133
Εικόνα 6.2.33 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης με αντικατάσταση υπάρχοντος λέβητα με λέβητα βιομάζας (σενάριο 1).....	136
Εικόνα 6.2.34 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας.....	137
Εικόνα 6.2.35 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας.....	137

Εικόνα 6.2.36 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα συμπύκνωσης Φ.Α. (σενάριο 1).....	140
Εικόνα 6.2.37 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για λειτουργία με λέβητα συμπύκνωσης ΦΑ. ....	141
Εικόνα 6.2.38 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με λέβητα συμπύκνωσης Φ.Α. (σενάριο 1) .....	141
Εικόνα 6.2.39 Μικρο - Συμπαράγωγή (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ) .....	143
Εικόνα 6.2.40 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ (σενάριο 1). ....	147
Εικόνα 6.2.41 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων λειτουργίας με μ-ΣΗΘ .....	148
Εικόνα 6.2.42 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ (σενάριο 1) .....	148
Εικόνα 6.2.43 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ΖΝΧ (σενάριο 1) .....	149
Εικόνα 6.2.44 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ΖΝΧ. ....	150
Εικόνα 6.2.45 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ΖΝΧ (σενάριο 1) .....	151
Εικόνα 6.2.46 Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος "combi" (Πηγή: ΚΑΠΕ).....	154
Εικόνα 6.2.47 Ηλιακό σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης και ηλιακών για την εξεταζόμενη κατοικία από την εταιρία THEROS .....	157
Εικόνα 6.2.48 Προδιαγραφές ηλιακών συλλεκτών Acotec.....	158
Εικόνα 6.2.49 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση απλών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ΖΝΧ για δύο διαφορετικές κλίσεις συλλεκτών (σενάριο 1 και 2) .....	159
Εικόνα 6.2.50 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για ετήσια λειτουργία (37,58°) .....	160
Εικόνα 6.2.51 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για χειμερινή λειτουργία (52,58°).....	160
Εικόνα 6.2.52 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για εγκατάσταση απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2) .....	161
Εικόνα 6.2.53 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ΖΝΧ για δύο διαφορετικές κλίσεις συλλεκτών (σενάριο 1 και 2) .....	162
Εικόνα 6.2.54 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για ετήσια λειτουργία (37,58°) .....	163
Εικόνα 6.2.55 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για χειμερινή λειτουργία (52,58°).....	163
Εικόνα 6.2.56 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2).....	164
Εικόνα 6.2.57 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για κάλυψη αναγκών ΖΝΧ και υποβοήθηση θέρμανσης με κλίσεις συλλεκτών κενού για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2).....	165
Εικόνα 6.2.58 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών κενού για ετήσια λειτουργία (37,58°).....	166



Εικόνα 6.2.59 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών κενού για χειμερινή λειτουργία (52,58°).....	166
Εικόνα 6.2.60 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης έπειτα από την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίσεις συλλεκτών κενού για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2) .....	167
Εικόνα 6.2.61 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης έπειτα από την εφαρμογή μηχανικού αερισμού (σενάριο 1) .....	171
Εικόνα 6.2.62 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων έπειτα από την εφαρμογή μηχανικού αερισμού.....	172
Εικόνα 6.2.63 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης έπειτα από την εγκατάσταση μηχανικού αερισμού.....	173
Εικόνα 6.2.64 Διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος σε οικεία (Πηγή: ΣΕΦ).....	175
Εικόνα 6.2.65 Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: ΣΕΦ) .....	175
Εικόνα 6.2.66 Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: ΣΕΦ).....	176
Εικόνα 6.2.67 Ενδεικτικά έσοδα με βάση την εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών (Πηγή: ΣΕΦ).....	179
Εικόνα 6.2.68 Ενδεικτική χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στην ταράτσα της εξεταζόμενης κατοικίας.....	182
Εικόνα 6.2.69 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης έπειτα από την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (σενάριο 1) .....	183
Εικόνα 6.2.70 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων έπειτα από την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.....	184
Εικόνα 6.2.71 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης έπειτα από την εφαρμογή αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.....	184
Εικόνα 6.3.1 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 1a (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία). 186	186
Εικόνα 6.3.2 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1a_i (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία).....	187
Εικόνα 6.3.3 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1a_ii (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία) .....	187
Εικόνα 6.3.4 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 1a (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία) .....	188
Εικόνα 6.3.5 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 1b (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία). 189	189
Εικόνα 6.3.6 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1b_i (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία).....	190
Εικόνα 6.3.7 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1b_ii (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία) .....	190
Εικόνα 6.3.8 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 1b (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία) .....	191
Εικόνα 6.3.9 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2a (σενάριο 1, 2, 3 για πάχη μονώσεως 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	192

Εικόνα 6.3.10 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a_i (πάχος μόνωσης 50mm) .....	193
Εικόνα 6.3.11 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a_ii (πάχος μόνωσης 80mm) .....	193
Εικόνα 6.3.12 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a_iii (πάχος μόνωσης 100mm) .....	194
Εικόνα 6.3.13 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2a (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm) .....	194
Εικόνα 6.3.14 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2b (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	195
Εικόνα 6.3.15 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b_i (πάχος μόνωσης 50mm) .....	196
Εικόνα 6.3.16 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b_ii (πάχος μόνωσης 80mm) .....	196
Εικόνα 6.3.17 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b_iii (πάχος μόνωσης 100mm) .....	197
Εικόνα 6.3.18 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2b (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	197
Εικόνα 6.3.19 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2c (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	198
Εικόνα 6.3.20 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c_i (πάχος μόνωσης 50mm) .....	199
Εικόνα 6.3.21 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c_ii (πάχος μόνωσης 80mm) .....	199
Εικόνα 6.3.22 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c_iii (πάχος μόνωσης 100mm) .....	200
Εικόνα 6.3.23 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2c (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	200
Εικόνα 6.3.24 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2d (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	201
Εικόνα 6.3.25 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d_i (πάχος μόνωσης 50mm) .....	202
Εικόνα 6.3.26 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d_ii (πάχος μόνωσης 80mm) .....	202
Εικόνα 6.3.27 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d_iii (πάχος μόνωσης 100mm) .....	203
Εικόνα 6.3.28 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2d (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα) .....	203
Εικόνα 6.3.29 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 3a (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία) .....	204
Εικόνα 6.3.30 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3a_i (κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία).....	205
Εικόνα 6.3.31 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3a_ii (κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία) .....	205
Εικόνα 6.3.32 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 3a (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία) .....	206

Εικόνα 6.3.33 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 3b (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία) .....	207
Εικόνα 6.3.34 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3b_i (κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία).....	208
Εικόνα 6.3.35 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3b_ii (κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία).....	208
Εικόνα 6.3.36 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 3b (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία) .....	209

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

**ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΥΡΙΩΝ ΟΡΩΝ****ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ**

Υ.Π.Ε.Κ.Α.	Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
Ε.Ε.	Ευρωπαϊκή Επιτροπή
Π.Ε.Α.	Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης
Κ.Εν.Α.Κ.	Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων
Α.Π.Ε.	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
Σ.Η.Θ.	Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
Ζ.Ν.Χ.	Ζεστό Νερό Χρήσης
Κ.Ο.Χ.Ε.Ε.	Κανονισμός Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας
Κ.Θ.Κ.	Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων
Τ.Ε.Ε.	Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος
Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ.	Ειδική Υπηρεσία Επιθεωρητών Ενέργειας
Τ.Ο.Τ.Ε.Ε.	Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος
Ι.Ε.Π.Β.Α.	Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης
Ε.Α.Α.	Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
Φ.Α.	Φυσικό Αέριο

**ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΙ**

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	m <sup>2</sup>	Εμβαδό, επιφάνεια
b	-	Μειωτικός συντελεστής
c	J/(kg·K)	Ειδική θερμοχωρητικότητα
d	M	Πάχος
h	M	Ύψος
l	M	Μήκος
R	(m <sup>2</sup> ·K)/W	Θερμική αντίσταση
U	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Συντελεστής θερμοπερατότητας
V	m <sup>3</sup>	όγκος
z	M	Βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους
θ	K ή °C	Θερμοκρασία
λ	W/(m·K)	Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας
ρ	kg/m <sup>3</sup>	Πυκνότητα

**ΔΕΙΚΤΕΣ**

Σύμβολα	Ερμηνεία
A	Αέρας
a, α	Εξωτερικό περιβάλλον
B	Έδαφος
cw	Τοιχοπέτασμα – υαλοπέτασμα
e	Επιφανειακός
F	Δάπεδο
FA	Δάπεδο σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (πυλωτή)
FB	Δάπεδο σε επαφή με το έδαφος

FU	Δάπεδο σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους
f	Πλαίσιο κουφώματος
g	Υαλοπίνακας κουφώματος
gf	Γυάλινες προσόψεις
i	Εσωτερικό περιβάλλον
iu	Δομικό στοιχείο που διαχωρίζει το θερμαινόμενο από το μη θερμαινόμενο χώρο
m	Μέση τιμή
n, v	Πλήθος
R	Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφή)
RU	Οροφή κάτω από μη θερμομονωμένη στέγη
T	Εξωτερικός τοίχος
TB	Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με το έδαφος
TU	Εξωτερικός τοίχος σε επαφή με μη θερμαινόμενο χώρο
U, u	Μη θερμαινόμενος χώρος
W	Κούφωμα
ολ.	Σύνολο

## ΜΕΓΕΘΗ

Σύμβολα	Μονάδες	Ερμηνεία
A	m <sup>2</sup>	Εμβαδό επιφάνειας
A <sub>f</sub>	m <sup>2</sup>	Εμβαδό επιφάνειας του πλαισίου του κουφώματος
A <sub>g</sub>	m <sup>2</sup>	Εμβαδό επιφάνειας του υαλοπίνακα ενός κουφώματος ή ενός τοιχοπετάσματος – υαλοπετάσματος
A <sub>iu</sub>	m <sup>2</sup>	Εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα θερμαινόμενο χώρο από ένα μη θερμαινόμενο χώρο
A <sub>ua</sub>	m <sup>2</sup>	Εμβαδό επιφάνειας του δομικού στοιχείου που διαχωρίζει ένα μη θερμαινόμενο χώρο από το εξωτερικό περιβάλλον
b	-	Μειωτικός συντελεστής
b <sub>u</sub>	-	Μειωτικός συντελεστής για την απομείωση της υπολογισθείσας ροής θερμότητας μέσω του διαχωριστικού δομικού στοιχείου μεταξύ ενός θερμαινόμενου και μη θερμαινόμενου χώρου
U	W/(m <sup>2</sup> ·K)	Συντελεστής θερμοπερατότητας
Ψ	W/(m·K)	Συντελεστής γραμμικής θερμοπερατότητας

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 Κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα

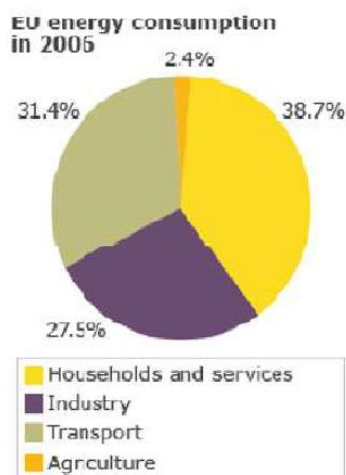
Ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η κατανάλωση αυτή, είτε σε μορφή θερμικής (κυρίως πετρέλαιο) είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα, εκτός της σημαντικής οικονομικής επιβάρυνσης λόγω του υψηλού κόστους της ενέργειας, τη μεγάλη επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

#### 1.1.1 Η κατάσταση στην Ευρώπη

Η Ευρώπη των 27 αδυνατεί να αντισταθμίσει αδυνατεί να αντισταθμίσει τα ποσά ενέργειας που καταναλώνει με αυτά που μπορεί να παράγει. Είναι χαρακτηριστικό το γεγονός ότι ο ρυθμός ζήτησης ενέργειας στα κράτη μέλη από το 1986 είναι ανοδικός κατά 1% με 2% ετησίως, ενώ ταυτόχρονα υπάρχει μια συνεχής εξάρτηση όσον αφορά στον εφοδιασμό σε πετρέλαιο και φυσικό αέριο από πηγές εκτός των συνόρων της.

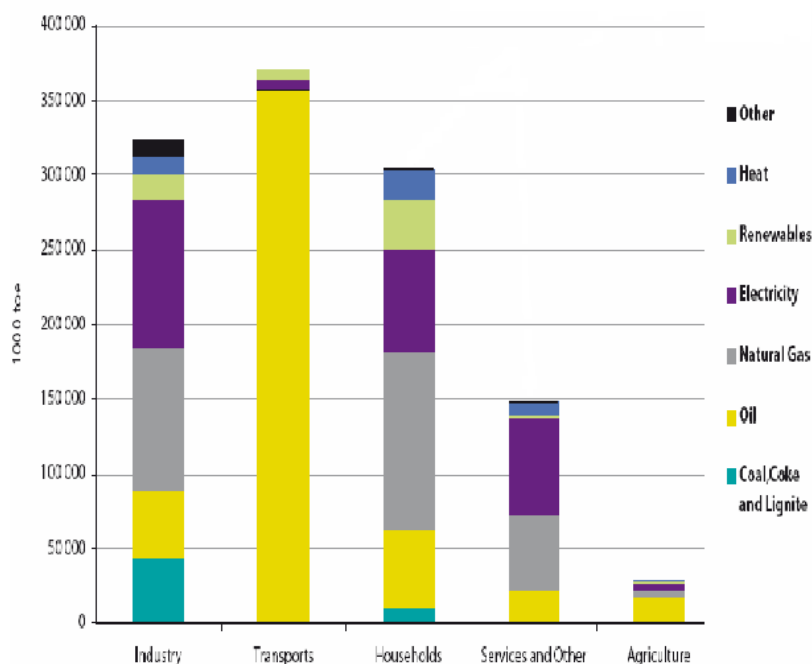
Η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και η αποτροπή της ενεργειακής σπατάλης αποτελούν μείζονα στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ). Σύμφωνα με εκθέσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, οι κύριες πηγές ρύπανσης συγκεντρώνονται στις πόλεις. Τα αστικά κέντρα συγκεντρώνουν το 80% του πληθυσμού και καταναλώνουν το 75% της ενέργειας. Με βάση τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής η κατανάλωση ενέργειας στον κτηριακό τομέα για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό αντιστοιχεί στο 36% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης της Ευρώπης.

Παράλληλα, η χρήση αλλά και η παραγωγή της ενέργειας ευθύνονται για το 94% των εκπομπών CO<sub>2</sub>, από τις οποίες το 45% προέρχεται από τον κτηριακό τομέα. Σε απόλυτες τιμές, ο κτηριακός τομέας (τα νοικοκυριά και ο τριτογενής τομέας) στην Ευρώπη αποτελεί τον μεγαλύτερο καταναλωτή της τελικής ενέργειας (40%). Η μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια κατοικιών κυμαίνεται μεταξύ 150 και 230 kWh/m<sup>2</sup>. Στην Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων κυμαίνεται μεταξύ 200 και 400 kWh/m<sup>2</sup>, η οποία είναι δύο ή και τρεις φορές μεγαλύτερη σε σχέση με την αντίστοιχη στην Δυτική Ευρώπη. Στη Νότια Ευρώπη η μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας είναι ίση με 140 kWh/m<sup>2</sup> στα σπίτια και 96 kWh/m<sup>2</sup> στα διαμερίσματα που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και, αντίστοιχα, 92 – 123 kWh/m<sup>2</sup> και 75 – 94 kWh/m<sup>2</sup> σήμερα.



Εικόνα 1.1.1 Κατανάλωση ενέργειας στην ΕΕ ανά τομέα

Οι επεμβάσεις στον κτιριακό τομέα με σκοπό την ελάττωση της καταναλισκόμενης ενέργειας είναι ξεκάθαρος στόχος της ΕΕ, καθώς όχι μόνο μπορεί να επιτευχθεί μεγάλη μείωση στην απαιτούμενη ενέργεια, αλλά παράλληλα βελτιώνεται και το εσωκλίμα του κτιρίου που είναι απαραίτητο για την άνεση των χρηστών του. Στον οικιακό τομέα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα, παρατηρείται ότι η ενέργεια που απαιτείται για τα κτίρια προέρχεται από διάφορες μορφές (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ηλεκτρική ενέργεια κ.α.). Αντίθετα στον τομέα των μεταφορών υπάρχει σχεδόν αποκλειστική χρήση του πετρελαίου. Δεδομένου των παραπάνω, οι επιλογές για τις επεμβάσεις στον κτιριακό τομέα είναι περισσότερες, αφού υπάρχουν πολλοί τρόποι παροχής ενέργειας στο κτίριο.

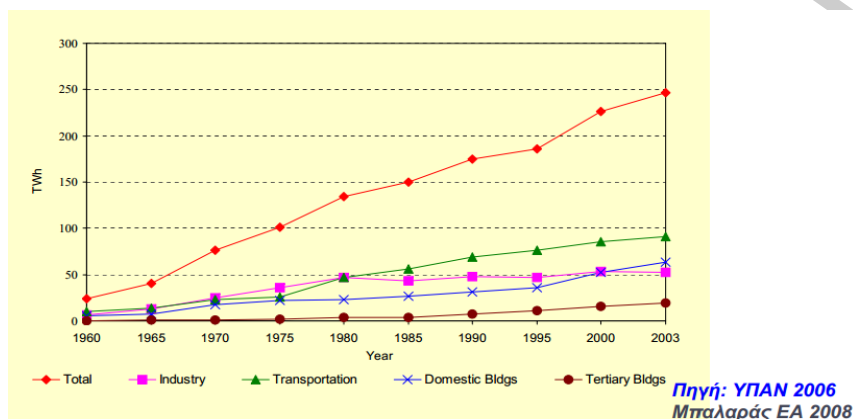


Εικόνα 1.1.2 Καταμερισμός μορφών ενέργειας ανά τομέα [Πηγή: Eurostat]



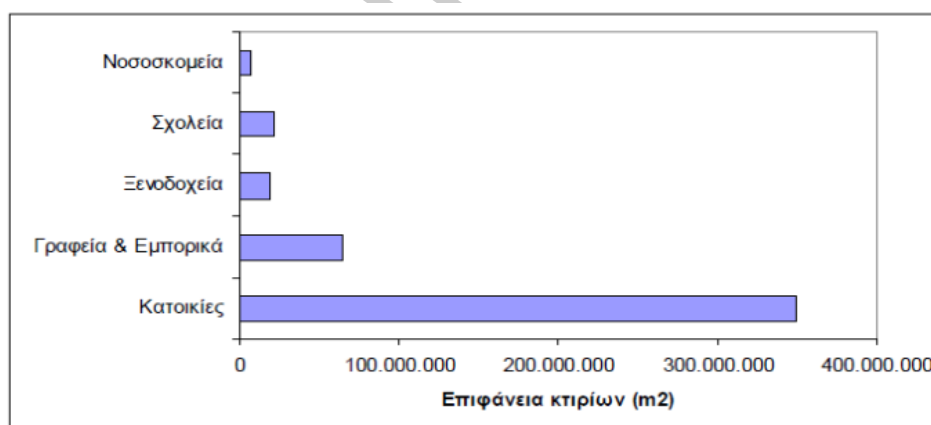
### 1.1.2 Η κατάσταση στην Ελλάδα

Ανάλογη με την Ευρώπη είναι και η κατάσταση στην Ελλάδα, όπου ο οικιακός τομέας καταναλώνει σχεδόν το 30% της ενέργειας της χώρας και προκαλεί το 40% των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Ο μέσος ρυθμός αύξησης της καταναλισκόμενης ενέργειας για τα ελληνικά κτήρια την περίοδο 1980-2003 είναι 2,8%, ενώ για τον κτηριακό τομέα είναι πάνω από 7%.



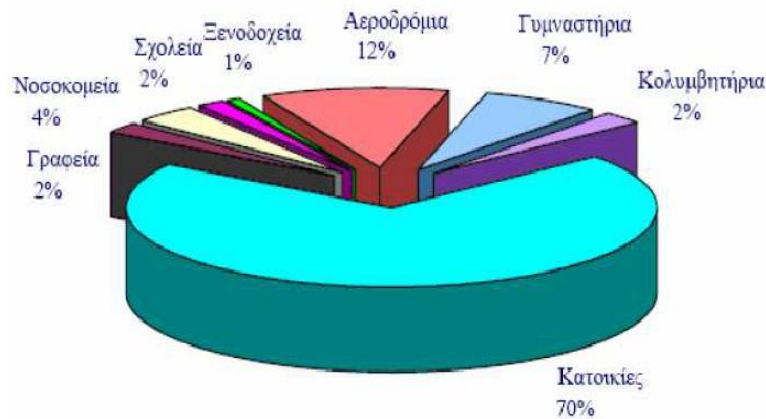
Εικόνα 1.1.3 Ρυθμός αύξησης καταναλισκόμενης ενέργειας στην Ελλάδα ανά τομέα

Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η συνολική επιφάνεια των κτιρίων ανά χρήση. Όπως είναι φανερό το μεγαλύτερο ποσοστό αριθμού κτιρίων αλλά και επιφάνειας κτιρίων, ανήκει στις κατοικίες. Για το λόγο αυτό οι κατοικίες συμμετέχουν δυναμικά στο ενεργειακό πρόβλημα της χώρας μας.



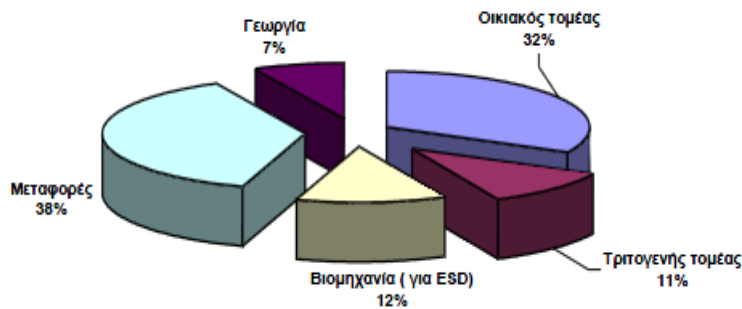
Εικόνα 1.1.4 Επιφάνεια κτιρίων ανά χρήση στην Ελλάδα [Πηγή: www.statistics.gr]

Ο κτιριακός τομέας στην Ελλάδα αποτελείται κατά 70% από κτίρια οικιακού τομέα, ενώ το 30% αποτελείται από κτίρια του τριτογενή τομέα (αθλητικές εγκαταστάσεις, ξενοδοχεία, αεροδρόμια, σχολεία, εμπορικά καταστήματα κ.α.) όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



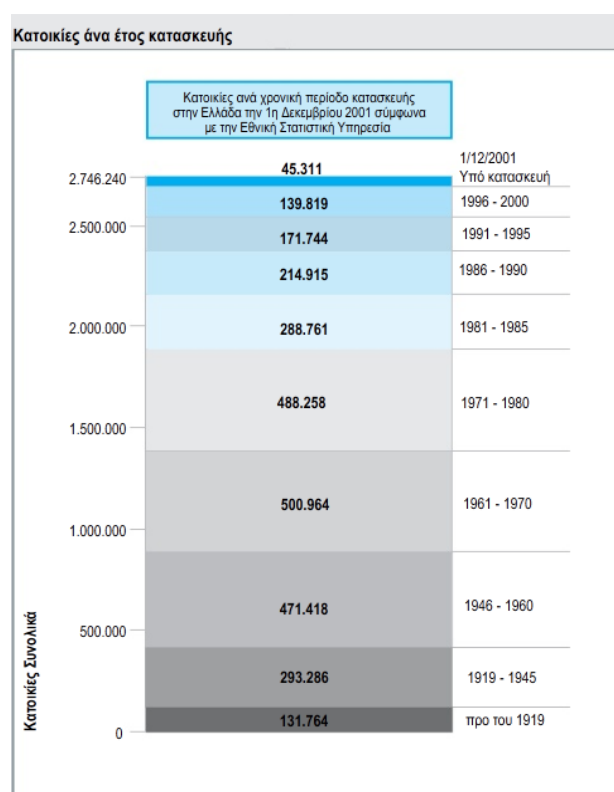
**Εικόνα 1.1.5** Κατανομή ελληνικών κτιρίων ανά χρήση [Πηγή: Ομάδα εξοικονόμησης ενέργειας-Ινστιτούτο μελετών περιβάλλοντος και βιώσιμης ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών]

Σύμφωνα με τα επίσημα δημοσιευμένα ενεργειακά στοιχεία της EUROSTAT Statistical Office of the European Communities - Energy statistics, Αύγουστος 2007, Παράρτημα Α, και συγκεκριμένα της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά την πενταετία 2001-2005, οι μεταφορές και ο οικιακός τομέας είναι οι τομείς με τις υψηλότερες καταναλώσεις 38% και 32% αντίστοιχα, και ακολουθεί η βιομηχανία όπου δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις που εμπίπτουν στην εμπορία εκπομπών.



**Εικόνα 1.1.6** Κατανομή της Τελικής Κατανάλωσης Ενέργειας (Πηγή: Ελληνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, ΥΠΑΝ, 2008 )

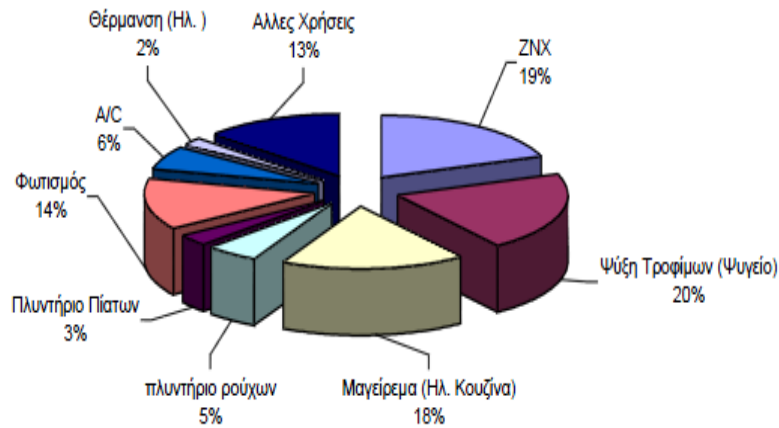
Σύμφωνα με την ΕΣΥΕ, στη χώρα μας υπάρχουν περίπου 4 εκατ. κτήρια από τα οποία το 77% είναι κατοικίες. Η μέση κατοικία υπολογίζεται ότι έχει εμβαδόν 82 m<sup>2</sup> και κατοικούν σε αυτήν 2,8 άτομα. Η Ελλάδα έχει από τις μεγαλύτερες τιμές κατανάλωσης ενέργειας ανάμεσα στις Μεσογειακές χώρες, και το ποσό αυτό συνεχώς αυξάνεται. Συγκεκριμένα, τα ελληνικά νοικοκυριά καταναλώνουν περίπου 30% περισσότερη ενέργεια από αυτά της Ισπανίας, περίπου διπλάσια από της Πορτογαλίας, και σημαντικά μεγαλύτερη από βόρειες χώρες όπως το Βέλγιο, όπου ο χειμώνας είναι βαρύτερος (Πηγή Eurostat).



Εικόνα 1.1.7 Κατοικίες ανά χρονική περίοδο κατασκευής στην Ελλάδα (Πηγή: Knauf)

Η συνολική ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα είναι περίπου 61 GJ, ή 16.950 kWh.

Η μέση **ηλεκτρική** κατανάλωση (για μαγείρεμα, φωτισμό, κλιματισμό, ψύξη/κατάψυξη τροφών, διασκέδαση κ.ά.) ανά ημέρα ανά νοικοκυριό στην Ελλάδα είναι 11 kWh. Τέλος, σύμφωνα με στοιχεία της ΔΕΗ, η ετήσια κατανάλωση ηλεκτρισμού ανά κάτοικο το 2007 ήταν 4.970 kWh, ενώ το 2000 4.113 kWh. Η ηλεκτρική κατανάλωση ενέργειας στον οικιακό τομέα συμμετέχει κατά 27% στο σύνολο της τελικής κατανάλωσης του Μ.Ο. της πενταετίας 2001-2005 του οικιακού τομέα, ενώ το υπόλοιπο 73% δαπανάται για τις θερμικές ανάγκες, κυρίως για θέρμανση χώρων και ζεστό νερό χρήσης. Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται πιο αναλυτικά η κατανομή της κατανάλωσης ηλεκτρισμού σε μια κατοικία.



**Εικόνα 1.1.8** Ανάλυση Τελικής Κατανάλωσης Ηλεκτρικής Ενέργειας στον Οικιακό Τομέα (Πηγή: Ελληνικό Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης, ΥΠΙΑΝ, 2008)

Η μέση κατανάλωση ενέργειας για **θέρμανση** κυμαίνεται από 107 έως 130 kWh/m<sup>2</sup>/έτος (αντιστοιχεί στο 60% περίπου του συνολικού φορτίου ενός μέσου ελληνικού νοικοκυριού). Οι κατοικίες με κεντρικό σύστημα θέρμανσης, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο σχεδόν αποκλειστικά το πετρέλαιο αντιστοιχούν στο 35,5% του συνόλου. Το υπόλοιπο 64% είναι αυτόνομα θερμαινόμενες κατοικίες που χρησιμοποιούν σε ποσοστό 25% πετρέλαιο, 12% ηλεκτρισμό και 18% καυσόξυλα (τα τελευταία μόνο χρόνια έχει αρχίσει και η χρήση φυσικού αερίου για το σκοπό αυτό).

Το ποσό ενέργειας που δαπανάται για θέρμανση στις κατοικίες εξαρτάται από την θερμομόνωση του κτηρίου, η οποία συνήθως σχετίζεται και με το έτος κατασκευής του. Για παράδειγμα, μια μονοκατοικία κτισμένη πριν το 1980 (χρονιά εφαρμογής του Κανονισμού Θερμομόνωσης) καταναλώνει για θέρμανση περίπου 140 kWh/m<sup>2</sup> (τυπική τιμή), ενώ αντίστοιχα για μια μονοκατοικία κτισμένη μετά το 1980 η κατανάλωση μειώνεται σε 92 - 123 kWh/m<sup>2</sup>. Οι αντίστοιχες τιμές για πολυκατοικίες είναι 96 kWh/m<sup>2</sup> (κατασκευή προ του 1980) και 75 - 94 kWh/m<sup>2</sup> (κατασκευή μετά το 1980).

Η ενέργεια που αντιστοιχεί στη **θέρμανση ζεστού νερού** για κάθε νοικοκυριό είναι το 12-15% της συνολικής. Σε απόλυτη τιμή αυτή αντιστοιχεί στη θέρμανση περίπου 40 λίτρων/άτομο ανά ημέρα νερού που καταναλώνει ένα άτομο για τις ανάγκες του (ντους, πλύσιμο πιάτων, πλύσιμο ρούχων κ.ά.). Για μια τετραμελή οικογένεια, αυτό συνεπάγεται 160 λίτρα ζεστού νερού την ημέρα. Εάν θερμανθεί το νερό αυτό με ηλεκτρική ενέργεια από τη μέση θερμοκρασία των 15°C μέχρι τη θερμοκρασία των 50°C που είναι συνήθως η θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης, θα καταναλωθούν περίπου 6,5 kWh. Καθ' όλο το έτος θα καταναλωθούν για ζεστό νερό 2.370 kWh.

## 1.2 Κτήριο και Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις

Τα κτήρια έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον σε όλα τα στάδια ζωής τους - από την κατασκευή, την χρήση, την συντήρηση, την ανακαίνιση ως και την κατεδάφισή τους. Εξαιτίας της σημασίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, οι περισσότερες σχετικές μελέτες

εστιάζουν στα θέματα της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών CO<sub>2</sub> που συνδέονται με τα κτήρια.

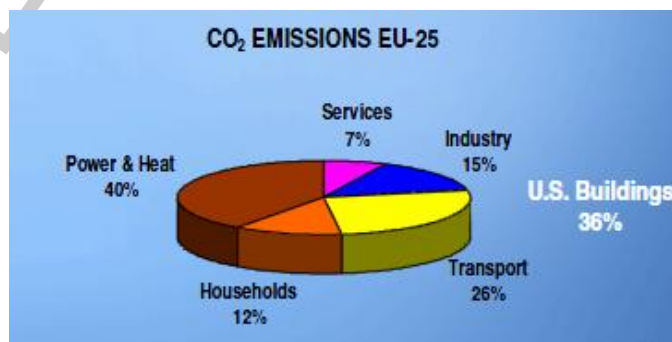
Η οικοδομική δραστηριότητα καταναλώνει το 16% των παγκόσμιων υδάτινων αποθεμάτων, το 30 – 40% της παγκόσμιας ενέργειας, ενώ δεσμεύει περισσότερο από το 50% των πρώτων υλών που εξάγονται (Chrisna du Plessis, 2002). Ως αποτέλεσμα της αυξημένης κατανάλωσης πρώτων υλών και ενέργειας, ο κατασκευαστικός κλάδος παράγει το 40 – 50% των απορριμμάτων που καταλήγουν στις χωματερές, ενώ είναι υπεύθυνος για το 20 – 30% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και οξειδία του αζώτου).

Η EPA στην ιστοσελίδα της (U.S. Environmental Protection Agency) παρέχει αρκετές πληροφορίες σε θέματα πράσινων κτηρίων και επιπτώσεων της κατασκευαστικής δραστηριότητας. Οι βασικές επιπτώσεις των κτηρίων παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

**Πίνακας 1.2.1** Επιπτώσεις κτηρίων στο περιβάλλον (Πηγή: US Environmental Protection Agency)

Φάση Κτηρίου	Κατανάλωση	Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις	Τελικές Επιπτώσεις
· Χωροθέτηση	· Ενέργεια	· Απόβλητα	· Βλάβη στην Ανθρώπινη Υγεία
· Σχεδιασμός	· Νερό	· Ατμοσφαιρική ρύπανση	· Υποβάθμιση Περιβάλλοντος
· Κατασκευή	· Υλικά	· Ρύπανση υδάτων	· Απώλεια Φυσικών Πόρων
· Λειτουργία	· Φυσικοί πόροι	· Ρύπανση εσωτερικών χώρων	
· Συντήρηση		· Φαινόμενο θερμικής νησίδας	
· Ανακαίνιση		· Απορροή όμβριων υδάτων	
· Κατεδάφιση		· Θόρυβος	

Όπως έχει ήδη αναφερθεί τα **ευρωπαϊκά κτήρια** καταναλώνουν το 40% της συνολικής ενέργειας, ενώ παράλληλα ευθύνονται για το 35% των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, καταναλώνουν το 35% των πρώτων υλών, παράγουν το 10-35% των δομικών αποβλήτων και διαθέτουν ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις χαμηλής απόδοσης (Μπαλαράς, 2001).



**Εικόνα 1.2.1** Εκπομπές CO<sub>2</sub> για την Ε.Ε. ανά τομέα (Πηγή: Κ.Α. Μπαλαράς)

Τα κτήρια κατοικιών είναι η τέταρτη πιο σημαντική πηγή εκπομπών αερίων θερμοκηπίου στην Ευρωπαϊκή Ένωση συνεισφέροντας το 10% των συνολικών εκπομπών αερίου, καθώς είναι υπεύθυνα για εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα λόγω της χρήσης ηλεκτρικής ενέργειας και της παραγωγής θερμότητας. Αντίστοιχα, τα εμπορικά κτήρια κατατάσσονται πέμπτα σε αυτή τη λίστα συνεισφέροντας το 3,7% των ολικών εκπομπών CO<sub>2</sub>. Συνυπολογίζοντας την κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, τα κτήρια είναι υπεύθυνα για το 1/3 της συνολικής ενέργειας που συνδέεται με τις εκπομπές CO<sub>2</sub> (Balaras et al., 2007).

Η δημιουργία αποβλήτων από τις κατασκευές είναι άλλη μια σημαντική περιβαλλοντική επίπτωση των κτιρίων. Σύμφωνα με την ΕΕΑ (European Environment Agency), τα μπάζα από την κατασκευή και την κατεδάφιση των κτιρίων αποτελούν το 10-33% των συνολικών στερεών αποβλήτων, με τα μπάζα κατεδάφισης να αποτελούν το 40-50% των στερεών αποβλήτων που συνδέονται με τα κτήρια, τα μπάζα από την ανακαίνιση κτιρίων το 30-50% και τα μπάζα κατασκευής το 10-20% (Balaras et al., 2007).

Στην **Ελλάδα**, το 70% των κτιρίων είναι χωρίς μόνωση αφού κατασκευάστηκαν πριν το 1981 οπότε και εκδόθηκε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων, το 20% έχουν ελλιπή μόνωση και μόνο το 10% εκτιμάται ότι έχουν επαρκή μόνωση. Ο μέσος ρυθμός αύξησης κατανάλωσης ενέργειας κατά το χρονικό διάστημα 1980 - 2003 είναι 2,8%. Η αντίστοιχη τιμή για τον κτιριακό τομέα είναι πάνω από 7%. Η κατανάλωση ενέργειας στα κτήρια είναι 85,9 TWh, δηλαδή τα κτήρια είναι υπεύθυνα για το 34% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα (Ενεργειακό Ισοζύγιο στην Ελλάδα το 2008). Το 61% της ενέργειας καταναλώνεται για θέρμανση στην περίπτωση των κατοικιών, για μαγείρεμα το 13% και για θέρμανση νερού το 10% της ενέργειας (Balaras, 2007). Σύμφωνα με τον Οδηγό για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες (Μπαλαράς, 2001), όσον αφορά τις ελληνικές κατοικίες, από αυτές μόνο το:

- 5,1% έχουν μόνωση εξωτερικών τοίχων,
- 2,1% έχουν διπλά τζάμια,
- 30,4% έχουν μόνωση δώματος,
- 12,7% έχουν μόνωση πυλωτής,
- 1,5% έχουν μόνωση δαπέδου,
- 4,2% έχουν μόνωση σωληνώσεων στην εγκατάσταση θέρμανσης.

Τα ελληνικά κτήρια ευθύνονται περίπου για το 44% των συνολικών εκπομπών ρύπων που εκλύονται ετησίως (Δρούτσα και Γαγλία, 2008).



## 2. ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΗ και ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

### 2.1 Ορισμοί

Τόσο στο Νόμο 3661/2008 όσο και στον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων εμπεριέχονται κάποιοι βασικοί ορισμοί που είναι χρήσιμο να αναφερθούν.

- «Κτήριο»: Στεγασμένη κατασκευή με τοίχους, για την οποία χρησιμοποιείται ενέργεια προς ρύθμιση των εσωτερικών κλιματικών συνθηκών. Ο όρος «κτήριο» μπορεί να αφορά το κτήριο στο σύνολό του ή σε τμήματα αυτού, τα οποία έχουν μελετηθεί ή έχουν τροποποιηθεί για να χρησιμοποιούνται χωριστά.
- «Ενεργειακή απόδοση κτηρίου»: Η ποσότητα ενέργειας που πράγματι καταναλώνεται ή εκτιμάται ότι ικανοποιεί τις διάφορες ανάγκες που συνδέονται με τη συνήθη χρήση του κτηρίου, οι οποίες μπορεί να περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη θέρμανση, την παραγωγή θερμού νερού, την ψύξη, τον εξαερισμό και το φωτισμό. Η ποσότητα αυτή εκφράζεται με έναν ή περισσότερους αριθμητικούς δείκτες, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη τη μόνωση, τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης, το σχεδιασμό και τη θέση του κτηρίου σε σχέση με κλιματολογικούς παράγοντες, την έκθεση στον ήλιο και την επίδραση γειτονικών κατασκευών, την παραγωγή ενέργειας του ίδιου του κτηρίου και άλλους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή ζήτηση, στους οποίους περιλαμβάνονται και οι κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό του κτηρίου.
- «Ενεργειακή Επιθεώρηση»: Η διαδικασία εκτίμησης των πραγματικών καταναλώσεων ενέργειας, των παραγόντων που τις επηρεάζουν, καθώς και των μεθόδων βελτίωσης για την εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα. Οι ενεργειακές επιθεωρήσεις διενεργούνται από τους ενεργειακούς επιθεωρητές της επόμενης παραγράφου, καθώς και από νομικά πρόσωπα, οιασδήποτε νομικής μορφής, των οποίων ένα τουλάχιστον μέλος ή εταίρος ή υπάλληλος (με οποιαδήποτε μορφή σύμβασης απασχόλησης) κατέχει ατομική Άδεια Ενεργειακού Επιθεωρητή.
- «Ενεργειακός Επιθεωρητής»: Φυσικό πρόσωπο που διενεργεί ενεργειακές επιθεωρήσεις κτηρίων ή/και λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης ή/και εγκαταστάσεων κλιματισμού, το οποίο έχει αποκτήσει σχετική προς τούτο άδεια.
- «Πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου»: Πιστοποιητικό αναγνωρισμένο από το Υπουργείο Ανάπτυξης ή άλλον φορέα που αυτό ορίζει, το οποίο εκδίδεται από τον Ενεργειακό Επιθεωρητή Κτηρίων και αποτυπώνει την ενεργειακή απόδοση ενός κτηρίου.
- «ΣΗΘ (συμπαγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας)»: Η ταυτόχρονη παραγωγή χρήσιμης θερμικής ενέργειας και ηλεκτρικής ή/και μηχανικής ενέργειας από την ίδια αρχική ενέργεια.
- «Σύστημα κλιματισμού»: Ο συνδυασμός όλων των απαιτούμενων κατασκευαστικών στοιχείων για την παροχή μιας μορφής επεξεργασίας του αέρα, κατά την οποία ελέγχεται ή μπορεί να ελαττωθεί η θερμοκρασία, ενδεχομένως σε συνδυασμό με τον έλεγχο του αερισμού, της υγρασίας και της καθαρότητας του αέρα.
- «Λέβητας»: Ο συνδυασμός σώματος λέβητα και μονάδας καυστήρα που είναι σχεδιασμένος για να μεταβιβάζει στο νερό τη θερμότητα που παράγεται από την καύση.



- «Ωφέλιμη ονομαστική ισχύς» (εκφραζόμενη σε kW): Η μέγιστη θερμική ισχύς, την οποία αναφέρει και εγγυάται ο κατασκευαστής, ως παρεχόμενη κατά τη συνεχή λειτουργία με ταυτόχρονη τήρηση της ωφέλιμης απόδοσης που προσδιορίζεται από τον κατασκευαστή.
- «Αντλία θερμότητας»: Διάταξη ή συσκευή, η οποία χρησιμοποιεί μηχανική ενέργεια για να μεταφέρει θερμότητα από ένα χώρο («πηγή») σε χαμηλότερη θερμοκρασία, προς άλλο χώρο («δεξαμενή θερμότητας») σε υψηλότερη θερμοκρασία.
- «Κτήριο αναφοράς»: κτήριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο. Το κτήριο αναφοράς πληροί τις ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη ΘΨΚ των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή ΖΝΧ και το φωτισμό.
- «Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτηρίου»: το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτηρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτηρίου ανά έτος σε kWh/(m<sup>2</sup> · έτος). Ειδικά για τα κτήρια κατοικίας στη συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.
- «Απόδοση συστήματος ή συντελεστής απόδοσης»: είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για τη λειτουργία του.
- «Εσωτερικά κέρδη»: οι θερμικές πρόσδοτοι ενός χώρου κτηρίου από εσωτερικές πηγές θερμότητας, όπως άνθρωποι, φωτιστικά σώματα, ηλεκτρικές συσκευές, εξοπλισμός γραφείου κ.α.
- «Ηλιακά κέρδη»: οι θερμικές πρόσδοτοι εντός του κτηρίου μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας και της μετατροπής της σε θερμότητα. Διακρίνονται σε άμεσα κέρδη τα οποία οφείλονται στην ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται μέσω των παραθύρων και λοιπών ανοιγμάτων και σε έμμεσα κέρδη που προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία που απορροφάται από αδιαφανή στοιχεία.
- «Θερμομόνωση κτηρίων»: είναι το σύνολο των κατασκευαστικών μέτρων που λαμβάνονται για τη μείωση της μετάδοσης θερμότητας μεταξύ των εσωτερικών χώρων κτηρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και μεταξύ εσωτερικών χώρων με διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.
- «Θερμογέφυρα»: θερμοαγώγιμο υλικό που έχει διεισδύσει ή παρακάμψει ένα σύστημα θερμομόνωσης, δίνοντας τη δυνατότητα μεταφοράς θερμότητας μέσω της διαδρομής που δημιουργεί.
- «Θερμική ζώνη κτηρίου»: Σύνολο (ομάδα) χώρων μέσα στο κτήριο με όμοιες απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες και χρήση. Οι θερμικές ζώνες καθορίζονται με βάση τα παρακάτω κριτήρια:
  - Η επιθυμητή θερμοκρασία των εσωτερικών χώρων διαφέρει περισσότερο από 4 K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
  - Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση / λειτουργία.
  - Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται με διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού λόγω διαφορετικών εσωτερικών συνθηκών.
  - Υπάρχουν χώροι στο κτήριο 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.
- «Συντελεστής σκίασης»: η ικανότητα ενός σκιάστρου να περιορίζει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής σκίασης, τόσο λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο εσωτερικό του κτηρίου ή/και προσπίπτει στα εξωτερικά δομικά στοιχεία.
- «COP: συντελεστής επίδοσης»: ο συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για θέρμανση), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «EER: λόγος ή δείκτης ενεργειακής αποδοτικότητας»: ο συντελεστής συμπεριφοράς των ψυκτικών μονάδων στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «SPF: εποχιακός βαθμός απόδοσης»: ο μέσος εποχιακός συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας στις μέσες συνθήκες λειτουργίας ψύξης/θέρμανσης, όπως δίδονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- «Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής»: το ποσοστό συνολικών θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής επί της συνολικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση χώρων ή ψύξη χώρων ή ZNX) του κτηρίου ή της θερμικής ζώνης.
- «Θερμική αγωγιμότητα λ»: ιδιότητα του υλικού και καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία διαρρέει κάθετα μια επιφάνεια που βρίσκεται σε θερμοκρασιακό πεδίο. Ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας λ καθορίζει την θερμομονωτική ικανότητα του υλικού και δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία ρέει, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από την επιφάνεια του υλικού διαστάσεως 1m<sup>2</sup>, και η θερμοκρασιακή πτώση κατά την κατεύθυνση της ροής θερμότητας είναι 1 K ανά 1 (m) πάχους επιφάνειας. Μονάδες λ: (W/m·K).
- «Συντελεστής θερμοπερατότητας U»: χαρακτηρίζει τη μετάδοση θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας υπόψη τη μετάδοση θερμότητας μέσω αγωγής και μετάβασης εκατέρωθεν του στοιχείου. Η θερμοπερατότητα καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία μεταδίδεται μεταξύ των εκατέρωθεν στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με μια επιφάνεια (π.χ. εξωτερικός αέρας και αέρας εσωτερικού χώρου) και παρατηρείται λόγω της επίδρασης της διαφοράς θερμοκρασίας των δύο στρωμάτων αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας U καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου κατασκευής και δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία μεταδίδεται, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από επιφάνεια 1m<sup>2</sup> του στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αμφοτέρων στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με το στοιχείο είναι 1 K. Μονάδες U: (W/m<sup>2</sup>·K).
- «Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας U<sub>m</sub>»: χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες από το εσωτερικό του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, λόγω αγωγής και συναγωγής, οι οποίες διαρρέουν από τμήμα ή από το σύνολο της επιφάνειας (οροφή, τοίχοι, δάπεδο, ανοίγματα) του κτηρίου και υπό θερμοκρασιακή διαφορά ΔT (K) μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού αέρα. Μονάδες U<sub>m</sub>: (W/m<sup>2</sup>·K).
- «Θερμοχωρητικότητα ενός σώματος ή στοιχείου κατασκευής»: καλείται η ικανότητα αυτού να αποθηκεύει ποσότητα θερμότητας κατά τη θέρμανση του. Η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του στοιχείου κατασκευής και της θερμοκρασίας

του περιβάλλοντος αέρα και όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η μάζα του στοιχείου κατασκευής.

- «**Ειδική θερμοχωρητικότητα  $c$** »: είναι η ποσότητα ενέργειας η οποία απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας ενός υλικού μάζας 1kg κατά 1K. Μονάδες  $c$ : (J/kg·K).
- «**Αερισμός μέσω χαραμάδων**»: η ποσότητα αέρα που διέρχεται από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.
- «**Μελέτη ενεργειακής απόδοσης**»: Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτηρίων.

## 2.2 Εξέλιξη νομοθετικού πλαισίου στην Ελλάδα – Σύγκριση με υπόλοιπες χώρες της Ε.Ε.

Η κλιματική αλλαγή, η ενεργειακή ανεξάρτηση από τρίτες χώρες και η αναγκαιότητα αναβάθμισης του υπάρχοντος κτηριακού αποθέματος οδήγησαν την Ευρώπη στην έκδοση της Κοινοτικής Οδηγίας 2002/91/EK περί ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων. Η Ελλάδα, ως όφειλε απέναντι στις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης και κυρίως απέναντι στους πολίτες της, εναρμόνισε την ελληνική νομοθεσία με την Κοινοτική Οδηγία, σύμφωνα με το Νόμο 3661/2008.<sup>1</sup>

### 2.2.1 Ε.Ε.: Οδηγία 2002/91/EK

Η Ευρωπαϊκή Ένωση αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος και να ενσωματώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις *Οδηγίες 2003/87/EK και 2004/101/EK*. Σύμφωνα με αυτές, η πρώτη περίοδος του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου είναι η τριετία 2005-2007, ενώ οι επόμενες περιόδους εμπορίας ταυτίζονται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο. Έτσι, η Ε.Ε. παρουσιάζει μείωση των συνολικών εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου από το 1990 έως το 2005. Η μείωση αυτή είναι της τάξης του 4,3% και κυρίως οφείλεται στην εντυπωσιακή μείωση των εκπομπών των δύο μεγάλων ρυπαντών της Ευρώπης: τη Γερμανία (-21,3%) και του Ηνωμένου Βασιλείου (-7,4%). Όσον αφορά στη χώρα μας, παρόλο που η συνολική συνεισφορά μας στις συνολικές εκπομπές αερίων ρύπων της Ένωσης είναι μικρή, η εικόνα των ελληνικών εκπομπών δεν ακολουθεί την αντίστοιχη της Ε.Ε. αλλά παρουσιάζει αύξηση κατά 27,5%.

Δεδομένου του μεγάλου ποσοστού κατανάλωσης ενέργειας στον κτηριακό τομέα (40%) καθώς και της εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου και ειδικότερα CO<sub>2</sub>, η Ευρωπαϊκή Ένωση εξέδωσε την **οδηγία 2002/91/EK (EPBD)** για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων την οποία έπρεπε τα κράτη μέλη να θέσουν σε εφαρμογή μέχρι τον Ιανουάριο του 2006. Η EPBD αποτελεί το εργαλείο της Ένωσης για μια αποτελεσματική προσέγγιση στη βελτίωση της χρήσης ενέργειας στον κτηριακό τομέα.

Οι κύριοι στόχοι της οδηγίας είναι:

- η βελτίωση των συνολικών ενεργειακών επιδόσεων των κτηρίων,
- η ορθολογικότερη χρήση της ενέργειας,
- η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας,

<sup>1</sup> TOTEE 4

- η μείωση των εκπομπών ρύπων και γενικά των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, και
- η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον.

Οι διατάξεις της καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση χώρων, παραγωγή ζεστού νερού, ψύξη, αερισμό και φωτισμό για νέα και υφιστάμενα κτήρια κατοικιών και μη. Οι περισσότερες από τις υφιστάμενες διατάξεις εφαρμόζονται σε όλα τα κτήρια ανεξαρτήτων μεγέθους, είτε χρησιμοποιούνται ως κατοικίες είτε όχι. Ορισμένες διατάξεις εφαρμόζονται μόνο σε συγκεκριμένους τύπους κτηρίων.

Εξαιρούνται της υποχρεωτικής εφαρμογής τα ακόλουθα είδη κτηρίων:

- ανοιχτά κτήρια, δηλαδή κτήρια αποτελούμενα κατά μεγάλο ποσοστό από ημι-υπαίθριους χώρους και κτήρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (θερινές εξοχικές κατοικίες, αποθήκες, κτήρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί),
- κτήρια στα οποία δεν προβλέπεται μόνιμη ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση θέρμανσης ή ψύξης (αποθήκες, κτήρια στάθμευσης, αγροτικοί οικισμοί),
- θρησκευτικά κτήρια,
- κτήρια χαρακτηρισμένα ως διατηρητέα για τα οποία η εφαρμογή της οδηγίας θα επέφερε αλλοίωση της φυσιογνωμίας τους
- προσθήκες σε υφιστάμενα κτήρια με εμβαδόν προσθήκης μικρότερο των 30 m<sup>2</sup>, και
- νέες μικρές κατοικίες με ωφέλιμη επιφάνεια μικρότερη των 50 m<sup>2</sup>.

Αναφορικά με τον τριτογενή τομέα εξαιρούνται:

- κτήρια βιοτεχνιών ή βιομηχανιών που θερμαίνονται ή ψύχονται αποκλειστικά μέσω δικτύων των παραγωγικών τους διαδικασιών, και
- κτήρια εξειδικευμένης χρήσης τα οποία υπόκεινται σε ειδικές προδιαγραφές που επιβάλλονται από ειδική νομοθεσία, όπως χειρουργεία, χώροι μνημείων, νοσοκομεία και ειδικοί χώροι συναθροίσεως.

Η οδηγία συνδυάζει σε ένα νομικό κείμενο διάφορα μέσα κανονιστικής (όπως η υποχρέωση των κρατών μελών να καθορίζουν απαιτήσεις για τις ενεργειακές επιδόσεις νέων και μεγάλων υφιστάμενων κτηρίων που υποβάλλονται σε ανακαίνιση μεγάλης κλίμακας), και πληροφοριακής φύσεως (όπως τα πιστοποιητικά ενεργειακών επιδόσεων και οι απαιτήσεις για επιθεώρηση των συστημάτων θέρμανσης και κλιματισμού).

Η EPBD δεν καθορίζει επίπεδα για ολόκληρη της Ε.Ε., αλλά υποχρεώνει τα κράτη μέλη να θεσπίσουν τις συγκεκριμένες απαιτήσεις και συναφείς μηχανισμούς. Συνεπώς, η οδηγία λαμβάνει πλήρως υπόψη τις εθνικές/περιφερειακές συνθήκες όπως το εξωτερικό κλίμα και τις μεμονωμένες παραδόσεις κατασκευής κτηρίων. Τα κράτη μέλη μπορούν να υπερβούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που καθορίζονται στην οδηγία και να είναι πιο φιλόδοξα.

Προκειμένου να εφαρμοστούν οι προαναφερθέντες στόχοι της οδηγίας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη:

- Θερμικά χαρακτηριστικά του κτηρίου (κέλυφος, εσωτερικά χωρίσματα, κλπ.)
- Θέση και προσανατολισμός των κτηρίων, περιλαμβανομένων των εξωτερικών κλιματικών συνθηκών
- Εσωτερικές κλιματικές συνθήκες στις οποίες περιλαμβάνονται οι επιδιωκόμενες συνθήκες θερμικής άνεσης στον εσωτερικό χώρο του κτηρίου
- Εγκαταστάσεις θέρμανσης ζεστού νερού χρήσης



- Εγκατάσταση κλιματισμού
- Αερισμός φυσικός και εξαναγκασμένος
- Ενσωματωμένη εγκατάσταση φωτισμού
- Παθητικά ηλιακά συστήματα και ηλιακή προστασία

Παράλληλα με την έκδοση της οδηγίας 2002/91/EK η Ε.Ε. σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή Τυποποίησης (CEN) ανέλαβε τη δημιουργία **31 τεχνικών προτύπων** για τις ενεργειακές επιδόσεις των κτηρίων για την υποστήριξη της οδηγίας. Κάποια από αυτά έχουν ήδη εγκριθεί, ενώ άλλα βρίσκονται στο στάδιο της μελέτης και αναμένεται να εκδοθούν σύντομα. Η εφαρμογή των προτύπων αυτών αφορά τα κράτη μέλη σε εθνικό επίπεδο. Ταυτόχρονα, στο πλαίσιο του προγράμματος «Ευφυής ενέργεια - Ευρώπη», ξεκίνησε η δημιουργία δύο προγραμμάτων με στόχο την ανταλλαγή εμπειριών μεταξύ κρατών μελών και την επεξεργασία κοινών προσεγγίσεων για την εφαρμογή ορισμένων διατάξεων της οδηγίας.

Στη συνέχεια, ακολουθεί μια σύντομη αναφορά σε πρωτοβουλίες, νόμους και διαδικασίες που ακολούθησαν διάφορες Ευρωπαϊκές χώρες για την εναρμόνιση τους στην Οδηγία 2002/91/EK (EPBD).

Η **Δανία** με το πρόγραμμα «Αστική Οικολογία», για παράδειγμα, βασίζεται στην κατασκευή πρότυπων οικολογικά οικισμών που σχεδιάζονται και κατασκευάζονται στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής. Το 1999 κατασκευάστηκαν, μετά από αρχιτεκτονικό διαγωνισμό, στεγαστικά προγράμματα (Eco-House), ενώ το αρμόδιο Υπουργείο υιοθέτησε ένα ευρύ πρόγραμμα κινήτρων για το 2001 - 2004 με στόχο την προώθηση των αιεφόρων κτηρίων. Παράλληλα, σε συνεργασία με το Υπουργείο Ενέργειας η κυβέρνηση της Δανίας θέσπισε ένα πρόγραμμα οικολογικής βαθμονόμησης για κατασκευαστικά υλικά σε σχέση με τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Η Δανία, που ήδη διέθετε αυστηρό Κανονισμό ενεργειακής απόδοσης και υποχρεωτικής ενεργειακής βαθμονόμησης, πιστοποίησης και επιθεώρησης εγκαταστάσεων, εφαρμόζει την οδηγία SAVE από το 2006 μετά από τροποποιήσεις που έγιναν το 2005.

Η **Ισπανία** έχει από το 1999 υιοθετήσει ένα νέο Κανονισμό για την προώθηση των αιεφόρων κτηρίων και του αιεφόρου πολεοδομικού σχεδιασμού. Ανέπτυξε ένα πρόγραμμα ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για την ενεργειακή αποδοτικότητα των κτηρίων και θέσπισε έναν Οδηγό οικολογικής αποδοτικότητας του αστικού χώρου. Συμμετέχει επίσης στη διεθνή πρωτοβουλία «Το στοίχημα των Πράσινων Κτηρίων», που θεσπίστηκε αρχικά από τον Καναδά και αφορά στις επιθεωρήσεις των κτηρίων των μεγάλων αστικών κέντρων.

Η **Γερμανία** έχει πάρει σοβαρά τις δεσμεύσεις της σε σχέση με την επίτευξη των στόχων του Κιότο και από το 1996 θέσπισε όρια κατανάλωσης ενέργειας για τη θέρμανση των κτηρίων, ενώ ανέλαβε πρόσφατα ένα σημαντικό πρόγραμμα για την ανακαίνιση των υφιστάμενων κτηρίων μέσω της χρήσης τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Στη βάση των προσπαθειών της βρίσκεται μια πολιτική κινήτρων και επιδοτήσεων για την ενθάρρυνση επενδύσεων ενεργειακής αποδοτικότητας, με έμφαση στη χρήση ΑΠΕ. Ο νέος Οικοδομικός Κανονισμός της Γερμανίας βασίζεται στη μελέτη και κατασκευή νέων κτηρίων στις αρχές της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και στη χρήση παθητικών ηλιακών συστημάτων, ενώ εφαρμόζει πλήρως την οδηγία SAVE. Οι πιο πρόσφατες προσπάθειές της αφορούν στην άρση όλων των εμποδίων σχετικά με τη διείσδυση νέων καθαρών τεχνολογιών, ενώ ενσωμάτωσε στη νομοθεσία της όλες τις απαιτήσεις για το σχεδιασμό οικολογικών κτηρίων. Η Γερμανία τροποποίησε (2002 και 2004) τον ισχύοντα, από το 1976, Κανονισμό θερμομόνωσης κτηρίων, ενεργειακής απόδοσης, συντήρησης εγκαταστάσεων και κατανομής δαπανών θέρμανσης θέτοντας αυστηρότερες απαιτήσεις και για φυσικό φωτισμό, δροσισμό και

πιστοποίηση υφιστάμενων κτηρίων ανεξαρτήτως ανακαίνισης. Η πλήρης εφαρμογή της Οδηγίας άρχισε το Σεπτέμβριο του 2005.

Η **Γαλλία** ανανέωσε τη στρατηγική της για τον πολεοδομικό σχεδιασμό εντάσσοντας την αειφόρο διάσταση τόσο σε θέματα κινητικότητας, όσο και ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος και εστιάζεται σε μέτρα για την εξοικονόμηση ενέργειας και νερού, καθώς και στην ποιότητα των κατασκευαστικών υλικών. Παράλληλα, υιοθέτησε το 2000, ένα νέο κανονισμό για τη θέρμανση που ισχύει από το 2001, όπου καθορίστηκαν αυστηρές προδιαγραφές κατανάλωσης ενέργειας και προωθείται η χρήση κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, ενώ ιδιαίτερη μέριμνα έχει ληφθεί για την εξασφάλιση της υγείας των κατοίκων από τον αμίαντο, το ραδόνιο και άλλες επικίνδυνες ουσίες που προέρχονται από τα κατασκευαστικά υλικά.

Η **Ιρλανδία** έχει αναλάβει ανάλογες προσπάθειες, όπου έχει δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στον πολεοδομικό σχεδιασμό με την επιλογή κατάλληλης τοποθεσίας, τον καθορισμό του ύψους των κτηρίων, της σχέσης δομημένου - ελεύθερου περιβάλλοντος, τη χρήση συλλογικών συστημάτων ενέργειας και συστημάτων εξοικονόμησης, καθώς και την ανανέωση του υφιστάμενου κτιριακού αποθέματος.

Η **Ολλανδία** έχει βασίσει την πολιτική της στην εξασφάλιση ασφαλούς υγιούς και αειφόρου κατοικίας για όλους σε ένα υγιεινό περιβάλλον. Έχει μεταξύ άλλων αντιμετωπίσει σοβαρά αστικά ζητήματα υποβάθμισης και τώρα εστιάζεται στην εξασφάλιση των απαιτήσεων των κατοίκων της για ένα «Πράσινο Περιβάλλον», έμφαση δίνεται στο μικροκλίμα και στην επάρκεια των χώρων πρασίνου. Παράλληλα, μέσω του Προγράμματος «Αειφόρα Κτήρια 2000-2003» επιχείρησε να σταθεροποιήσει την πολιτική της και να αναπτύξει κατάλληλες τεχνικές και μεθόδους οι οποίες θα χρησιμοποιούνται από όλους σε ζητήματα εξοικονόμησης ενέργειας, νερού, κατασκευαστικών υλικών και σχημάτων οικολογικής βαθμονόμησης. Ιδιαίτερη μέριμνα υπάρχει για το πρόβλημα του αμιάντου, του μόλυβδου, του ραδόνιου, κλπ. Η Ολλανδία έχει μεγάλη εμπειρία στα κτήρια χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας χάριν της εφαρμογής από το 1995 ικανού ενεργειακού κανονισμού και μεθόδου πιστοποίησης έτσι δεν αντιμετωπίζει ιδιαίτερα προβλήματα στην εφαρμογή της νέας Οδηγίας. Ωστόσο, λόγω του υψηλού ποσοστού κτηρίων που ανεγέρθηκαν πριν το 1997 (93%) αποδίδει μεγάλη προσοχή στη διαδικασία βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του υφιστάμενου κτιριακού της αποθέματος θέτοντας υποχρεωτικές αυστηρότερες απαιτήσεις από το 2005.

Η **Αυστρία** έχει από χρόνια στη βάση της αστικής πολιτικής της τα θέματα της αειφορίας και το 2000 αναθεώρησε πλήρως τους ισχύοντες κανονισμούς, ώστε να εντάξει όλες τις αναγκαίες διατάξεις που συμβάλλουν στην ταχύτερη επίτευξη του στόχου αυτού.

Η **Φινλανδία** εστιάζει το ενδιαφέρον της στην ανακαίνιση και αποκατάσταση του κτιριακού αποθέματος και στις αναπλάσεις περιοχών, εφαρμόζοντας μια καθαρά οικολογική προσέγγιση που συναρτάται με ισχυρό πλέγμα κινήτρων. Παράλληλα, προωθεί νέες καθαρές τεχνολογίες και πολλά προγράμματα επίδειξης.

Η **Σουηδία**, που έχει από χρόνια επιλύσει ανάλογα προβλήματα, εστιάζει το ενδιαφέρον της στην ποιότητα του εσωτερικού αέρα και εφαρμόζει πλέον ισχυρή νομοθεσία για τις εκπομπές από κατασκευαστικά υλικά, ενώ μετά από ευρεία καμπάνια ευαισθητοποίησης του κοινού το 1999, έχει απαγορεύσει τη χρήση αμιάντου και άλλων επιβλαβών υλικών. Το πρόγραμμα αειφόρων πόλεων της Σουηδίας ήδη αποτελεί πρότυπο για έναν αριθμό νέων πόλεων ή αναβάθμισης πόλεων στην Κίνα, με τεράστια οφέλη για την οικονομία της Σουηδίας. Η Σουηδία ενσωμάτωσε την οδηγία SAVE το 2006 θέτοντας σε ισχύ την εφαρμογή

υποχρεωτικής πιστοποίησης από το 2009, εκτός από τα δημόσια κτήρια και κτήρια κατοικία, στα οποία η πιστοποίηση είναι υποχρεωτική μετά την 1η Οκτωβρίου του 2006 και έως τις 31 Δεκεμβρίου του 2008 αντίστοιχα.

Το **Βέλγιο**, που από το 2000 διαθέτει Ενεργειακό Κανονισμό για τα νέα κτήρια και την ανακαίνιση κτηρίων, ενσωμάτωσε τη νέα Οδηγία τον Αύγουστο του 2006 και εξασφάλισε την πλήρη εφαρμογή της από το 2007 έως το 2009, έτος μετά το οποίο η Πιστοποίηση για νέα και δημόσια κτήρια θα είναι υποχρεωτική, όπως και οι Επιθεωρήσεις των Η/Μ εγκαταστάσεων.

Η **Ρουμανία**, από το 1997 εφαρμόζει απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, ενώ υιοθέτησε την Οδηγία το 2005. Η νέα υπολογιστική μέθοδος εφαρμόζεται από το τέλος του 2006, ενώ η πιστοποίηση και οι επιθεωρήσεις είναι υποχρεωτικές για νέα και δημόσια κτήρια από το 2007 και από το 2010 για κτήρια κατοικίας όταν ενοικιάζονται ή πωλούνται.

Η **Βουλγαρία** ενσωμάτωσε την Οδηγία το 2004 και την εφαρμόζει από το 2005, θέτοντας υποχρεωτική την ενεργειακή πιστοποίηση των νέων κτηρίων μετά την έκδοση οικοδομικής άδειας και για όλα τα δημόσια κτήρια, ενώ οι επιθεωρήσεις καυστήρων και συστημάτων κλιματισμού εφαρμόζονται από το 2007.

Η **Εσθονία** ενσωμάτωσε την Οδηγία και θα έχει πλήρη εφαρμογή από τον Ιανουάριο 2008 (υποχρεωτική πιστοποίηση και επιθεώρηση). Στην Ουγγαρία η Οδηγία εφαρμόζεται από τον Σεπτέμβριο του 2006, ενώ στη Νορβηγία από το 2007. Η Οδηγία έχει ενσωματωθεί, από το 2006 και στην Πολωνία, στην οποία η πιστοποίηση των νέων κτηρίων θα είναι υποχρεωτική από το 2008, και οι επιθεωρήσεις θα γίνονται από το 2009. Η Δημοκρατία της Σλοβακίας ενσωμάτωσε την Οδηγία το 2006 και θα έχει πλήρη εφαρμογή το 2007-2008.

Η πρώτη έκθεση για την εφαρμογή της Οδηγίας στην Ευρώπη, δημοσιεύθηκε το Μάρτιο του 2007. Εκεί αναφέρεται ότι το μεγαλύτερο μέρος των μελών της Ε.Ε. την εφάρμοσε επιτυχώς και μέσα στα χρονικά περιθώρια (2006). Επίσης, η ενεργειακή πιστοποίηση νέων και υφιστάμενων κτηρίων προγραμματίζεται στις περισσότερες χώρες για την περίοδο 2008-2009. Στην εν λόγω έκθεση η Ελλάδα δήλωσε ωστόσο ότι δεν πρόκειται να ενσωματώσει την Οδηγία νωρίτερα από το τέλος του 2007 και ότι σκοπεύει να την θέσει σε πλήρη εφαρμογή το 2009.

Στις 27/7/2007 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή στράφηκε δικαστικώς εναντίον της Ελλάδας για μη κοινοποίηση των μέτρων εφαρμογής της οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων που εκδόθηκε το 2002, ομοίως επίσης και εναντίον της Εσθονίας και της Πολωνίας για μη κοινοποίηση των αναγκαίων μέτρων εφαρμογής. Με την μη εφαρμογή της οδηγίας, η Ελλάδα, η Εσθονία και η Πολωνία χάνουν την ευκαιρία να εξοικονομήσουν ενέργεια υπό οικονομικώς συμφέροντες όρους.

### **2.2.2 Ελλάδα: Εναρμόνιση με την Οδηγία 2002/91/EK**

Η εισαγωγή στην έννοια της ενεργειακής οικονομίας έγινε πρώτη φορά με τον νόμο - πλαίσιο Ν40/75 «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. Μια σύντομη νομοθετική ανασκόπηση παρουσιάζεται παρακάτω:



- 1975 – Ν.40/75 (Νόμος –Πλαίσιο) περί «Λήψης Μέτρων για την Εξοικονόμηση Ενέργειας»
- 1979 – «Κανονισμός για την Θερμομόνωση των Κτηρίων» (ΚΘΚ)
- 1985 – Άρθρο 26 του Ν.1577/85 «Γενικός Οικοδομικός Κανονισμός» (ΓΟΚ-2000)
- 1985 – Άρθρο 6 Ν.1512/85 για «Κίνητρα Εξοικονόμησης Ενέργειας»
- Νόμος 1650/86 για την προστασία του περιβάλλοντος
- 1989 – Υ.Α 3046/304 «Κτηριοδομικός Κανονισμός»
- 1992 – Ν. 2052/92 περί «Μέτρων για την Καταπολέμηση του αστικού νέφους»
- 1993 – Οδηγία 93/76/ΕΟΚ (SAVE) για «Περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> μέσω της βελτίωσης Ενεργειακής Απόδοσης»
- 1995- Σχεδίου Δράσης «Ενέργεια 2001» του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- 1995- Κανονισμού Κατανομής Δαπανών Θέρμανσης
- 1998 – Εναρμόνιση Κοινοτικής Οδηγίας SAVE (21475/4707 ΚΥΑ–ΦΕΚ 880B/19-8-98) για τον «Περιορισμό των εκπομπών CO<sub>2</sub> με τον καθορισμό μέτρων και όρων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων» - ΑΡΘΡΟ 4: Κ.ΟΧ.Ε.Ε.
- 1999 – ΥΑ 11038 «ΔΑΚ Κανονισμός Ενεργειακών Επιθεωρήσεων»
- 2001 – Στρατηγική Εξοικονόμησης Ενέργειας στα κτήρια: Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001»
- 2001 – Ν. 2831/00 – Τροποποίηση του Γ.Ο.Κ. (Ν.1577/85) – ΕΞΕ/ΑΠΕ
- 2002 – Οδηγία 2002/91/ΕΚ για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων»
- 2005 – 2006 Επιτροπή εμπειρογνομόνων ΥΠΑΝ (Απόρριψη σχεδίου Κ.ΟΧ.Ε.Ε και αντικατάσταση με Κ.ΕΝ.Α.Κ., Σχέδιο Μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών)

Ειδικότερα για το Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001» για την Εξοικονόμηση Ενέργειας στον Οικιστικό Τομέα (1995) αξίζει να τονιστεί ότι αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα για την εξοικονόμηση ενέργειας. Αποτελεί μέχρι και σήμερα πηγή μιας σειράς νομοθετημάτων και άλλων ρυθμίσεων και πιλοτικών εφαρμογών, σημαντικότερη των οποίων είναι η Κ.Υ.Α 21475/4707/19-8-98, με την οποία θεσπίστηκε ο νέος Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ.), μετά την απόσυρση του Κ.ΟΧ.Ε.Ε.

Στις 17 Ιανουαρίου 2008 η Ελλάδα, αφού χρειάστηκε να καταδικαστεί από το Δικαστήριο Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων (ΔΕΚ) για την παράλειψή της επί χρόνια να εναρμονίσει τη νομοθεσία της με την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, θεσπίζει στις 19 Μαΐου 2008 το **νόμο Ν.3661/2008** που προβλέπει μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων. Η Ελλάδα έπρεπε να είχε μεταφέρει την οδηγία για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων στην νομοθεσία της πριν της 4/1/2006. Ωστόσο κάνοντας χρήση της 2ης παραγράφου του άρθρου 15 της οδηγίας ζήτησε παράταση 36 μηνών για την εφαρμογή της, μέχρι την 4<sup>η</sup>/1/2009.

Το Υπουργείο Ανάπτυξης σε συνεργασία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) είχαν ολοκληρώσει από το 2002 τον Κανονισμό Ορθολογικής Χρήσης και Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΚΟΧΕΕ) για τα κτήρια, ο οποίος αποτελούσε ένα κύριο βήμα για την εναρμόνιση της χώρας στην ευρωπαϊκή νομοθεσία, καθώς περιελάμβανε τις απαραίτητες διατάξεις και απαιτήσεις της Οδηγίας. Σκοπός ήταν η χρήση του για αντικατάσταση από το 2006 του Κανονισμού Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΚΘΚ) του 1979, που ισχύει μέχρι τότε. Με αρωγό τα παραπάνω μέτρα στις 19 Μαΐου του 2008 κατατέθηκε στην Ελληνική Βουλή το Σχέδιο Νόμου (Ν. 3661/2008) «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων».

Μεταξύ άλλων, ο νόμος προβλέπει:

- Κατάρτιση *Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των Κτηρίων* (Κ.Εν.Α.Κ.), ο οποίος θα καθορίζει τις ελάχιστες προδιαγραφές ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτήρια, καθώς και για παλιά με επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>, στις περιπτώσεις που υφίστανται ριζική ανακαίνιση και το κόστος της υπερβαίνει το 25% της αξίας του κτηρίου.
- Έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για όλα τα νέα κτήρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 50 m<sup>2</sup> με ισχύ δέκα ετών.
- Υποβολή στην αρμόδια πολεοδομική αρχή μελέτης πριν από την κατασκευή για τη σκοπιμότητα εγκατάστασης εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε νέα κτήρια που έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη των 1.000 m<sup>2</sup>.
- Δημιουργία σώματος επιθεωρητών ενεργειακής απόδοσης, οι οποίοι θα εκδίδουν τα σχετικά πιστοποιητικά.
- Διεξαγωγή τακτικών επιθεωρήσεων στους λέβητες και στις εγκαταστάσεις κλιματισμού των κτηρίων, προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση ενέργειας και να περιορισθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα.
- Επιβολή προστίμων στην περίπτωση μη συμμόρφωσης.

Πριν τη θέσπιση του νόμου Ν.3661/2008, οι απαραίτητες μελέτες για την πολεοδομία ήταν:

- Αρχιτεκτονικής
- Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου
- Θέρμανσης
- Ψύξης
- Θερμομόνωσης
- Ζεστού Νερού Χρήσης
- Τεχνητού Φωτισμού

Με την εφαρμογή του Ν.3661/2008, η μελέτη θερμομόνωσης αντικαταστάθηκε από τη *Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων*, η οποία περιλαμβάνει:

- Ενεργειακό σχεδιασμό κτιριακού κελύφους
- Συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας στις Η/Μ εγκαταστάσεις ( μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας συστήματος θέρμανσης, ψύξης, μελέτη ενεργειακής κατανάλωσης συστήματος ZNX, συστήματος τεχνητού φωτισμού)

Ειδικότερα ο Κ.Εν.Α.Κ. περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

- την μεθοδολογία για τον υπολογισμό των αναγκών των κτηρίων σε θέρμανση/ψύξη
- τις ενεργειακές ανάγκες για ζεστό νερό χρήσης
- την ενεργειακή απόδοση των εγκαταστάσεων θέρμανσης και ψύξης
- το δυναμικό φυσικού φωτισμού
- τη συγκέντρωση φωτιστικής ισχύος των υφιστάμενων εγκαταστάσεων

Παράλληλα καθορίζονται οι ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις για τις εγκαταστάσεις:

- θέρμανσης
- ψύξης
- ZNX
- φωτισμού (κυρίως κτηρίων τριτογενούς τομέα)

ενώ δεν παραλείπονται οι προδιαγραφές για τη θερμική συμπεριφορά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους.

Τέλος, χωρίζεται η ενεργειακή απόδοση των κτηρίων σε κατηγορίες, καθίσταται απαραίτητη η διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης για την κατάταξη στις κατηγορίες και προδιαγράφονται η μορφή και το περιεχόμενο του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης κτηρίου. Στην ενεργειακή επιθεώρηση επιπλέον υποδεικνύονται τεχνικές και συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και αξιοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για το υπό μελέτη κτήριο και καθορίζονται οι βασικές αρχές και τα περιεχόμενά της.

### 2.3 Μελέτη ενεργειακής απόδοσης κτηρίου

Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης, η οποία εκπονείται κατά την αρχική φάση της σχεδίασης του κτηρίου, συνδέεται άμεσα με την αρχιτεκτονική μελέτη και τη μελέτη των Η/Μ εγκαταστάσεων, διασφαλίζοντας έτσι την ορθότητα και τη συμβατότητα των μελετών, τη μείωση των πιθανοτήτων αστοχίας της κατασκευής και τη βελτιωμένη ενεργειακή και περιβαλλοντική απόδοση. Η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης θα πρέπει να συνάδει με τον επιδιωκόμενο, από το Νόμο, στόχο για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου.

Πιο συγκεκριμένα, η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης:<sup>2</sup>

- Τεκμηριώνει ότι το κτήριο ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις.
- Περιλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας σύμφωνα με το άρθρο 10 του ν. 3661/08.
- Εκπονείται τόσο για νέα όσο και για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια (Ν. 3661, άρθρο 4, άρθρο 5) του οικιακού και του τριτογενή τομέα. Ειδικότερα πρέπει να εκπονείται και να υποβάλλεται στην αρμόδια πολεοδομική υπηρεσία μελέτη τεχνικής, περιβαλλοντικής και οικονομικής σκοπιμότητας που συνοδεύει την ενεργειακή μελέτη. Εδώ παρουσιάζεται και μια σημαντική διαφορά μεταξύ του νέου και του προηγούμενου Κανονισμού όπου προβλεπόταν ότι η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης εκπονούνταν μόνο για υφιστάμενα ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια άνω των 1000 m<sup>2</sup>.
- Αντικαθιστά την υφιστάμενη Μελέτη Θερμομόνωσης (άρθρο 13, Ν. 3661/2008) και θα συμπεριλαμβάνεται στο φάκελο που υποβάλλεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία για την έκδοση οικοδομικής άδειας. Ο έλεγχος, η έγκριση και η παρακολούθηση της εφαρμογής της μελέτης ενεργειακής απόδοσης θα γίνεται σύμφωνα με τα ισχύοντα για την έκδοση οικοδομικών αδειών.
- Δεν αναιρεί τις σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις εκπονούμενες μελέτες αλλά αποτελεί πρόσθετη μελέτη επί των μελετών: Αρχιτεκτονικής, Διαμόρφωσης περιβάλλοντος χώρου, Θέρμανσης, Ψύξης, Ζεστού νερού Χρήσης και Τεχνητού Φωτισμού.

Το τεύχος της μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου θα πρέπει να περιέχει συγκεκριμένες πληροφορίες για την τοποθεσία, τη χρήση, το πρόγραμμα λειτουργίας, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες και τα κλιματικά δεδομένα της περιοχής του κτηρίου. Ο μελετητής μηχανικός οφείλει να περιγράψει και να τεκμηριώσει τον ενεργειακό σχεδιασμό του κτηρίου όσον αφορά στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, τα θερμικά χαρακτηριστικά των δομικών στοιχείων του κτιριακού κελύφους, το σχεδιασμό Η/Μ εγκαταστάσεων και τέλος στα προτεινόμενα συστήματα Εξοικονόμησης Ενέργειας/ Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας και ΑΠΕ.

<sup>2</sup> εργασία

Επιπλέον πρέπει να γίνεται αναφορά στο λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε καθώς και στις παραδοχές του για την εφαρμογή της μεθοδολογίας. Στην περίπτωση λογισμικών, όπως το λογισμικό **TEE-Κ.Εν.Α.Κ. v1.29.1.19**, όπου για την εκπόνηση της μελέτης απαιτείται ο διαχωρισμός του κτηρίου σε ζώνες, πρέπει όλα τα δεδομένα και οι παραδοχές –εκτός των κλιματικών–να αναφέρονται ανά ζώνη.

Αφού λοιπόν συλλεχθούν τα απαραίτητα δεδομένα και πραγματοποιηθούν οι υπολογισμοί, τα αποτελέσματα εκθέτονται αναλυτικά στο τεύχος:

- Θερμικές απώλειες κελύφους και αερισμού
- Ηλιακά και εσωτερικά κέρδη κλιματιζόμενων χώρων
- Ετήσια τελική ενεργειακή κατανάλωση ( kWh /m<sup>2</sup> )
- Συνολική ενεργειακή κατανάλωση ( kWh /m<sup>2</sup> )
- Ανά χρήση ενεργειακή κατανάλωση ( kWh /m<sup>2</sup> )
- Ανά θερμική ζώνη ενεργειακή κατανάλωση ( kWh /m<sup>2</sup> )
- Ανά μορφή χρησιμοποιούμενης ενέργειας(ηλεκτρισμός, πετρέλαιο κ.α.) ενεργειακή κατανάλωση ( kWh /m<sup>2</sup> )
- Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ( kWh /m<sup>2</sup> ) ανά χρήση και αντίστοιχες εκπομπές CO<sub>2</sub>

Αποτελέσματα Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου															
Χρήση ενέργειας	Απώλειες [kWh/m <sup>2</sup> έτος]					Θερμικά κέρδη / φορτία [kWh/m <sup>2</sup> έτος]			Επιπλέον ηλεκτρικές κατανάλώσεις [kWh/m <sup>2</sup> έτος]	Καύσιμο / τύπος ενέργειας	Απόδοση συστήματος	Ενεργειακή ζήτηση [kWh/m <sup>2</sup> έτος]	Κατανάλωση ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> έτος]	Εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> έτος]	
	Κέλυφος	Αερισμός	Σύστημα κλιματισμού	Σύστημα διανομής	Λέβητας	Παρασπικτική ενέργεια	Εσωτερικά κέρδη / φορτία	Ηλιακά κέρδη / φορτία							Ανακτώμενες απώλειες
Κλιματισμός χώρου	Θέρμανση														
	Ψύξη														
ZNX															
Φωτισμός															
<b>Σύνολο:</b>															

Εικόνα 2.3.1 Πίνακας αποτελεσμάτων μελέτης ενεργειακής απόδοσης κτηρίου

## 2.4 Απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης κτηρίου

### 2.4.1 Σχεδιασμός κτηρίου

Κατά το σχεδιασμό του κτηρίου θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη σημαντικές παράμετροι, οι οποίες περιγράφονται ακολούθως.

- Κατάλληλη χωροθέτηση και προσανατολισμός του κτηρίου για τη μέγιστη αξιοποίηση των τοπικών κλιματικών συνθηκών.
- Διαμόρφωση περιβάλλοντα χώρου για τη βελτίωση του μικροκλίματος.
- Κατάλληλος σχεδιασμός και χωροθέτηση των ανοιγμάτων ανά προσανατολισμό ανάλογα με τις απαιτήσεις ηλιασμού, φυσικού φωτισμού και αερισμού.

- Χωροθέτηση των λειτουργιών ανάλογα με τη χρήση και τις απαιτήσεις άνεσης (θερμικές, φυσικού αερισμού και φωτισμού).
- Ενσωμάτωση τουλάχιστον ενός εκ των Παθητικών Ηλιακών Συστημάτων (ΠΗΣ), όπως: άμεσου ηλιακού κέρδους (νότια ανοίγματα), τοίχος μάζας, τοίχος Trombe, ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο) κ.α.
- Ηλιοπροστασία.
- Ένταξη τεχνικών φυσικού αερισμού.
- Εξασφάλιση οπτικής άνεσης μέσω τεχνικών και συστημάτων φυσικού φωτισμού.

Σε περίπτωση αδυναμίας εφαρμογής των ανωτέρω, απαιτείται επαρκής τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

## 2.4.2 Κτηριακό κέλυφος

Τα δομικά στοιχεία του κτηριακού κελύφους πρέπει να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Τα επιμέρους δομικά στοιχεία του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου, πρέπει να πληρούν τους περιορισμούς θερμομόνωσης οι οποίοι παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 2.4.1** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του συντελεστή θερμοπερατότητας διαφόρων δομικών στοιχείων ανά κλιματική ζώνη (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.)

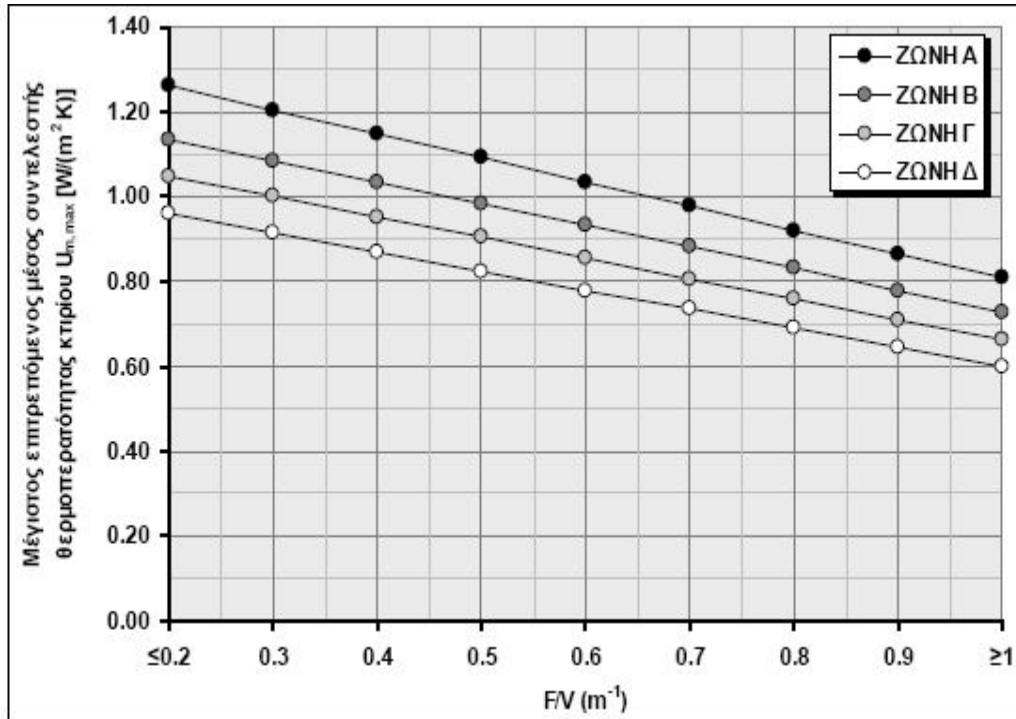
Δομικό στοιχείο	Σύμβολο	Μέγιστος επιτρεπόμενος συντελεστής θερμοπερατότητας [W/(m <sup>2</sup> ·K)]			
		Ζώνη Α	Ζώνη Β	Ζώνη Γ	Ζώνη Δ
Εξωτερική οριζόντια ή κεκλιμένη επιφάνεια σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (οροφές)	U <sub>R</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	U <sub>T</sub>	0,60	0,50	0,45	0,40
Δάπεδα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα (pilotis-πυλωτές)	U <sub>FA</sub>	0,50	0,45	0,40	0,35
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>TU</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Εξωτερικοί τοίχοι σε επαφή με το έδαφος	U <sub>TB</sub>	1,50	1,00	0,80	0,70
Δάπεδα σε επαφή με κλειστούς μη θερμαινόμενους χώρους	U <sub>FU</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Δάπεδα σε επαφή με το έδαφος	U <sub>FB</sub>	1,20	0,90	0,75	0,70
Κουφώματα ανοιγμάτων (παράθυρα, πόρτες μπαλκονιών)	U <sub>w</sub>	3,20	3,00	2,80	2,60
Γυάλινες προσόψεις κτηρίων μη ανοιγόμενες και μερικώς ανοιγόμενες	U <sub>GF</sub>	2,20	2,00	1,80	1,80

- Για τα δομικά στοιχεία που αποτελούν παθητικά ηλιακά συστήματα δεν ισχύει ο περιορισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή θερμοπερατότητας, με την εξαίρεση του συστήματος άμεσου ηλιακού κέρδους.
- Η τιμή του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_m$ ) του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου δεν υπερβαίνει τα όρια που δίδονται στον ακόλουθο πίνακα.

**Πίνακας 2.4.2** Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές του μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας ενός κτηρίου ανά κλιματική ζώνη συναρτήσεις του λόγου της περιβάλλουσας επιφάνειας του κτηρίου προς τον όγκο του (Πηγή: Κ.Εν.Α.Κ.)

Λόγος A/V (m <sup>-1</sup> )	Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές μέσου συντελεστή θερμοπερατότητας $U_m$ [W/(m <sup>2</sup> ·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





Εικόνα 2.4.1 Μέγιστος επιτρεπόμενος μέσος Συντελεστής Θερμοπερατότητας ( $U_m$ )

### 2.4.3 Ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις

Οι επιμέρους Η/Μ εγκαταστάσεις του εξεταζόμενου νέου ή ριζικά ανακαινιζόμενου κτηρίου, πρέπει να πληρούν συγκεκριμένους περιορισμούς όσον αφορά:

- Την ΚΚΜ (Κεντρική Κλιματιστική Μονάδα).
- Τα δίκτυα διανομής της κεντρικής θέρμανσης και εγκατάστασης ψύξης.
- Τους αεραγωγούς κλιματισμού κλιματιζόμενου αέρα.
- Τα δίκτυα διανομής θερμού και ψυχρού μέσου.
- Τα ηλιοθερμικά συστήματα.
- Τα συστήματα γενικού φωτισμού.
- Την αυτονομία θέρμανσης και ψύξης, το θερμοστατικό έλεγχο.
- Τον εξοπλισμό αντιστάθμισης άεργου ισχύος, όπου απαιτείται.

## 2.5 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης

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 Κτηρίου (Π.Ε.Α.) είναι υποχρεωτική για όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, καθώς επίσης και για τα υφιστάμενα κτήρια 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 κτηρίου. Το Π.Ε.Α. ισχύει για δέκα χρόνια,

εκτός από την περίπτωση ριζικής ανακαίνισης του κτηρίου 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 κτηρίων, κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης για έκδοση Π.Ε.Α. θα πρέπει να ελέγχεται εάν το κτήριο κατασκευάστηκε σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στη Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης. Σε περίπτωση διαπίστωσης μη τήρησης της μελέτης, ο εκάστοτε ιδιοκτήτης/διαχειριστής του κτηρίου υποχρεούται να συμμορφωθεί εντός προθεσμίας ενός (1) έτους από την έκδοση του Π.Ε.Α., εφαρμόζοντας μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, 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.

Βάσει, λοιπόν, της τελικής ανηγμένης σε πρωτογενή ενέργεια κατανάλωσης του κτηρίου, καθορίζεται και η κατηγορία της ενεργειακής απόδοσής του και εκδίδεται το «πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης κτηρίου - Π.Ε.Α». Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι κατηγορίες ενεργειακής ταξινόμησης των κτηρίων.

**Πίνακας 2.5.1** Κατηγορίες ενεργειακής απόδοσης κτηρίων.

Κατηγορία	Όρια κατηγορίας	Όρια κατηγορίας
A+	$EP \leq 0,33R_R$	$T \leq 0,33$
A	$0,33 R_R < EP \leq 0,50 R_R$	$0,33 < T \leq 0,50$
B+	$0,50 RR < EP \leq 0,75 RR$	$0,50 < T \leq 0,75$
<b>B</b>	<b><math>0,75 RR &lt; EP \leq 1,00 RR</math></b>	<b><math>0,75 &lt; T \leq 1,00</math></b>
Γ	$1,00 RR < EP \leq 1,41 RR$	$1,00 < T \leq 1,41$
Δ	$1,41 RR < EP \leq 1,82 RR$	$1,41 < T \leq 1,82$
E	$1,82 RR < EP \leq 2,27 RR$	$1,82 < T \leq 2,27$
Z	$2,27 RR < EP \leq 2,73 RR$	$2,27 < T \leq 2,73$
H	$2,73 RR < EP$	$2,73 < T\alpha$

Ο δείκτης  $R_R$  είναι ίσος με την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς. Ο λόγος  $T$  είναι το πηλίκο της υπολογιζόμενης κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου (EP) προς την υπολογιζόμενη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς ( $R_R$ ) και αποτελεί το κριτήριο για την κατάταξη του κτηρίου στην αντίστοιχη κατηγορία ενεργειακής απόδοσης.

Η ετήσια συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς αντιστοιχεί στο άνω όριο της κατηγορίας ενεργειακής απόδοσης B. Κτήρια με χαμηλότερη ή υψηλότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κατατάσσονται στην αντίστοιχη ενεργειακή κατηγορία.

Όταν ένα κτήριο είναι μεικτής χρήσης, δηλαδή διαθέτει περισσότερα από ένα τμήματα, που ανήκουν σε διαφορετικές βασικές κατηγορίες κύριας χρήσης, τότε κάθε τμήμα από αυτά εξετάζεται μεμονωμένα και αντίστοιχα, εκδίδεται πιστοποιητικό ενεργειακής απόδοσης για κάθε βασική κατηγορία κύριας χρήσης του κτηρίου ξεχωριστά.

## 2.6 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης

Για τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια είναι απαραίτητες συγκεκριμένες πληροφορίες για την πιθανή ενεργειακή σπατάλη τους. Η απόκτηση τους γίνεται μέσω της ενεργειακής επιθεώρησης που αποτελεί μια ενεργειακή διάγνωση ή αλλιώς έναν ενεργειακό έλεγχο.

### 2.6.1 Στόχοι και κατηγορίες ενεργειακής επιθεώρησης

Οι **στόχοι** μιας ενεργειακής επιθεώρησης αφορούν:

- Στην εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>
- Στον προσδιορισμό των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας
- Στη βελτίωση εσωτερικής ποιότητας κτηρίων
- Στον προσδιορισμό και στην ιεράρχηση των απαιτούμενων επεμβάσεων για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης
- Στον έλεγχο της συμμόρφωσης της ενεργειακής απόδοσης των επιμέρους εγκαταστάσεων και μονάδων με βάση προκαθορισμένα κριτήρια
- Στην αύξηση χρόνου ζωής εξοπλισμού και συστημάτων
- Στον προσδιορισμό του μοντέλου της κατανάλωσης ενέργειας σε μια συγκεκριμένη μονάδα ως συνάρτηση ενός δείκτη παραγωγικής δραστηριότητας
- Στον έλεγχο των αποτελεσμάτων μίας επένδυσης ή ενός προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας
- Στο μακροπρόθεσμο οικονομικό όφελος

Υπάρχουν δύο **κατηγορίες** ενεργειακής επιθεώρησης, οι οποίες διακρίνονται ανάλογα με την ποσότητα των στοιχείων που χρειάζεται να συγκεντρωθούν, και είναι οι ακόλουθες:

#### **i.** Η συνοπτική ενεργειακή επιθεώρηση.

Εδώ γίνεται μια αποτίμηση με βάση τα τιμολόγια και λογαριασμούς ενέργειας του κτηρίου καθώς και μίας σύντομης παρατήρησης του χώρου. Τα μέτρα που προτείνονται έχουν βραχυπρόθεσμη αποπληρωμή και σχετικά μικρό κόστος. Ταυτόχρονα όμως παρουσιάζονται και προτάσεις πιο δαπανηρών επεμβάσεων που θα μπορούσαν να γίνουν.

#### **ii.** Η εκτενής ενεργειακή επιθεώρηση.

Υπάρχουν αυξημένες απαιτήσεις συλλογής στοιχείων και ανάλυσης των ενεργειακών καταναλώσεων του υπό μελέτη χώρου. Παρουσιάζονται οι τελικές χρήσεις τις ενέργειας που καταναλώνει το κτήριο καθώς και όλοι οι παράγοντες που μπορούν να τις μεταβάλουν.

Με την εκπόνηση της ενεργειακής επιθεώρησης μπορούν να προσδιοριστούν τα συνολικά δυνατά οφέλη αλλά και μια σειρά επιμέρους επεμβάσεων ανάλογα με την επιθυμία και τις βλέψεις του εκάστοτε διαχειριστή. Οι **επεμβάσεις** που μπορούν να προταθούν από τις δυο παραπάνω επιθεωρήσεις διαφέρουν σε κόστος και μέγεθος και διακρίνονται στις:

- Επεμβάσεις νοικοκυρέματος

Αποτελούν ενέργειες στην καθημερινή λειτουργία και συντήρηση του κτηρίου χωρίς ιδιαίτερο κοστολόγιο, ούτε διακοπή της λειτουργίας του. Η επιτυχία των μέτρων αυτών σχετίζεται άμεσα με την ενημέρωση και την αλλαγή συμπεριφοράς των χρηστών ενός κτηρίου. Τέτοιες επεμβάσεις ενδεικτικά είναι:

- Περιοδική συντήρηση καυστήρα και έλεγχο βαθμού απόδοσης λέβητα, καθαρισμός επιφανειών θερμικής εναλλαγής λέβητα.
- Έλεγχος και επισκευή ρωγμών πλαισίων ανοιγμάτων, ρηγμάτων τοιχοποιίας, χαλασμένων μηχανισμών, φθαρμένων στοιχείων θερμομόνωσης και σφραγίσματος αρμών.
- Κλείσιμο διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια.
- Ορθολογική λειτουργία υφιστάμενων διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του εκτεθειμένου, στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος.
- Συστηματική χρήση των ανοιγμάτων, ειδικά κατά τη διάρκεια της νύκτας, για ενίσχυση του φυσικού αερισμού δροσίσιμου στις θερμές περιόδους του χρόνου.
- Κλείσιμο του κλιματισμού και του φωτισμού όταν οι χώροι δεν χρησιμοποιούνται, διόρθωση της θερμοκρασίας ρύθμισης του κλιματισμού κλπ.

➤ Επεμβάσεις χαμηλού κόστους

Συνδέονται με επενδύσεις χαμηλού κόστους και με περιορισμένες διακοπές της λειτουργίας του κτηρίου. Συνήθως περιλαμβάνονται στον υπάρχοντα προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτηρίου και έχουν χρόνο απόσβεσης έως 24 μήνες. Μερικές από αυτές είναι :

- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
- Αντικατάσταση λαμπτήρων πυράκτωσης.
- Αντικατάσταση υαλοπινάκων με νέους διπλούς.
- Εφαρμογή έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή τοπικών διατάξεων εσωτερικής σκίασης (περσίδες, κουρτίνες) σε ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών.
- Αντικατάσταση θυρών, με άλλες νέου σχεδιασμού από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα.
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.
- Εγκατάσταση θερμοστατικών βαλβίδων στα θερμαντικά σώματα με δυνατότητα τοπικής ρύθμισης της θερμοκρασίας.
- Εγκατάσταση χρονοδιακοπών που τερματίζουν αυτόματα την λειτουργία των συστημάτων.

➤ Επεμβάσεις ανακατασκευής

Απαιτούν μεγάλο προϋπολογισμό ενώ δεν είναι μικρός ούτε ο χρόνος απόσβεσης ούτε και ο χρόνος διακοπής της λειτουργία του κτηρίου. Παραδείγματα είναι:

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, πυλωτής
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)
- Μείωση του θερμαινόμενου/κλιματιζόμενου όγκου σε χώρους υπερβολικού ύψους (ένταξη ψευδοροφών)

- Εφαρμογή εξωτερικών σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, κατακόρυφα ή οριζόντια κινητά ή σταθερά σκίαστρα κλπ.)
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού (τοίχοι μάζας Trombe, θερμοσιφονικά πάνελ, ηλιακοί χώροι/θερμοκήπια, ανοίγματα για φυσικό φωτισμό, αγωγοί φυσικού φωτός κλπ.).
- Προσθήκη κινητήρων μεταβλητής ταχύτητας, εγκατάσταση εξοπλισμού διόρθωσης του συντελεστή ισχύος κλπ

## 2.6.2 Διαδικασία ενεργειακής επιθεώρησης

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

### I. Ανάθεση Ενεργειακής Επιθεώρησης

Η ανάθεση γίνεται από τον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου 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 κτηρίου 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.

### II. 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.

### III. Προετοιμασία Ενεργειακής Επιθεώρησης- Συλλογή Στοιχείων Κτηρίου

Κατά το στάδιο αυτό συλλέγονται και διατίθενται στον επιθεωρητή τα απαραίτητα στοιχεία για το κέλυφος και τις εγκαταστάσεις του κτηρίου (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 κτηρίου, τα σχέδια συντήρησης ή ανακαίνισης, τα προβλήματα εσωτερικού περιβάλλοντος κλπ.

### IV. Επιθεώρηση Κτηρίου

Κατά την επιθεώρηση κτηρίου, συλλέγονται αναλυτικά τα στοιχεία για το υπό επιθεώρηση κτήριο 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 κτήρια μεγάλης επιφάνειας και σύνθετων Η/Μ εγκαταστάσεων, ο επιθεωρητής μπορεί να προβεί στη διεξαγωγή μετρήσεων ορισμένων μεγεθών με τη χρήση κατάλληλου εξοπλισμού.

### V. Υπολογισμοί & Ανάλυση Αποτελεσμάτων



Για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της ενεργειακής κατάταξης του εξεταζόμενου κτηρίου κατά τη διαδικασία της ενεργειακής επιθεώρησης, βασικό εργαλείο είναι το λογισμικό TEE-K.En.A.K., το οποίο ενσωματώνει τη μεθοδολογία που αναπτύσσεται στον K.En.A.K. και τις σχετικές TOTEE και διατίθεται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος (TEE), μαζί με όλες τις σχετικές πληροφορίες εγκατάστασης, μέσω της ηλεκτρονικής διεύθυνσης:

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

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 κτηρίου, συγκρίνεται με την αντίστοιχη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς και κατατάσσεται το εξεταζόμενο κτήριο 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 κτηρίου.

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

#### VI. Έκδοση Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίου (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 Κτηρίων και εκδίδεται το Π.Ε.Α., το οποίο και παραδίδεται στον ιδιοκτήτη/διαχειριστή του κτηρίου.

## 2.7 Κλιματικές ζώνες

Για την εκπόνηση της μελέτης ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων, η ελληνική επικράτεια διαιρείται σε τέσσερις κλιματικές ζώνες με βάση τις βαθμοημέρες θέρμανσης. Στον ακόλουθο πίνακα προσδιορίζονται οι νομοί που υπάγονται στις τέσσερις κλιματικές ζώνες ταξινομημένες από τη θερμότερη στην ψυχρότερη.

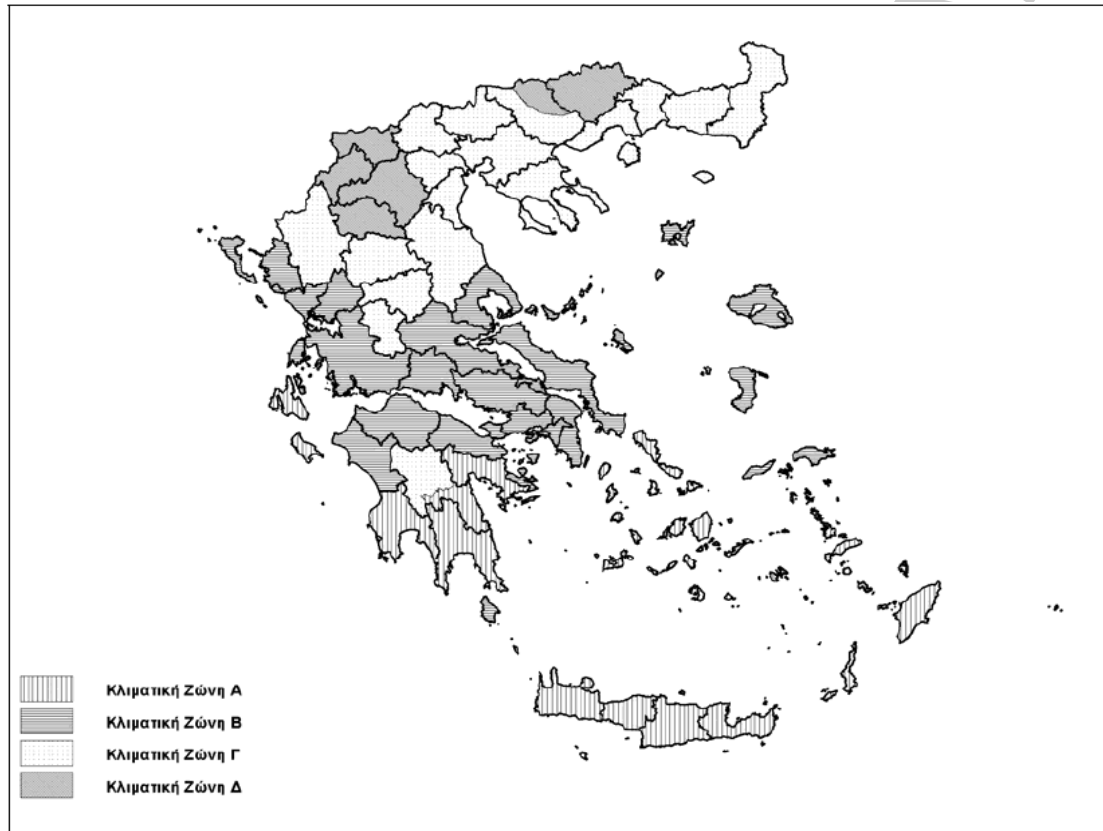
**Πίνακας 2.7.1** Διαχωρισμός της ελληνικής επικράτειας σε κλιματικές ζώνες κατά νομούς.

ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΖΩΝΗ	ΝΟΜΟΙ
ΖΩΝΗ Α	Ηρακλείου, Χανίων, Ρεθύμνου, Λασιθίου, Κυκλάδων, Δωδεκανήσου, Σάμου, Μεσσηνίας, Λακωνίας, Αργολίδας, Ζακύνθου, Κεφαλληνίας & Ιθάκης, Κύθηρα & νησιά Σαρωνικού (Αττικής), Αρκαδίας (πεδινή).
ΖΩΝΗ Β	Αττικής (εκτός Κυθήρων & νησιών Σαρωνικού), Κορινθίας, Ηλείας, Αχαΐας, Αιτωλοακαρνανίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Βοιωτίας, Ευβοίας, Μαγνησίας, Λέσβου, Χίου, Κέρκυρας, Λευκάδας, Θεσπρωτίας, Πρέβεζας, Άρτας.
ΖΩΝΗ Γ	Αρκαδίας (ορεινή), Ευρυτανίας, Ιωαννίνων, Λάρισας, Καρδίτσας, Τρικάλων, Πιερίας, Ημαθίας, Πέλλας, Θεσσαλονίκης, Κιλκίς, Χαλκιδικής, Σερρών (εκτός ΒΑ τμήματος), Καβάλας, Ξάνθης, Ροδόπης, Έβρου.
ΖΩΝΗ Δ	Γρεβενών, Κοζάνης, Καστοριάς, Φλώρινας, Σερρών (ΒΑ τμήμα), Δράμας.



Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω. Για την Δ ζώνη όλες οι περιοχές ανεξαρτήτως υψομέτρου περιλαμβάνονται στην ζώνη Δ. Στο τμήμα του νομού Αρκαδίας που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Γ και στο τμήμα του νομού Σερρών (ΒΑ τμήμα) που εντάσσεται στην κλιματική ζώνη Δ, περιλαμβάνονται όλες οι περιοχές που έχουν υψόμετρο άνω των 500 μέτρων.

Ακολουθεί η σχηματική απεικόνιση των αναφερθέντων ζωνών.



Εικόνα 2.7.1 Σχηματική απεικόνιση των κλιματικών ζωνών της ελληνικής επικράτειας.

## 2.8 Κτήριο αναφοράς

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

- i. είτε η συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του εξεταζόμενου κτηρίου είναι μικρότερη από τη συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας του κτηρίου αναφοράς ή ίση με αυτήν,
- ii. είτε το εξεταζόμενο κτήριο έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά με το κτήριο 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 κτηρίου.

Σύμφωνα με το άρθρο 8 του Κ.Εν.Α.Κ., οι ελάχιστες απαιτήσεις για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, αναφέρονται στο αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτηρίου, στη θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις.

Συγκεντρωτικά, το «κτήριο αναφοράς» χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα:

- καθορίζεται να είναι το ίδιο με το υπό μελέτη κτήριο,
- θεωρείται πως έχει τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτήριο,
- 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.

## 2.9 Ενεργειακές κατηγορίες κτηρίων

Στα πλαίσια του Κ.ΕΝ.Α.Κ., καθορίζονται οι βασικές κατηγορίες, καθώς και οι επιμέρους υποκατηγορίες (χρήσεις), των κτηρίων, στις οποίες εντάσσεται το υπό μελέτη κτήριο και βάσει των οποίων επιλέγονται οι συνθήκες λειτουργίας αυτού, προκειμένου να εξεταστεί η ενεργειακή του απόδοση.

**Πίνακας 2.9.1** Ταξινόμηση των κτηρίων με βάση τη χρήση τους

Βασικές κατηγορίες κτηρίων	Χρήσεις κτηρίων που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες
Κατοικίας	Μονοκατοικία, πολυκατοικία (κτήριο με περισσότερα του ενός ανεξάρτητα διαμερίσματα).
Προσωρινής διαμονής	Ξενοδοχείο, ξενώνας, οικότροφείο και κοιτόναος
Συνάθροισης κοινού	Χώρος συνεδρίων, χώρος εκθέσεων, μουσείο, χώρος συναυλιών, θέατρο, κινηματογράφος, αίθουσα δικαστηρίων, κλειστό γυμναστήριο, κλειστό κολυμβητήριο, εστιατόριο, ζαχαροπλαστείο, καφενείο, τράπεζα, αίθουσα πολλαπλών χρήσεων.
Εκπαίδευσης	Νηπιαγωγείο, πρωτοβάθμια εκπαίδευση, δευτεροβάθμια εκπαίδευση, τριτοβάθμια εκπαίδευση, αίθουσα διδασκαλίας, φροντιστήριο.
Υγείας και κοινωνικής πρόνοιας	Νοσοκομείο, κλινική, αγροτικό ιατρείο, υγειονομικός σταθμός, κέντρο υγείας, ιατρείο, ψυχιατρείο, ίδρυμα ατόμων με ειδικές ανάγκες, ίδρυμα χρονίως πασχόντων, οίκος ευγηρίας, βρεφοκομείο, βρεφικός σταθμός, παιδικός σταθμός.
Σωφρονισμού	Κρατητήριο, αναμορφωτήριο, φυλακή.
Εμπορίου	Κατάστημα, εμπορικό κέντρο, αγοράς και υπεραγοράς, φαρμακείο, κούρειο και κομμωτήριο, ινστιτούτο γυμναστικής.
Γραφείων	Γραφείο, βιβλιοθήκη.
Βιομηχανίας και βιοτεχνίας	Συνεργείο συντήρησης και επισκευής αυτοκινήτων, βαφείο, ξυλουργείο, παρασκευαστήριο τροφίμων, καθαριστήριο, σιδερωτήριο, οργανωμένο πλυντήριο ενδυμάτων, αυτοτελές κέντρο μηχανογράφησης.
Αποθήκευσης	Γενική αποθήκη, αποθήκη καταστήματος, αποθήκη μουσείου.
Στάθμευσης αυτοκινήτων & πρατήρια υγρών καυσίμων	Στάθμευση αυτοκινήτων, δικύκλων ή τρίκυκλων, πρατήριο υγρών καυσίμων, πλυντήριο αυτοκινήτων.

### 3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

#### 3.1 Λογισμικό T.E.E. – Κ.Εν.Α.Κ. v1.29.1.19

Το λογισμικό TEE - Κ.Εν.Α.Κ. αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τους μηχανικούς για την ενεργειακή μελέτη και πιστοποίηση των κτηρίων, την επιθεώρηση λεβήτων, εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού. Αναπτύχθηκε από την Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας, του Ινστιτούτου Ερευνών Περιβάλλοντος και Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών (ΕΑΑ) στα πλαίσια του προγράμματος συνεργασίας με το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας (ΤΕΕ).

Το TEE-Κ.Εν.Α.Κ. δημιουργήθηκε σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά και εθνικά πρότυπα, τον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτηρίων και τις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (TOTEE), ενώ αποτελείται από 5 ανεξάρτητα μεταξύ τους λογισμικά, τα οποία είναι δομημένα σε περιβάλλον παραθύρων (windows) με παρεμφερείς μάσκες εισαγωγής δεδομένων:

- Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίου
- Ενεργειακή Μελέτη
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Λέβητα
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Θέρμανσης
- Ενεργειακή Επιθεώρηση Εγκατάστασης Κλιματισμού

Οι αντίστοιχες Τεχνικές Οδηγίες ΤΕΕ εγκρίθηκαν από το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής με την Αριθ. οικ. 17178/ΦΕΚ Β 1387-2010 Απόφαση (TOTEE 20701 – 1 έως 20701 – 4) και με την Αριθ. οικ. 1192/ΦΕΚ 1413-2012 Απόφαση (β' έκδοση των TOTEE 20701 – 1 έως 4, έκδοση TOTEE 20701 – 5) και είναι οι ακόλουθες:

- TOTEE 20701–1/2010 «Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης».
- TOTEE 20701–2/2010 «Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων».
- TOTEE 20701–3/2010 «Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών».
- TOTEE 20701–4/2010 «Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
- TOTEE 20701–5/2012 «Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε Κτήρια».

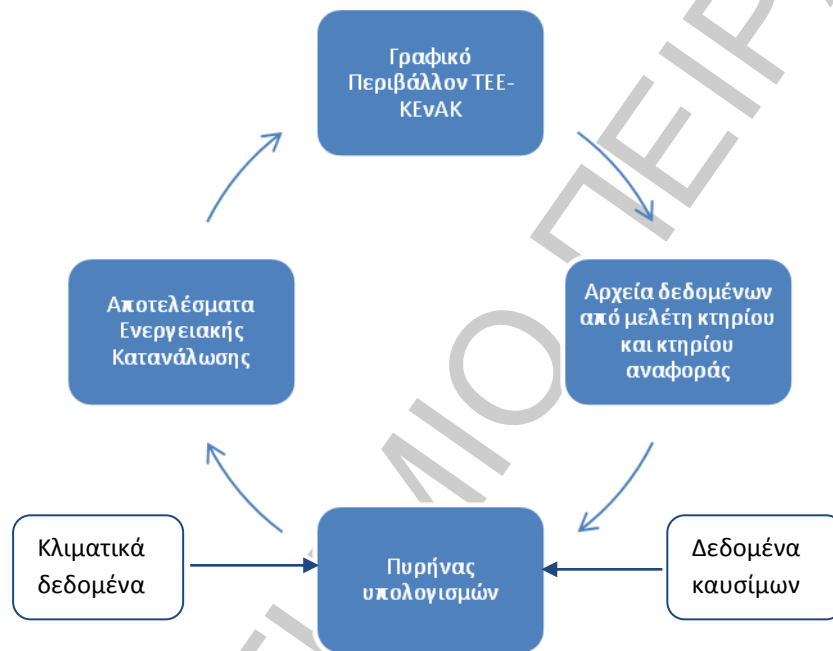
Με τη συμβολή μεγάλου αριθμού εξειδικευμένων επιστημόνων αλλά και 50 απλών χρηστών έγινε προσπάθεια ενσωμάτωσης των περισσότερων παρατηρήσεων από την πιλοτική διάθεσή του και πλέον αποτελεί ένα κοινό σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτηρίων στην Ελλάδα.

Το λογισμικό TEE-K.ΕΝ.Α.Κ. για την Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων είναι το λογισμικό βάσης που χρησιμοποιείται για την εκπόνηση υπολογισμών της ενεργειακής απόδοσης κτηρίου σύμφωνα με τις απαιτήσεις και προδιαγραφές:

- του νόμου 3661/2008 (ΦΕΚ Α' 89)

- του Κανονισμού Ενεργειακή Απόδοσης Κτιρίων - Κ.ΕΝ.Α.Κ. (Φ.Ε.Κ. 407/9.4.2010)
- της σχετικής Τεχνικής Οδηγίας του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (20701-1/2010).

Το λογισμικό δέχεται τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του κελύφους του κτηρίου, τη χωροθέτησή του στο περιβάλλον και τα στοιχεία των απαραίτητων Η/Μ εγκαταστάσεων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης και της κατάταξης του κτηρίου. Δηλαδή υλοποιεί τους απαραίτητους αλγόριθμους για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων στην Ελλάδα, βασιζόμενο στις αντίστοιχες Τ.Ο.Τ.Ε.Ε. και τα διεθνή και εθνικά πρότυπα, ενώ τα αποτελέσματά του εκτυπώνονται στις αντίστοιχες αναφορές.



**Εικόνα 3.1.1.** Βασική δομή λογισμικού TEE – Κ.Εν.Α.Κ.

Το λογισμικό δεν υποστηρίζει τις μελέτες που πρέπει να προηγηθούν της Μελέτης Ενεργειακής Απόδοσης (π.χ. αρχιτεκτονικά, θερμομόνωση, εγκαταστάσεις Η/Μ, κλπ), καθώς και την απαιτούμενη τεκμηρίωση που πρέπει, ως αποτέλεσμα αυτών των μελετών, να συνοδεύουν μια πλήρη μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης.

Το λογισμικό Τ.Ε.Ε. – Κ.Εν.Α.Κ. βασίζεται στο ήδη υπάρχον λογισμικό EPA-NR (το οποίο αναπτύχθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Intelligent Energy - Europe, 17η Γ.Δ. της Ε.Ε. (EIE/04/125/S07.38651), αλλά έχει τροποποιηθεί κατάλληλα ώστε να είναι σύμφωνο με τις εθνικές απαιτήσεις, όπως αυτές προβλέπονται στον Κανονισμό Ενεργειακής Επιθεώρησης Κτιρίων και στις σχετικές Τεχνικές Οδηγίες Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας. Για το λόγο αυτό παρατηρούνται αρκετές διαφορές σε σχέση με το λογισμικό βάσης, δηλαδή το EPA-NR, οι κυριότερες από τις οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Θεμελιώδης διαφορά ανάμεσα στα δύο λογισμικά είναι ότι στο EPA-NR υπήρχε η ανάγκη δημιουργίας του κτηρίου αναφοράς, ώστε να είναι δυνατή στη συνέχεια η σύγκριση με το εξεταζόμενο κτήριο και η ενεργειακή κατάταξη αυτού. Αντίθετα, στο Τ.Ε.Ε.-Κ.Εν.Α.Κ. με την ολοκλήρωση της εισαγωγής δεδομένων για το προς επιθεώρηση κτήριο/τμήμα κτηρίου,

το λογισμικό δημιουργεί αυτόματα το κτήριο αναφοράς με το οποίο συγκρίνεται το υπάρχον κτήριο. Σημαντική, επίσης, διαφορά σε σχέση με το EPA-NR είναι η εισαγωγή στα δεδομένα εισόδου της «χρήσης κτηρίου» που επηρεάζει τα τελικά αποτελέσματα του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και τις παραδοχές για το κτήριο αναφοράς.

Για κάθε θερμική ζώνη ή για ολόκληρο το κτήριο, αν πρόκειται για μονοζωνικό κτήριο, καθορίζονται αρχικά οι γενικές πληροφορίες χρήσης και λειτουργίας. Η επιλογή χρήσης για την θερμική ζώνη συνδέεται με συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας (επιθυμητή θερμοκρασία, υγρασία, απαιτούμενο αερισμό, επίπεδα φωτισμού και εσωτερικά κέρδη, ωράριο λειτουργίας, κ.α.). Το λογισμικό με την επιλογή χρήσης, εισάγει αυτόματα για κάθε θερμική ζώνη συγκεκριμένες εσωτερικές συνθήκες λειτουργίας, τόσο για το υπό επιθεώρηση κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς.

Επιπλέον στο T.E.E.-K.Ev.A.K. υπάρχει η παράμετρος για την έκθεση του κτηρίου, όπου λαμβάνεται υπόψη η πυκνότητα δόμησης της περιοχής του κτηρίου. Κάποιες από τις παραμέτρους που εισάγονται στο λογισμικό κατά την ενεργειακή επιθεώρηση είναι καθαρά για στατιστικούς λόγους όπως τα τεχνικά χαρακτηριστικά για τους ανελκυστήρες, την ύδρευση, την άρδευση, την αποχέτευση του κτηρίου, κ.ά.

### 3.2 Μεθοδολογία υπολογισμού

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, στην οποία θα μελετηθεί η ενεργειακή απόδοση και κατάταξη ενός κτηρίου, καθώς και η ενεργειακή αναβάθμιση του υπό μελέτη κτηρίου με συγκεκριμένες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, χρησιμοποιείται το **λογισμικό TEE-K.Ev.A.K. Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτηρίων**.

#### ➤ Εισαγωγή δεδομένων

Η γενική δομή για την εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό για το προς θεώρηση κτήριο / τμήμα κτηρίου είναι η ακόλουθη:

Ενεργειακή επιθεώρηση				Γενικά στοιχεία
				Κλιματολογικά δεδομένα
Κτίριο				Γενικά
				Υδρευση, Αποχέτευση, Άρδευση
				Ανελκυστήρες
				Συμπαγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
				Φωτοβολταϊκά
				Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος
Θερμική Ζώνη				Γενικά
				Κέλυφος
				Αδιαφανείς επιφάνειες
				Σε επαφή με το έδαφος
				Διαφανείς επιφάνειες
				Παθητικά ηλιακά
				Εσωτερική διαχωριστική επιφάνεια
				Γενικά
				Αδιαφανείς επιφάνειες
				Διαφανείς επιφάνειες
				Συστήματα
				Θέρμανση
				Ψύξη
				Υγρανση
				ΚΚΜ
				ZNX
				Ηλιακός συλλέκτης
				Φωτισμός
Μη θερμαινόμενος χώρος				Γενικά
				Κέλυφος
				Αδιαφανείς επιφάνειες
				Σε επαφή με το έδαφος
				Διαφανείς επιφάνειες
Ηλιακός χώρος				Γενικά
				Κέλυφος
				Αδιαφανείς επιφάνειες
				Σε επαφή με το έδαφος
				Διαφανείς επιφάνειες

Εικόνα 3.2.1 Γενική δομή εισαγωγής δεδομένων στο λογισμικό

Για κάθε κτήριο ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Τουλάχιστον μία (1) Θερμική Ζώνη (θερμαινόμενος χώρος)
- Κανέναν ή περισσότερους Μη Θερμαινόμενους Χώρους
- Κανέναν ή περισσότερους Ηλιακούς Χώρους
- Κανένα ή περισσότερα Φ/Β συστήματα
- Κανένα ή περισσότερα συστήματα ΣΗΘ

Για κάθε θερμική ζώνη ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:

- Κάποιες Αδιαφανείς / Διαφανείς επιφάνειες
- Καμία ή περισσότερες εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες
- Ένα (1) σύστημα θέρμανσης
- Ένα (1) σύστημα ψύξης
- Ένα (1) σύστημα ZNX
- Μία ή περισσότερες ΚΚΜ (για κτήρια του τριτογενή τομέα), Καμία ή περισσότερες ΚΚΜ (για κτήρια του οικιακού τομέα)
- Ένα (1) σύστημα φωτισμού (για κτήρια του τριτογενή τομέα)
- Κανένα ή ένα (1) σύστημα ύγρανσης
- Καμία ή μία (1) εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (για ZNX ή/και θέρμανση χώρων)

Για κάθε σύστημα θέρμανσης/ψύξης/ύγρανσης/ZNX ανά θερμική ζώνη, δηλαδή για όλη την εγκατάσταση παραγωγής, διανομής και απόδοσης, ο χρήστης θα πρέπει να ορίσει:



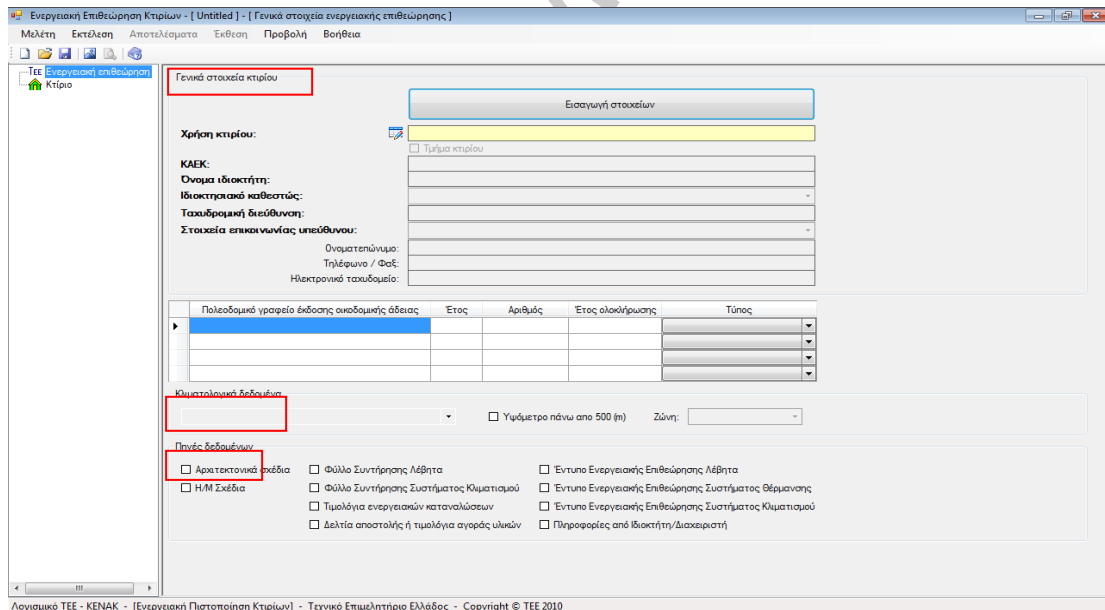
- Ένα (1) ή περισσότερα συστήματα παραγωγής (π.χ. λέβητας, αντλία θερμότητας)
- Ένα (1) σύστημα διανομής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα (κλάδοι διανομής) εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα διανομής.
- Ένα (1) σύστημα εκπομπής. Αν υπάρχουν περισσότερα συστήματα εκπομπής (π.χ. σώματα καλοριφέρ ή στοιχεία μονάδας ανεμιστήρα), εισάγονται οι αντίστοιχοι σταθμισμένοι παράμετροι για το σύστημα εκπομπής.
- Ένα (1) ή περισσότερα βοηθητικά συστήματα (π.χ. κυκλοφορητές, ανεμιστήρες, κ.α.).

Η μάσκα εισαγωγής δεδομένων είναι δομημένη σε περιβάλλον παραθύρων (windows) και χωρίζεται σε δύο τμήματα:

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

Στην οθόνη με την «Ενεργειακή επιθεώρηση» η εισαγωγή των δεδομένων ολοκληρώνεται σε τρία στάδια:

- i. Γενικά Στοιχεία Κτηρίου
- ii. Κλιματολογικά Δεδομένα
- iii. Πηγές Δεδομένων



Εικόνα 3.2.2 Μάσκα εισαγωγής δεδομένων στην «Ενεργειακή επιθεώρηση»

### Δεδομένα κτηρίου

Στην οθόνη «Κτήριο» συμπληρώνονται κάποια βασικά στοιχεία του κτηρίου πάνω στα οποία θα βασιστεί στη συνέχεια ολόκληρη η μελέτη. Η εισαγωγή των στοιχείων σε επίπεδο Κτηρίου ολοκληρώνεται σε έξι στάδια. Το κάθε στάδιο αντιστοιχεί σε μια υπο-οθόνη:

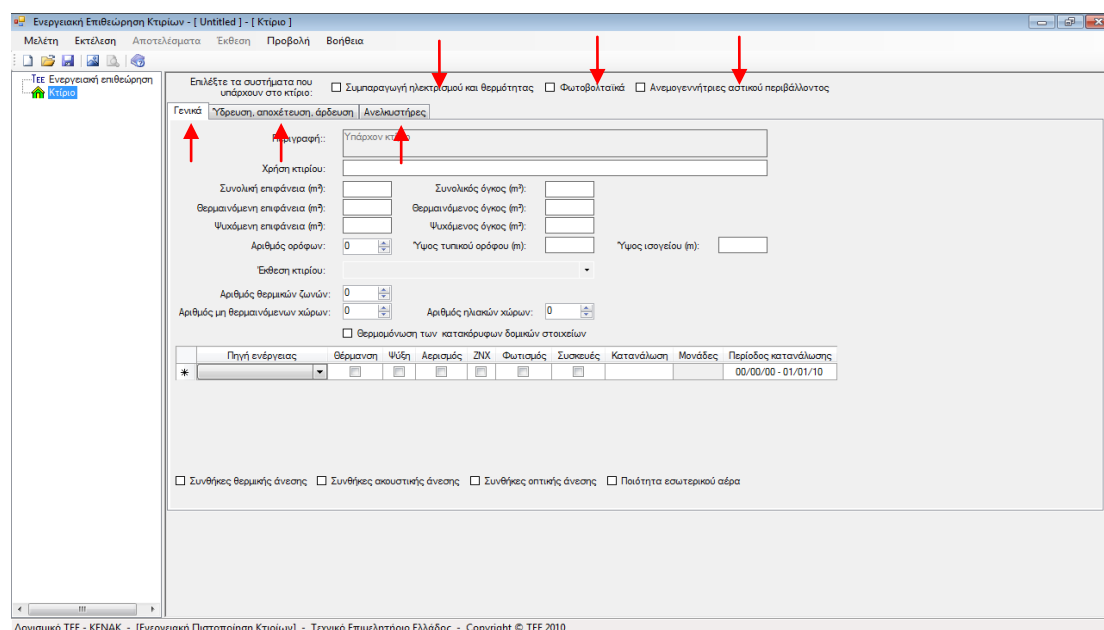
- i. Γενικά
- ii. Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση
- iii. Ανελκυστήρες
- iv. Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας
- v. Φωτοβολταϊκά
- vi. Ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος

Στην καρτέλα «Γενικά» συμπληρώνονται τα γενικά κατασκευαστικά στοιχεία του κτηρίου, στην καρτέλα «Ύδρευση, αποχέτευση, άρδευση» καθορίζονται τα στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης που εξυπηρετούν το κτήριο και στην καρτέλα «Ανελκυστήρες» εισάγονται τα στοιχεία για τον Η/Μ εξοπλισμό των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κυκλοφορίας που εξυπηρετούν το κτήριο.

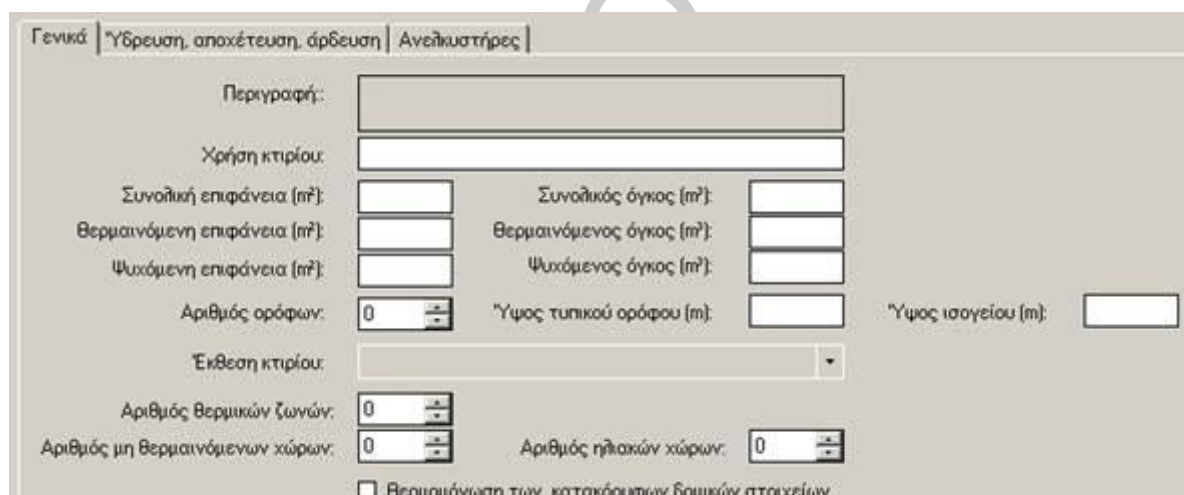
Στην περίπτωση που το κτήριο διαθέτει σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ), ή εξετάζεται η εγκατάσταση τέτοιου συστήματος σαν σενάριο επέμβασης, επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στο πάνω τμήμα της οθόνης και στη συνέχεια εμφανίζεται μια υπο-οθόνη για την εισαγωγή των απαιτούμενων στοιχείων του συγκεκριμένου συστήματος.

Σε περίπτωση που το προς επιθεώρηση κτήριο / τμήμα κτηρίου διαθέτει φωτοβολταϊκά (ΦΒ) για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια και όχι για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο, επιλέγεται το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στο πάνω τμήμα της οθόνης και στη συνέχεια εμφανίζεται μια υπο-οθόνη για την εισαγωγή των απαιτούμενων στοιχείων της συγκεκριμένης εγκατάστασης. Το ίδιο ισχύει και σε περίπτωση σεναρίου επέμβασης που εξετάζεται η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών.

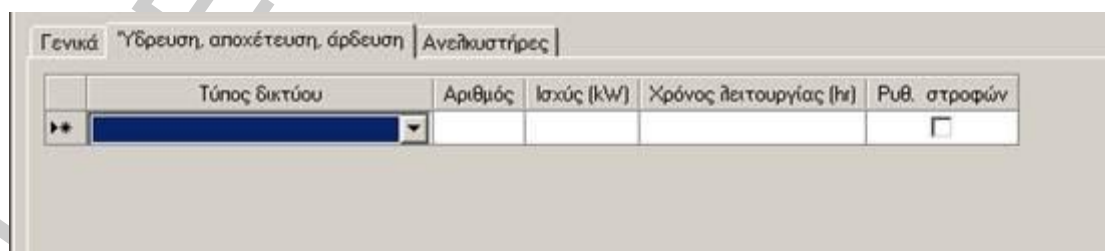
Σε περίπτωση που το κτήριο διαθέτει ανεμογεννήτριες αστικού περιβάλλοντος για κάλυψη του συνόλου ή μέρους των αναγκών σε ηλεκτρική ενέργεια του προς επιθεώρηση κτηρίου/ τμήματος κτηρίου, ο χρήστης επιλέγει το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου στο πάνω τμήμα της οθόνης και στη συνέχεια εμφανίζεται μια υπο-οθόνη για την εισαγωγή των απαιτούμενων στοιχείων της συγκεκριμένης εγκατάστασης. Αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση Α/Γ δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων.



Εικόνα 3.2.3 Μάσκα εισαγωγής δεδομένων στην οθόνη «Κτήριο»



Εικόνα 3.2.4 Καρτέλα γενικών κατασκευαστικών στοιχείων κτηρίου



Εικόνα 3.2.5 Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων Η/Μ εξοπλισμού εγκαταστάσεων ύδρευσης, αποχέτευσης και άρδευσης

Τύπος	Αριθμός	Ισχύς (kW)	Χρόνος λειτουργίας (hr)	Αυτοματισμοί
▼				<input type="checkbox"/>

**Εικόνα 3.2.6** Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων Η/Μ εξοπλισμού των εγκαταστάσεων οριζόντιας και κάθετης κυκλοφορίας

Μονάδα	Καύσιμο	Β. Απ. Ηλε. (-)	Β. Απ. Θερ. (-)	Κόστος (€)
▼	▼			

**Εικόνα 3.2.7** Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων συστήματος ΣΗΘ

Τύπος	Συν. Α. (-)	Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Ισχύς (kW)	γ (deg)	β (deg)	Συν. σκίασης(-)	Κόστος (€/m <sup>2</sup> )
▼							

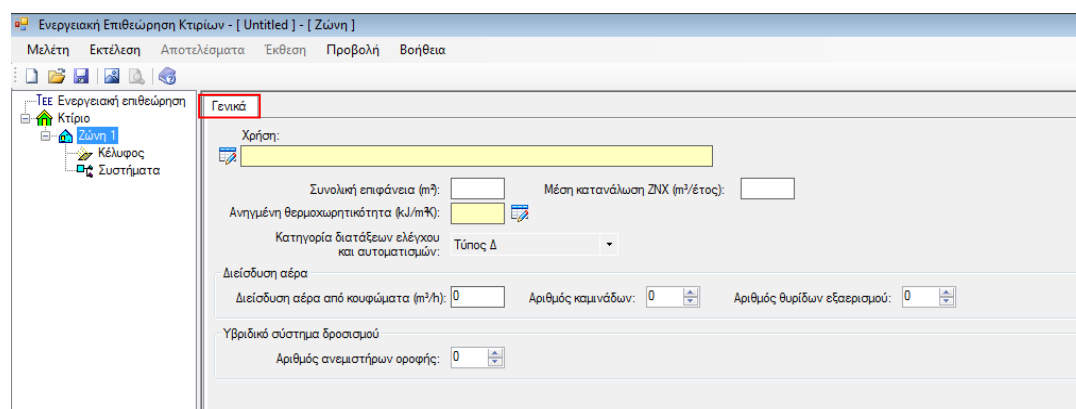
**Εικόνα 3.2.8** Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων εγκατάστασης φωτοβολταϊκών

Τύπος	Ισχύς (kW)	Συν. Ισχ. (-)	Χώρος τοποθέτησης
▼			

**Εικόνα 3.2.9** Καρτέλα εισαγωγής στοιχείων εγκατάστασης ανεμογεννητριών

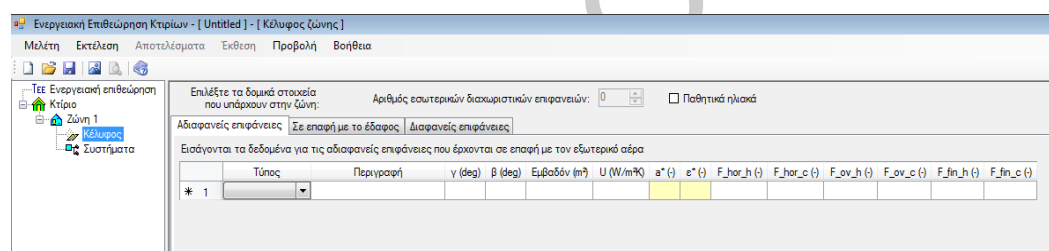
➤ Δεδομένα θερμικής ζώνης

Για κάθε θερμική ζώνη, εκτός από κάποια γενικά στοιχεία που φαίνονται παρακάτω (π.χ. χρήση ζώνης, επιφάνεια κτλ.), πρέπει να συμπληρωθούν και αναλυτικά στοιχεία σχετικά με το κελυφός της και τα συστήματα που διαθέτει.



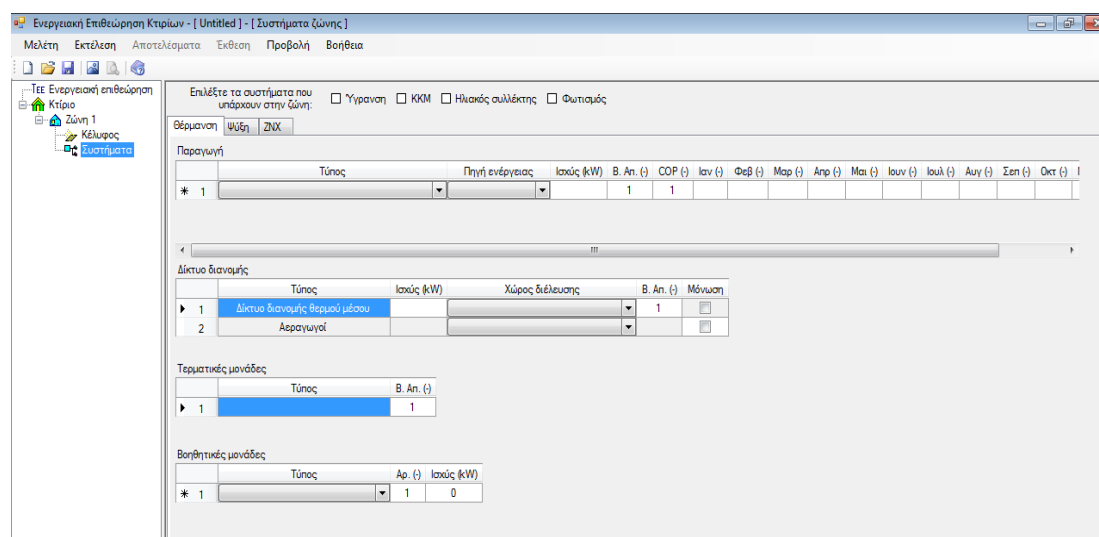
Εικόνα 3.2.10 Γενικά στοιχεία θερμικής ζώνης

Αναφορικά με το κέλυφος της θερμικής ζώνης, πρέπει να συμπληρωθούν στοιχεία σχετικά με τις εσωτερικές διαχωριστικές επιφάνειες της θερμικής ζώνης με τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους, με τα παθητικά ηλιακά συστήματα, αν διαθέτει, καθώς και με τις αδιαφανείς της επιφάνειες, τις επιφάνειες της σε επαφή με το έδαφος και τέλος τις διαφανείς της επιφάνειες.



Εικόνα 3.2.11 Στοιχεία κτηριακού κελύφους της θερμικής ζώνης.

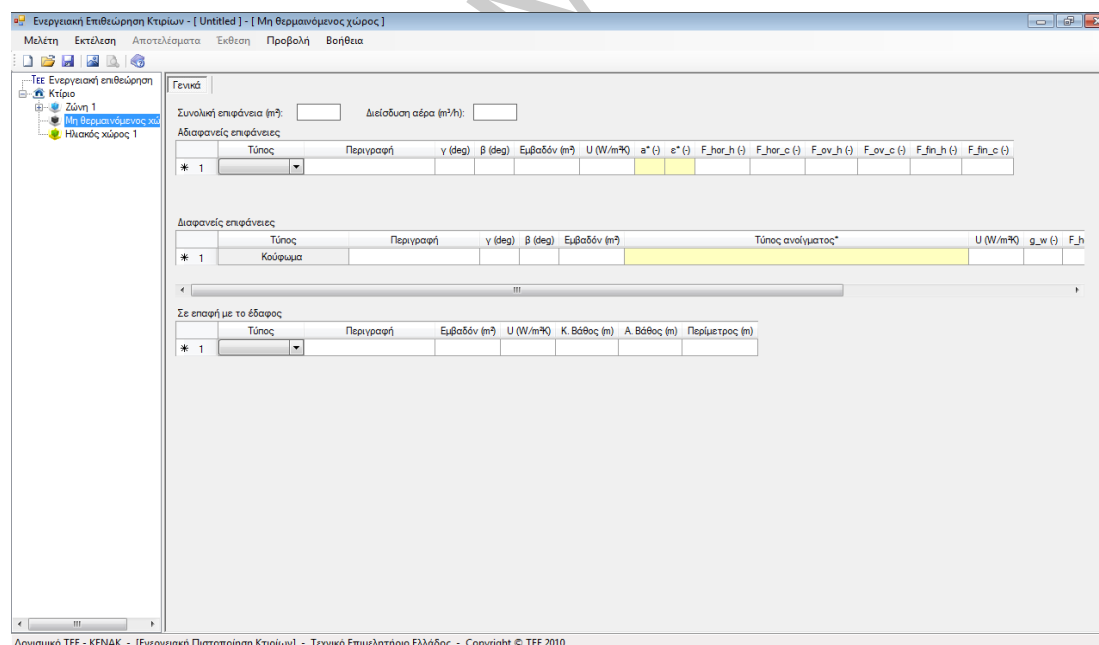
Αναφορικά με τα συστήματα, εισάγονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συστημάτων θέρμανσης / ψύξης / ZNX / κλιματισμού / φωτισμού / ύγρανσης και ηλιακών συλλεκτών που εξυπηρετούν την συγκεκριμένη ζώνη. Για τα τρία πρώτα συστήματα οι υπο-οθόνες είναι ενεργές, ενώ για τα υπόλοιπα τέσσερα θα πρέπει να επιλεγεί το αντίστοιχο σύμβολο ελέγχου προκειμένου να εμφανιστεί η υπο-οθόνη για το αντίστοιχο σύστημα.



Εικόνα 3.2.12 Εισαγωγή δεδομένων για τα συστήματα της θερμικής ζώνης.

➤ Δεδομένα μη θερμαινόμενου ή ηλιακού χώρου

Οι Μη Θερμαινόμενοι Χώροι και οι Ηλιακοί Χώροι, εφόσον υπάρχουν, απαιτούν την εισαγωγή πληροφοριών για τα γενικά χαρακτηριστικά του χώρου και την κατασκευή του κελύφους. Ορίζονται ακριβώς με τον ίδιο τρόπο και εμφανίζονται οι ίδιες υπο-οθόνες με τις ίδιες παραμέτρους, όπως φαίνεται στην ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.2.13 Στοιχεία κελύφους μη θερμαινόμενου και ηλιακού χώρου.

Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι για τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους ισχύουν τα ακόλουθα:

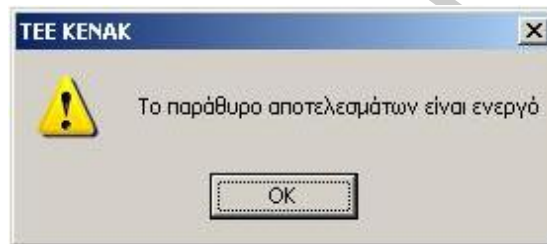


- Δεν έχουν σύστημα θέρμανσης, ψύξης και κλιματισμού, δηλαδή είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι.
- Δεν λαμβάνονται υπόψη τα εσωτερικά θερμικά κέρδη, και ο φωτισμός.
- Δεν συμπεριλαμβάνονται μη θερμαινόμενοι χώροι κύριας χρήσης (π.χ. χώροι στάθμευσης, αποθήκες, κ.α.), για τους οποίους προβλέπεται η υπαγωγή τους στο κτήριο ως θερμικών ζωνών με την αντίστοιχη χρήση.

#### ➤ Υπολογισμοί – Αποτελέσματα

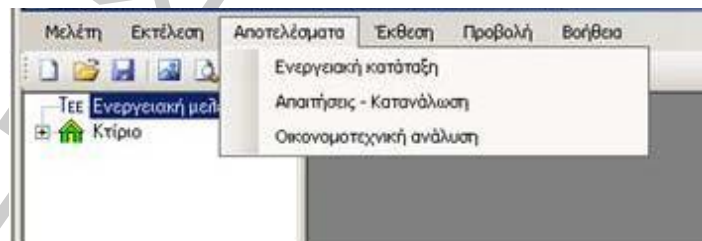
Έπειτα από την εισαγωγή των στοιχείων του κτηρίου και των δεδομένων για κάθε θερμική ζώνη, μη θερμαινόμενο και ηλιακό χώρο, γίνονται οι υπολογισμοί για την ενεργειακή απόδοση και ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου. Η επιλογή «Εκτέλεση» είναι αυτή που θα συνδυάσει τις διάφορες παραμέτρους και θα πραγματοποιήσει τους αντίστοιχους υπολογισμούς.

Εάν κάποια παράμετρος έχει παραληφθεί εμφανίζεται αντίστοιχο προειδοποιητικό μήνυμα και εφόσον έχουν συμπληρωθεί όλα σωστά, τότε εμφανίζεται το μήνυμα πλήρους καταχώρησης με το οποίο επιβεβαιώνεται η διαθεσιμότητα των αποτελεσμάτων.



Εικόνα 3.2.14 Μήνυμα πλήρους καταχώρησης - Διαθεσιμότητα αποτελεσμάτων

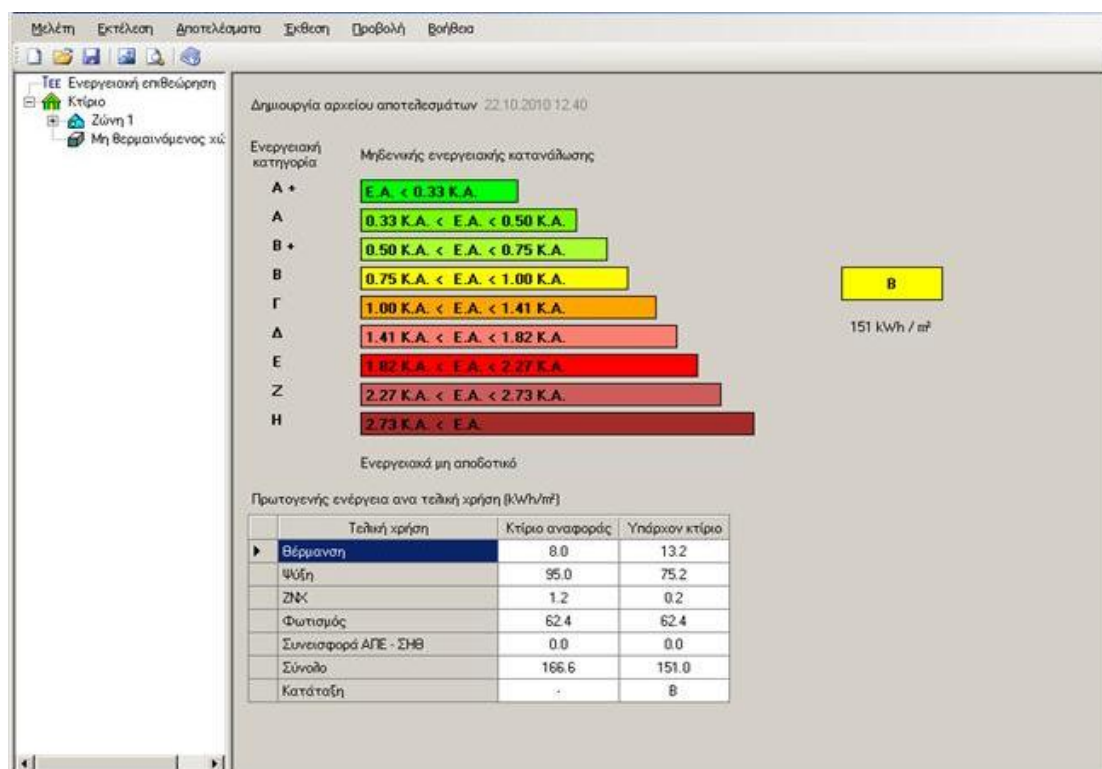
Εφόσον τα αποτελέσματα είναι διαθέσιμα, ενεργοποιείται και η επιλογή «Αποτελέσματα» από την οποία μπορούν να επιλεγούν και οι διάφορες κατηγορίες αυτών, όπως μπορεί να φανεί από την ακόλουθη εικόνα.



Εικόνα 3.2.15 Εμφάνιση κατηγοριών αποτελεσμάτων.

#### ▪ Ενεργειακή κατάσταση

Αυτή η κατηγορία αποτελεσμάτων, εμφανίζει την ενεργειακή κατάσταση του κτηρίου καθώς και ένα συγκριτικό πίνακα με την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση, ψύξη, ZNX, φωτισμός και συνεισφορά από ΑΠΕ και ΣΗΘ) για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς.



Εικόνα 3.2.16 Αποτελέσματα - Ενεργειακή κατάταξη

#### ▪ Απαιτήσεις – Κατανάλωση

Με την επιλογή αυτής της κατηγορίας αποτελεσμάτων, εμφανίζονται σε μορφή πίνακα για το υπό μελέτη κτήριο και το κτήριο αναφοράς τα αποτελέσματα σχετικά με:

- ✓ *Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές ενεργειακών απαιτήσεων για θέρμανση, ψύξη, ύγρανση και ΖΝΧ.
- ✓ *Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζονται μηνιαίες και ετήσιες τιμές τελικής ενεργειακής κατανάλωσης για:
  - θέρμανση (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους χειμερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
  - συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση),
  - ψύξη (συμπεριλαμβάνεται η κατανάλωση των βοηθητικών μονάδων καθώς επίσης του αερισμού και της ύγρανσης κατά τους θερινούς μήνες, αν υπάρχουν),
  - ζεστό νερό χρήσης (ΖΝΧ),
  - συνεισφορά ηλιακών συλλεκτών για ΖΝΧ (η οποία έχει ήδη συμπεριληφθεί στην τελική κατανάλωση ενέργειας για ΖΝΧ),
  - φωτισμό,
  - συνεισφορά ηλεκτρικής ενέργειας από ΦΒ (η οποία αφαιρείται από την συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση) και
  - συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση.

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14.7	12.1	8.8	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1	10.8	50.5
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	16.3	24.5	24.1	6.4	0.0	0.0	0.0	74.5
Υγρασία	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
ΖΗΧ	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

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	30.8	25.5	19.1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	23.1	110.9
Ηλεκτρική 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	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ΖΗΧ	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
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	1.2	1.3	1.7	2.1	2.4	2.6	2.7	2.6	2.2	1.8	1.3	1.1	23.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ενέργεια από 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	30.8	25.5	19.1	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	23.1	110.9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	9.6	9.5
Πετρέλαιο	0.0	0.0
Φυσικό αέριο	101.3	19.9
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλιακή	23.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	110.9	29.3

Εικόνα 3.2.17 Αποτελέσματα - Απαιτήσεις – Κατανάλωση

- ✓ *Εκπομπές CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για τις εκπομπές CO<sub>2</sub>, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτηρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τις συνολικές εκπομπές.
- ✓ *Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζονται ετήσιες τιμές για κατανάλωση καυσίμων, ανάλογα με το ποιά καύσιμα έχει εισάγει ο χρήστης στα διάφορα συστήματα του κτηρίου, για ηλεκτρική ενέργεια, φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης, άλλα ορυκτά καύσιμα (υγραέριο, τηλεθέρμανση από ΔΕΗ), ηλιακή ενέργεια, βιομάζα, γεωθερμία, άλλες ΑΠΕ, καθώς επίσης και τη συνολική κατανάλωση.

▪ Οικονομοτεχνική ανάλυση

Με την επιλογή αυτής της κατηγορίας αποτελεσμάτων, εμφανίζονται σε μορφή πίνακα τα αποτελέσματα σε ετήσια βάση για:

- ✓ *Λειτουργικό κόστος (€)* : Εμφανίζεται το ετήσιο λειτουργικό κόστος του κτηρίου ανάλογα με τις πηγές ενέργειας που έχουν εισαχθεί.
- ✓ *Αρχικό κόστος επένδυσης (€)* : Εμφανίζεται το συνολικό κόστος του συγκεκριμένου σεναρίου. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- ✓ *Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζεται η ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.

- ✓ *Ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας (%)* : Εμφανίζεται το ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- ✓ *Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)* : Εμφανίζεται ο λόγος του αρχικού κόστους επένδυσης προς την ετήσια εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- ✓ *Ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> (kg/m<sup>2</sup>)* : Εμφανίζεται η ετήσια μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub> του συγκεκριμένου σεναρίου σε σύγκριση με το υπάρχον κτήριο. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.
- ✓ *Περίοδος αποπληρωμής (έτη)* : Εμφανίζεται η απλή περίοδος αποπληρωμής για το συγκεκριμένο σενάριο. Για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς δεν υπάρχει η συγκεκριμένη τιμή.

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
► Λειτουργικό κόστος [€]	4,146.1	3,497.7	3,127.9
Αρχικό κόστος επένδυσης [€]			2,000.0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			15.1
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			10.0
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0.3
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )			6.2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			2.0

Εικόνα 3.2.18 Αποτελέσματα - Οικονομοτεχνική ανάλυση

## 4. ΜΕΛΕΤΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΣΑΡΩΝΙΔΑ

Σε αυτή την ενότητα γίνεται μια αναλυτική περιγραφή του υπό μελέτη κτηρίου, σχετικά με τη θέση του και τον περιβάλλοντα χώρο, τη χρήση και το προφίλ λειτουργίας των επιμέρους τμημάτων (χώρων) του.

Για τη διενέργεια της ενεργειακής επιθεώρησης και για την εισαγωγή των δεδομένων του κτηρίου στο λογισμικό TEE-Κ.Εν.Α.Κ. ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

- i. Καθορισμός θερμικών ζωνών.
- ii. Ανάλυση και υπολογισμός γενικών στοιχείων κτηρίου (χρήση, κλιματικά δεδομένα, γεωμετρικά στοιχεία). Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE-Κ.Εν.Α.Κ.
- iii. Ανάλυση και υπολογισμός γενικών στοιχείων κάθε θερμικής ζώνης και των παραμέτρων των επιφανειών τους (αδιαφανείς, διαφανείς, επιφάνειες σε επαφή με το έδαφος). Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE-Κ.Εν.Α.Κ.
- iv. Ανάλυση και υπολογισμός στοιχείων των συστημάτων (ψύξης, θέρμανσης, φωτισμού) κάθε θερμικής ζώνης. Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE-Κ.Εν.Α.Κ.
- v. Ανάλυση και υπολογισμός στοιχείων για τις επιφάνειες των μη θερμαινόμενων χώρων. Εισαγωγή δεδομένων στο λογισμικό TEE-Κ.Εν.Α.Κ.

### 4.1 Γενική περιγραφή του κτηρίου

- Χρήση

Το υπό μελέτη κτήριο βρίσκεται στην περιοχή της Σαρωνίδας, στην οδό Τεμπών 7. Πρόκειται για διώροφο κτήριο με υπόγειο και δώμα. Το ισόγειο και οι δύο όροφοι έχουν κύρια χρήση (τρεις κατοικίες και ένα γραφείο), ενώ το υπόγειο χρησιμοποιείται ως χώρος στάθμευσης δυναμικότητας τεσσάρων αυτοκινήτων, τεσσάρων μικρών αποθηκών αποκλειστικής χρήσης των ενοίκων των κατοικιών, της αποθήκης καυσίμων και του λεβητοστασίου. Το μηχανοστάσιο του ανελκυστήρα βρίσκεται στο δώμα.

Από τη χρήση του κτηρίου συμπεραίνεται ότι το κτήριο προορίζεται για ενιαία χρήση και συνεπώς κατατάσσεται στην κατηγορία «**Κατοικία**», αφού αποτελείται από δύο ανεξάρτητα διαμερίσματα.

- Κλιματικά Δεδομένα

Όπως έχει αναφερθεί, για την πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης απαραίτητη είναι η εισαγωγή κλιματικών δεδομένων που συνδέονται με το εξεταζόμενο κτήριο. Με βάση τον Πίνακα 2.6.2.1. προκύπτει ότι το εξεταζόμενο κτήριο κατατάσσεται **στην κλιματική ζώνη Β**.

### 4.2 Θερμικές ζώνες

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



- i. Η επιθυμητή θερμοκρασία να διαφέρει περισσότερο από 4K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- ii. Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση/λειτουργία.
- iii. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού
- iv. Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές εσωτερικών ή/και ηλιακών κερδών ή/και θερμικών απωλειών (πχ. οι χώροι με νότιο προσανατολισμό σε ένα κτήριο έχουν σημαντικά ηλιακά κέρδη σε σχέση με τους υπόλοιπους χώρους).
- v. Οι χώροι με μηχανικό αερισμό πρέπει αν διαφοροποιούνται από αυτούς με μόνο φυσικό αερισμό. Επίσης, υπάρχουν χώροι όπου το σύστημα του μηχανικού αερισμού καλύπτει λιγότερο από το 80% της επιφάνειας κάτοψης του χώρου.

Βάσει της TOTEE 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνίστανται να ακολουθούνται οι παρακάτω κανόνες:

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

Στην περίπτωση της διακριτοποίησης του κτηρίου σε περισσότερες της μίας θερμικής ζώνης, για την απλοποίηση της διαδικασίας θεωρείται ότι δεν υπάρχει θερμική σύζευξη μεταξύ των ζωνών καθώς δεν υπάρχει σημαντική αλλαγή στην ακρίβεια των αποτελεσμάτων.

Στο πλαίσιο της ενεργειακής μελέτης του κτηρίου, καθορίζονται και οι μη θερμαινόμενοι χώροι (ΜΘΧ) που γειτνιάζουν και έχουν θερμική σύζευξη με τους θερμαινόμενους χώρους (ή θερμικές ζώνες). Οι μη θερμαινόμενοι χώροι είναι ενεργειακά αδρανείς χώροι, χωρίς απαιτήσεις για θέρμανση, ψύξη και αερισμό. Κατά τους υπολογισμούς, τα εσωτερικά θερμικά κέρδη και ο φωτισμός των μη θερμαινόμενων χώρων θεωρούνται μηδενικά.

Στην περίπτωση του εξεταζόμενου διώροφου κτηρίου, ορίζονται τέσσερις θερμικές ζώνες και ένας μη θερμαινόμενος χώρος. Ο καθορισμός των ζωνών ορίστηκε με αυτόν τον τρόπο για να εξεταστούν καλύτερα οι απαιτήσεις για το κάθε διαμέρισμα και για να υπάρχει η δυνατότητα εξέτασης επεμβάσεων που μπορεί να διαφοροποιούνται σε μεγέθη για τη κάθε ζώνη (πχ. Διαφορετική ανάγκη ηλιακών



συλλεκτών για το διαμέρισμα του ισογείου σε σχέση με το διαμέρισμα του 1<sup>ου</sup> ή του 2<sup>ου</sup> ορόφου).

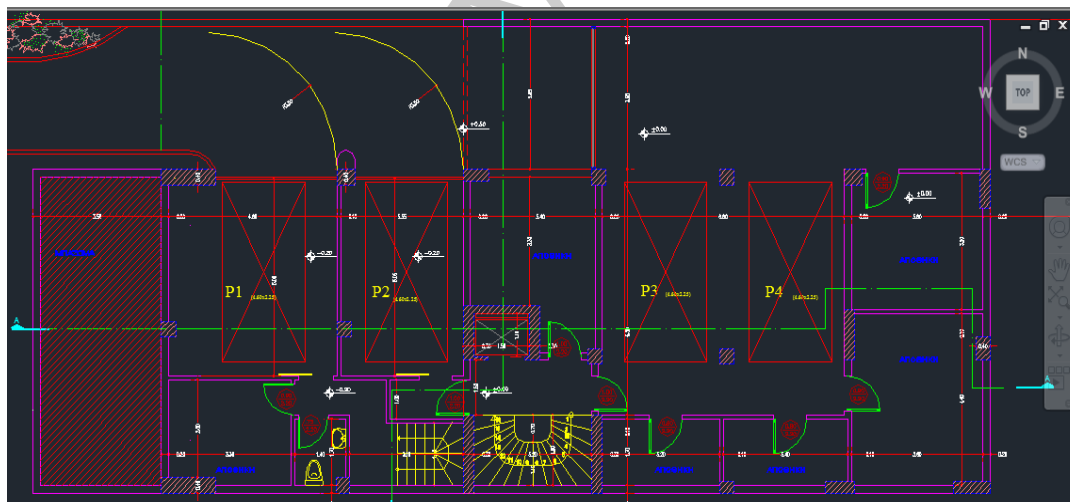
**Πίνακας 4.2.1** Καθορισμός θερμικών ζωνών και μη θερμαινόμενου χώρου εξεταζόμενου κτηρίου.

Καθορισμός θερμικών ζωνών και Μη Θερμαινόμενου Χώρου	
Θερμική ζώνη 1	Διαμέρισμα ισογείου
Θερμική ζώνη 2	Γραφείο ισογείου
Θερμική ζώνη 3	Διαμέρισμα 1 <sup>ου</sup> ορόφου
Θερμική ζώνη 4	Διαμέρισμα 2 <sup>ου</sup> ορόφου
Μη Θερμαινόμενος Χώρος	Χώρος κλιμακοστασίου ισογείου, 1 <sup>ου</sup> & 2 <sup>ου</sup> ορόφου και Δώμα

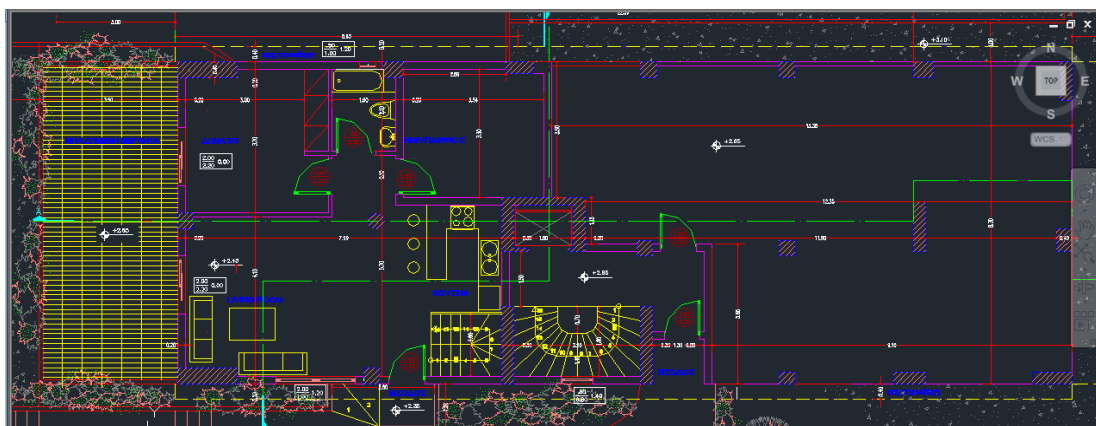
### 4.3 Γεωμετρία και τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηριακού κελύφους

Για τον υπολογισμό της επιφάνειας του κτηρίου χρησιμοποιούνται τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου και οι αναλυτικές κατόψεις, βασίζοντας πάντα τους υπολογισμούς στις εξωτερικές διαστάσεις των δομικών στοιχείων. Η συνολική επιφάνεια του κτηρίου υπολογίζεται στα 598,90 m<sup>2</sup>. Τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου παρουσιάζονται στα ακόλουθα σχήματα.

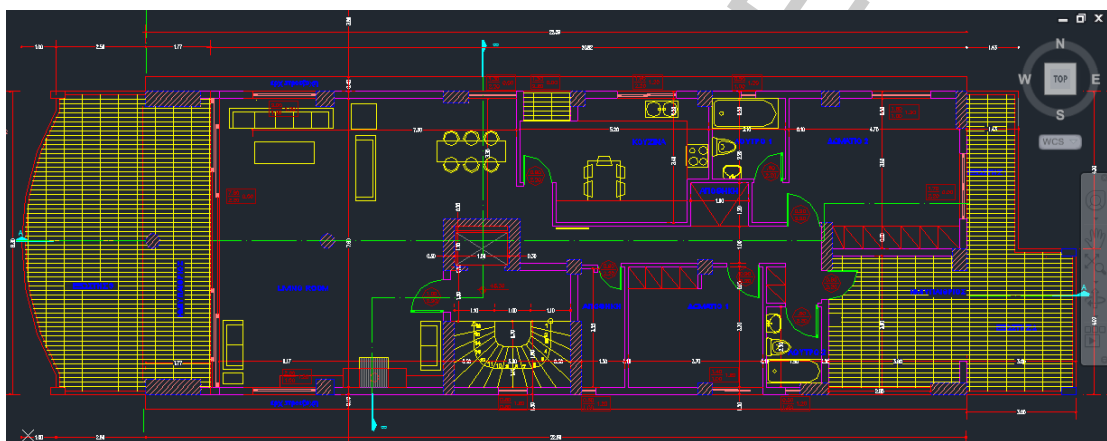
Κατόψεις:



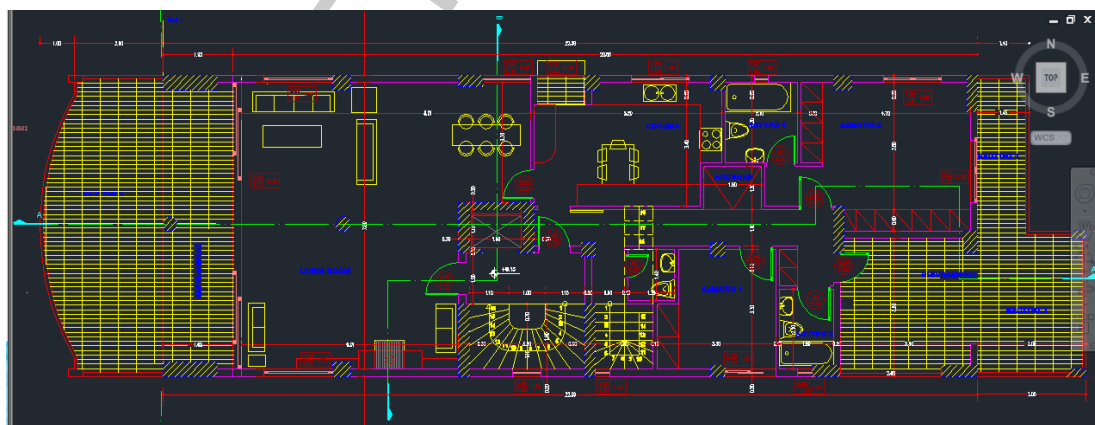
**Εικόνα 4.3.1** Κάτοψη υπογείου κτηρίου Σαρωνίδας



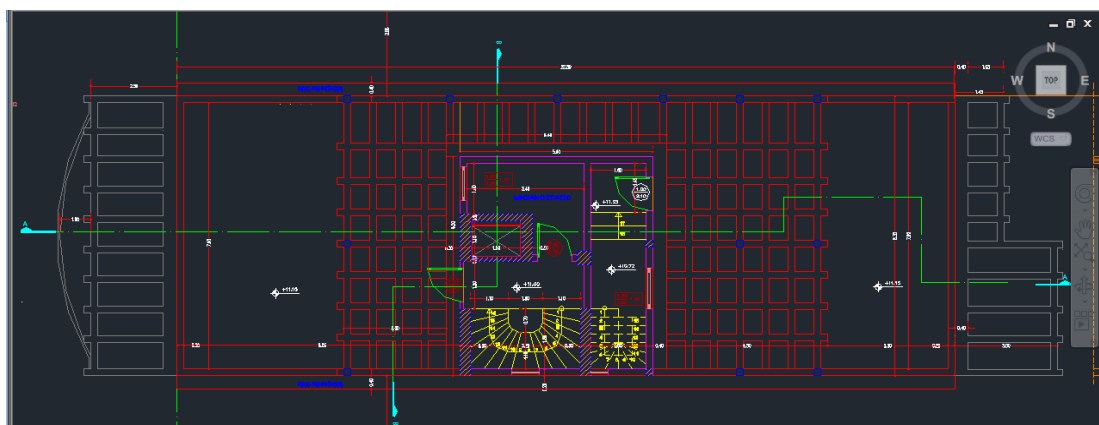
Εικόνα 4.3.2 Κάτοψη ισογείου κτηρίου Σαρωνίδας



Εικόνα 4.3.3 Κάτοψη 1<sup>ου</sup> ορόφου κτηρίου Σαρωνίδας



Εικόνα 4.3.4 Κάτοψη 2<sup>ου</sup> ορόφου κτηρίου Σαρωνίδας

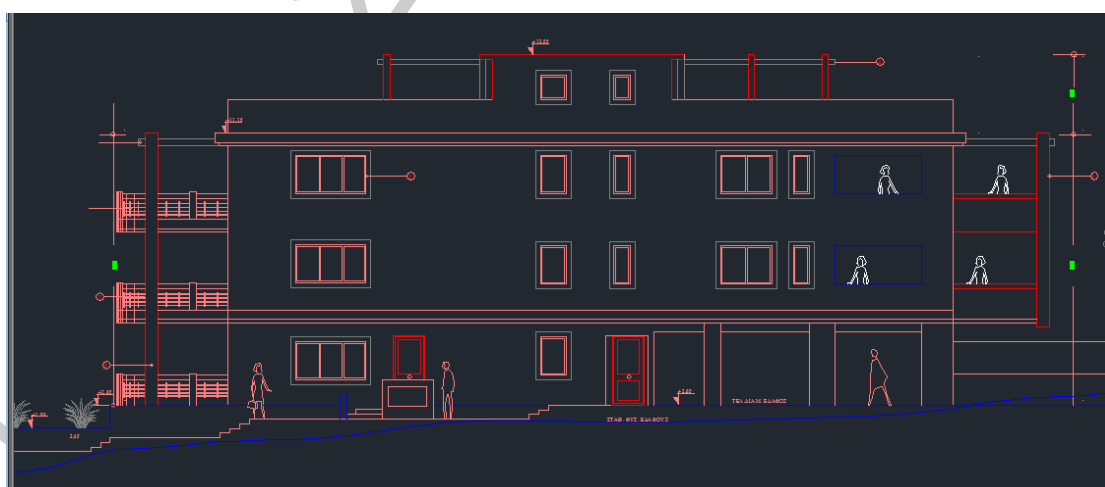


Εικόνα 4.3.5 Κάτοψη δώματος κτηρίου Σαρωνίδας

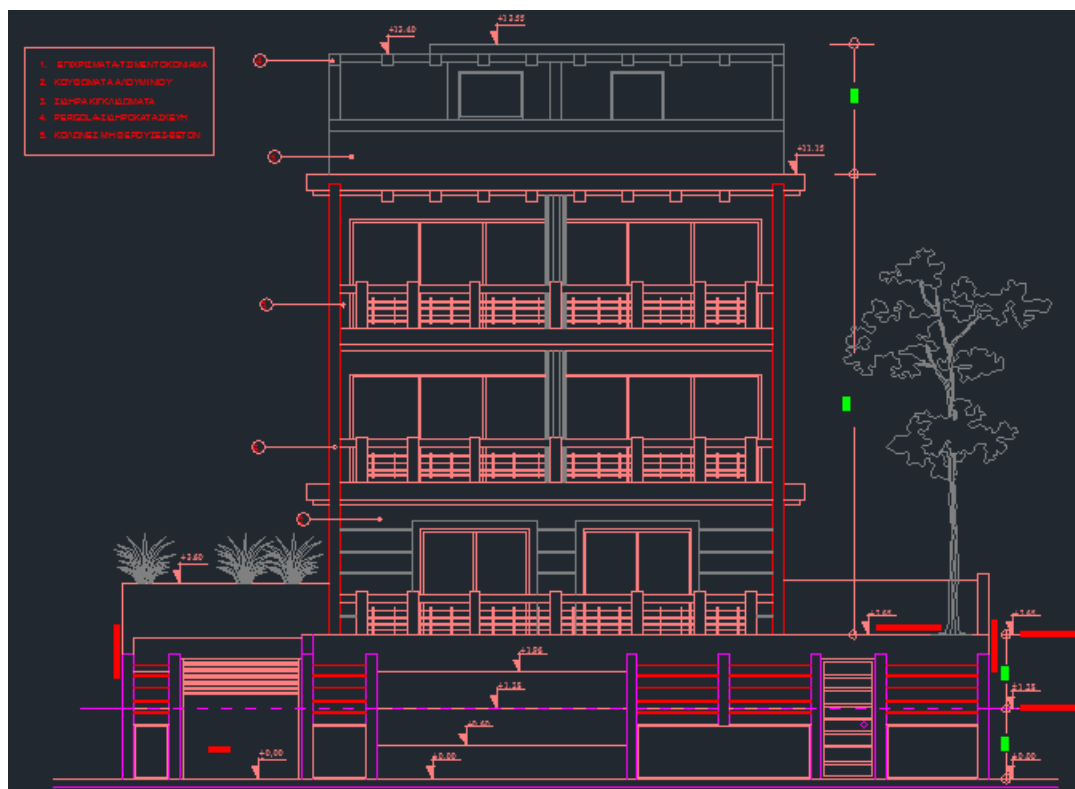
Πλάγιες όψεις:



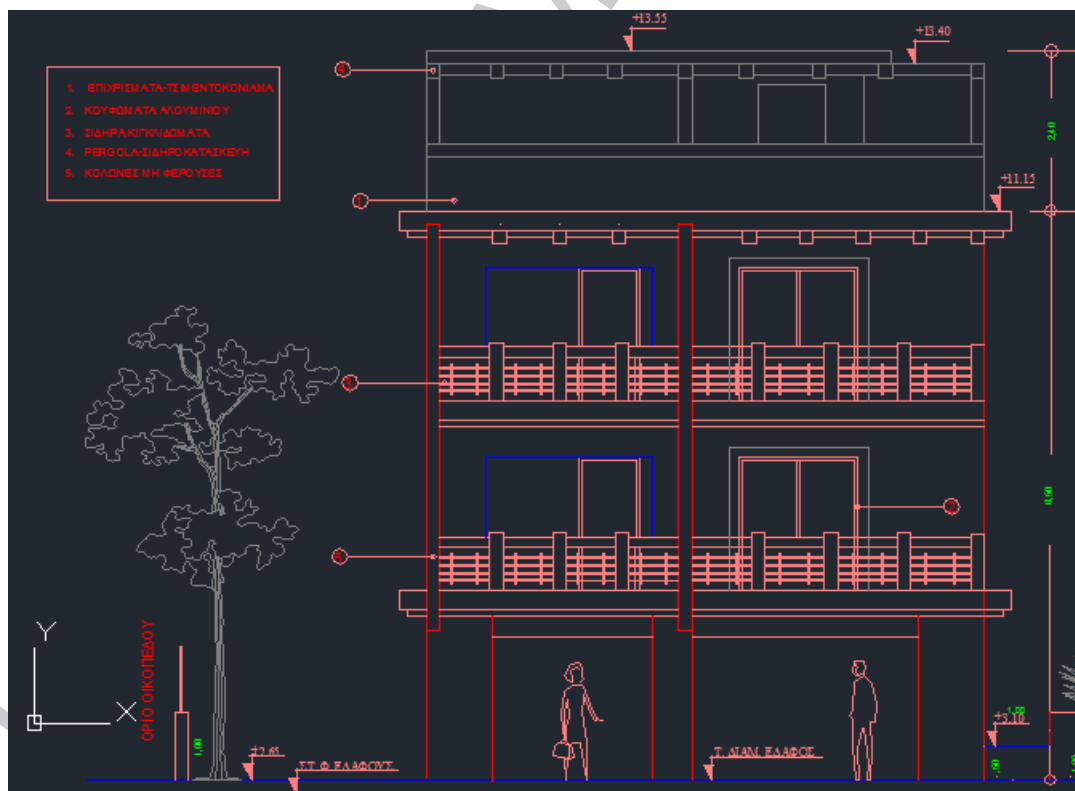
Εικόνα 4.3.6 Βορινή όψη κτηρίου Σαρωνίδας



Εικόνα 4.3.7 Νότια όψη κτηρίου Σαρωνίδας



Εικόνα 4.3.8 Δυτική όψη κτηρίου Σαρωνίδας



Εικόνα 4.3.9 Ανατολική όψη κτηρίου Σαρωνίδας

### 4.3.1 Δεδομένα αδιαφανών επιφανειών κτηρίου

Είναι σημαντικό να είναι γνωστά τα δομικά στοιχεία που αποτελούν το κτηριακό κέλυφος του εξεταζόμενου κτηρίου. Η εξωτερική τοιχοποιία του κτηρίου αποτελείται από οπτοπλινθοδομή πάχους 0,24 m, οι δοκοί και τα υποστυλώματα είναι κατασκευασμένα από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,27m, το δάπεδο προς μη θερμαινόμενους χώρους από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,29m, το δάπεδο προς πυλωτή από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,58m, η οροφή από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους 0,375m. Οι τοίχοι διαχωρισμού θερμικών ζωνών από μη θερμαινόμενους χώρους είναι κατασκευασμένες είτε από πλινθοδομή πάχους 0,22m είτε από σκυρόδεμα πάχους 0,24m.

Οι συντελεστές των ανωτέρω δομικών στοιχείων και οι συντελεστές θερμοπερατότητας αυτών, όπως προκύπτουν από την μελέτη θερμομόνωσης που είχε διεξαχθεί το έτος 2003, παρουσιάζονται ακολούθως σε πίνακες.

**Πίνακας 4.3.1** Συντελεστές θερμοπερατότητας δομικών στοιχείων εξεταζόμενου κτηρίου.

<b>Δομικό στοιχείο</b>	Εξ. τοιχοποιία 25	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Οπτοπλινθοδομή	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Επίχρισμα</li> <li>· Τοίχος</li> <li>· Διογκ. Πολυστερίνη</li> <li>· Τοίχος</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0,580</b>	
<b>Δομικό στοιχείο</b>	Δοκοί υποστυλωμ. 20	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Οπλισμένο σκυρόδεμα	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Επίχρισμα</li> <li>· Δοκός κολώνα</li> <li>· Wallmate</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0,723</b>	
<b>Δομικό στοιχείο</b>	Δάπεδο σε μη θερμ. χώρους	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Οπλισμένο Σκυρόδεμα 20	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Πλακάκια</li> <li>· Τσιμεντοκονία</li> <li>· Αφρομπετόν</li> <li>· Πλάκα</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>1,164 &gt; U<sub>max</sub> = 0,9</b>	

<b>Δομικό στοιχείο</b>	Δάπεδο σε πυλωτή	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Πλακάκια</li> <li>· Τσιμεντοκονία</li> <li>· Αφρομπετόν</li> <li>· Πλάκα</li> <li>· Roofmate</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0,394 &lt; U<sub>max</sub> = 0,45</b>	
<b>Δομικό στοιχείο</b>	Οροφή	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Οπλισμένο Σκυρόδεμα	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Επίχρισμα</li> <li>· Πλάκα</li> <li>· Στεγάνωση</li> <li>· Διογκ. Πολυστερίνη</li> <li>· Αφρομπετόν</li> <li>· Στεγάνωση</li> <li>· Γαρμπιλομοσαϊκό</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0,464 &gt; U<sub>max</sub> = 0,45</b>	
<b>Δομικό στοιχείο</b>	Τοίχος διαχωρισμού	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Πλινθοδομή	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Επίχρισμα</li> <li>· Τοίχος</li> <li>· Διογκ. Πολυστερίνη</li> <li>· Τοίχος</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>0,763 &lt; U<sub>max</sub> = 1</b>	
<b>Δομικό στοιχείο</b>	Τοίχος διαχωρισμού	
<b>Τύπος κατασκευής</b>	Σκυρόδεμα	
<b>Στρώσεις υλικών</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Επίχρισμα</li> <li>· Δοκός κολώνα</li> <li>· Επίχρισμα</li> </ul>	
<b>Συντ. Θερμοπερατότητας U (W/m<sup>2</sup>K)</b>	<b>2,598 &gt; U<sub>max</sub> = 1</b>	

Στον παραπάνω πίνακα, στους συντελεστές θερμοπερατότητας αναγράφεται και η σύγκριση με την μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή σύμφωνα με τον Πίνακα 3.3<sup>α</sup> της ΤΟΤΕΕ-1. Για τους συντελεστές θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας και δοκών/υποστυλωμάτων πρέπει να υπολογιστεί ένας συνολικός σταθμισμένος ως προς το συνολικό εμβαδόν τοιχοποιίας και



υποστυλωμάτων συντελεστής, προκειμένου να συγκριθεί με τον αντίστοιχο μέγιστο από την TOTEE-1. Έτσι, για την εξεταζόμενη κατοικία ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας και συμπεριλαμβανομένων δοκών/υποστυλωμάτων είναι περίπου  $0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $> U_{\max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

#### 4.3.2 Δεδομένα διαφανών επιφανειών κτηρίου – κουφώματα

Τα κουφώματα στην εξεταζόμενη κατοικία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, μαζί με το συντελεστή θερμοπερατότητας  $U$  [ $\text{W/m}^2\text{K}$ ], όπως προέκυψαν από μελέτη θερμομόνωσης του κατασκευαστή της κατοικίας.

Πίνακας 4.3.2 Κουφώματα διαμερίσματος ισογείου

Θερμική ζώνη 1					
βόρειος προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια ( $\text{m}^2$ )
μπαλκονόπορτα	1,2	1,3	3,72	1	1,56
παράθυρο	0,6	1,3	3,72	1	0,78
νότιος προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια ( $\text{m}^2$ )
παράθυρο	2	1	3,72	1	2
ΠΟΡΤΑ	1	2,2	3,48	1	2,2
δυτικός προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια ( $\text{m}^2$ )
μπαλκονόπορτα	2	2,2	3,72	2	8,8

Πίνακας 4.3.3 Κουφώματα γραφείου ισογείου

Θερμική ζώνη 2					
ανατολικός προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια ( $\text{m}^2$ )
μπαλκονόπορτα	1,2	2,2	3,72	1	2,64
παράθυρο	1,2	1,4	3,72	1	1,68
νότιος προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U ( $\text{W/m}^2\text{K}$ )	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια ( $\text{m}^2$ )
παράθυρο	1,2	2,2	3,72	1	2,64
ΠΟΡΤΑ	1	2,2	3,48	1	2,2

παράθυρο	1,2	1,3	3,72	1	1,56
<b>βόρειος προσανατολισμός</b>					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
παράθυρο	0,6	1,3	3,72	1	0,78
παράθυρο	1,2	1,3	3,72	1	1,56

Πίνακας 4.3.4 Κουφώματα διαμερισμάτων 1<sup>ου</sup> και 2<sup>ου</sup> ορόφου

<b>Θερμική ζώνη 3 &amp; 4</b>					
<b>βόρειος προσανατολισμός</b>					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
παράθυρο	2	1	3,72	1	2
παράθυρο	1,6	1	3,72	2	3,2
παράθυρο	1,3	2,2	3,72	2	5,72
παράθυρο	0,5	1	3,72	1	0,5
<b>ανατολικός προσανατολισμός</b>					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
μπαλκονόπορτα	1,7	2,2	3,72	2	7,48
<b>νότιος προσανατολισμός</b>					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
παράθυρο	0,5	1	3,72	2	1
παράθυρο	1,4	1	3,72	1	1,4
παράθυρο	2	1	3,72	1	2
<b>δυτικός προσανατολισμός</b>					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m <sup>2</sup> K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m <sup>2</sup> )
μπαλκονόπορτα	7,8	2,2	3,72	1	17,16

### 4.3.3 Συντελεστές σκίασης δομικών στοιχείων κτηρίου

Η μείωση της ηλιακής ακτινοβολίας λαμβάνεται υπόψη στους ενεργειακούς υπολογισμούς του προς μελέτη κτηρίου με τη χρήση ανεξάρτητων μεταξύ τους συντελεστών σκίασης. Οι συντελεστές σκίασης καθορίζονται ανάλογα με το είδος των σκιάστρων (οριζόντια, πλευρικά εξωτερικά εμπόδια και σκιάστρα) κατ' τη γεωμετρία τους. Επειδή ανάλογα με την εποχή οι συντελεστές σκίασης αλλάζουν, καθορίζονται για κάθε εξωτερική επιφάνεια με ορισμένο προσανατολισμό, οι αντίστοιχοι μέσοι συντελεστές σκίασης, ένας για τη χειμερινή περίοδο και ένας για τη θερινή, ανάλογα με το είδος του σκιάστρου. Όλοι οι συντελεστές είναι

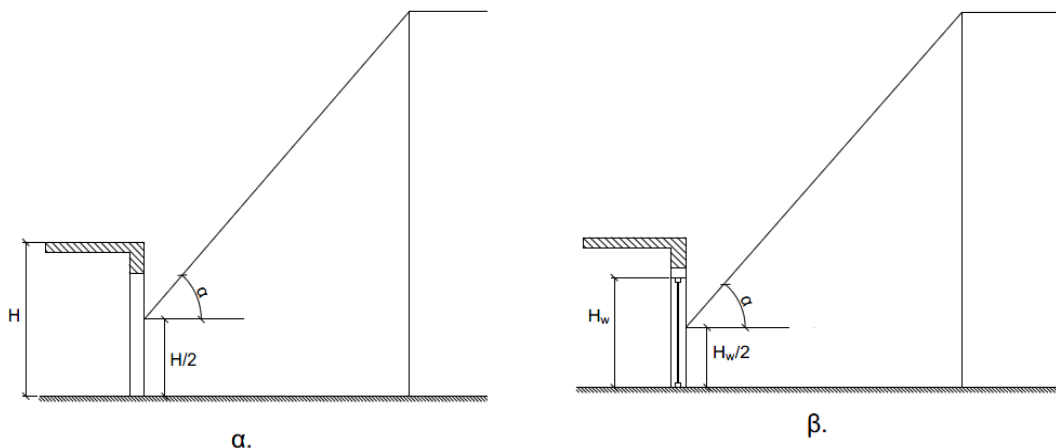
μειωτικοί, λαμβάνοντας τιμή ίση με τη μονάδα (1) όταν δεν υπάρχει καθόλου σκίαση και τιμή ίση με μηδέν (0) για πλήρη σκίαση.

**Πίνακας 4.3.5** Περιγραφή συντελεστών σκίασης (Πηγή: TOTEE 20701-1)

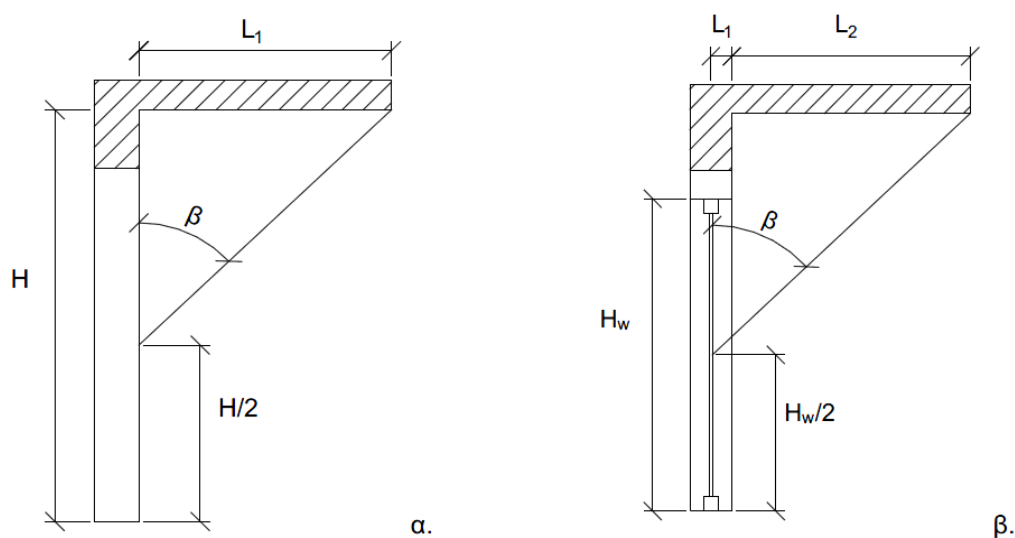
Συντελεστές σκίασης (συμβολισμός)	Περιγραφή
<b>F<sub>hor</sub></b> - Συντελεστής σκίασης από Ορίζοντα <ul style="list-style-type: none"> <li>· F<sub>hor_h</sub> (τον χειμώνα)</li> <li>· F<sub>hor_c</sub> (το καλοκαίρι)</li> </ul>	ο μερικός συντελεστής σκίασης από τον ορίζοντα κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα, λαμβάνοντας υπόψη την σκίαση από τον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου, λόγω φυσικών (π.χ. λόφοι) ή τεχνητών (π.χ. ψηλά γειτονικά κτίρια) εμποδίων
<b>F<sub>ov</sub></b> - Συντελεστής σκίασης από Προβόλους / Τέντες / Περσίδες <ul style="list-style-type: none"> <li>· F<sub>ov_h</sub> (τον χειμώνα)</li> <li>· F<sub>ov_c</sub> (το καλοκαίρι)</li> </ul>	ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα οριζόντια σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (πρόβολοι, σκέπαστρα ανοιγμάτων, προεξοχές, μπαλκόνια, κ.α.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα
<b>F<sub>fin</sub></b> - Συντελεστής σκίασης από Πλευρικές προεξοχές <ul style="list-style-type: none"> <li>· F<sub>fin_h</sub> (τον χειμώνα)</li> <li>· F<sub>fin_c</sub> (το καλοκαίρι)</li> </ul>	ο μερικός συντελεστής σκίασης από τα πλευρικά κατακόρυφα σταθερά εξωτερικά σκίαστρα (περύγια, πλευρικές εσοχές, ή εξοχές ανοιγμάτων κ.α.) κατά την χειμερινή και θερινή περίοδο αντίστοιχα

Οι τιμές των συντελεστών που αναφέρονται στον παραπάνω πίνακα προκύπτουν με βάση τις τυπικές τιμές που δίνονται σε πίνακες στην TOTEE - 1 (παράγραφοι §3.3.2 , §3.3.2 και §3.3.2 αντίστοιχα).

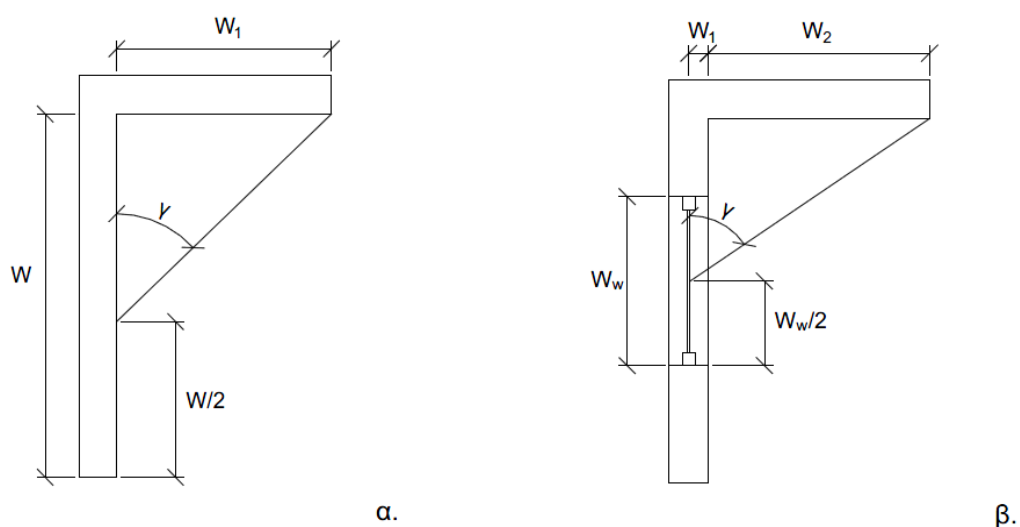
Ο υπολογισμός των συντελεστών γίνεται αφού πρώτα υπολογιστεί η γωνία που σχηματίζουν τα εμπόδια με τα κατακόρυφα αδιαφανή και διαφανή στοιχεία, όπως φαίνεται και στα ακόλουθα σχήματα.



**Εικόνα 4.3.10** Γραφική απεικόνιση της γωνίας θέασης  $\alpha$  που σχηματίζουν τα εμπόδια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλούν σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1)

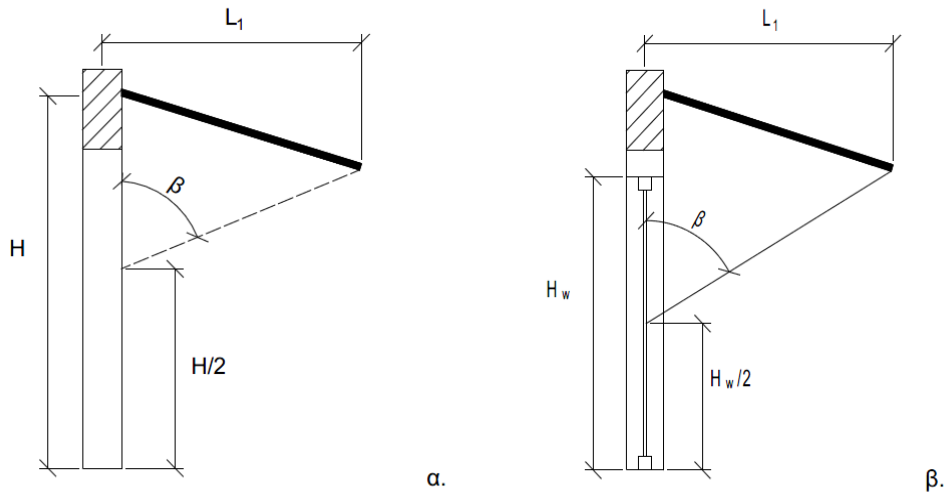


**Εικόνα 4.3.11** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$ , που σχηματίζει πρόβολος με την κατακόρυφη επιφάνεια, για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1)



**Εικόνα 4.3.12** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\gamma$  που σχηματίζει η πλευρική προεξοχή για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές δομικό στοιχείο (β) (Πηγή: TOTEE 20701 - 1)

Ο ίδιος τρόπος υπολογισμού ακολουθείται και για το συντελεστή σκίασης από τέντα. Ωστόσο, θεωρείται ότι οι τέντες σκιάζουν μόνο τους θερινούς μήνες και όχι τους χειμερινούς. Συνεπώς, για τους χειμερινούς μήνες ο συντελεστής σκίασης από τέντες θα ισούται με τη μονάδα.



**Εικόνα 4.3.13** Γραφική απεικόνιση της γωνίας  $\beta$  που σχηματίζει η τέντα με την κατακόρυφη επιφάνεια για τον υπολογισμό της σκίασης που προκαλεί σε ένα κατακόρυφο αδιαφανές στοιχείο (α) και σε ένα διαφανές στοιχείο (β)

Αφού υπολογιστούν οι γωνίες για το κάθε είδος σκίασης, επιλέγονται βάση αυτών οι αντίστοιχοι συντελεστές σκίασης (με παράμετρο τον προσανατολισμό και την χρονική περίοδο) από τους πίνακες των προαναφερθέντων παραγράφων της ΤΟΤΕΕ 1.

#### 4.4 Τεχνικά χαρακτηριστικά ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων κτηρίου

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

- Σύστημα θέρμανσης χώρων
- Σύστημα ψύξης χώρων
- Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης
- Σύστημα αερισμού

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

##### 4.4.1 Σύστημα θέρμανσης χώρων

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία βασίστηκαν στην μελέτη θέρμανσης για τον υπολογισμό της εγκατάστασης του μονοσωληνίου που πραγματοποιήθηκε το 2003. Για τη σύνταξη της μελέτης λήφθηκαν υπόψη οι κάτωθι κανονισμοί:

- a) Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων (ΦΕΚ 362/Δ/1979-Κεφ.7)
- b) Το άρθρο 26 του Κτηριοδομικού Κανονισμού (ΦΕΚ 59/Δ/89), καθώς και τα παραπεμπόμενα από αυτό:

- TOTEE 2421/86, Μέρος Α και Β (ΦΕΚ 67/Β/88 και ΦΕΚ 177/Β/88)
- Πρότυπα ΕΛΟΤ 234, 352, 810, 447
- ΚΥΑ 10315/93 (ΦΕΚ 369/Β/93) για τις εστίες καύσης
- Οι κανονισμοί DIN 4701-4706/DIN 4751
- Το ΠΔ 27/09/85 (ΦΕΚ 631/Δ/85) για την Κατανομή Δαπανών Θέρμανσης και η Εγκύκλιος 126/85

Για την παραπάνω μελέτη λήφθηκε υπόψη επιθυμητή θερμοκρασία θερμαινόμενων χώρων ίση με 20°C, με αντίστοιχη θερμοκρασία περιβάλλοντος 0°C.

Η θερμοκρασία προσαγωγής του νερού θα είναι ίση με  $t = 85^{\circ}\text{C}$ .

Η θέρμανση των χώρων γίνεται με το σύστημα της κεντρικής θέρμανσης με εξαναγκασμένη κυκλοφορία ζεστού νερού(μέσω κυκλοφορητή). Η διανομή του φορέα θερμότητας γίνεται από κάτω με διπλή γραμμή. Για την λειτουργία της εγκατάστασης χρησιμοποιείται ελαφρό πετρέλαιο Diesel Oil με θερμογόνο δύναμη 10.200 kcal/kg. Για την τέλεια καύση του πετρελαίου θα πρέπει να γίνεται συντήρηση και σωστή ρύθμιση του καυστήρα, λέβητα και καπνοδόχου τουλάχιστον μια φορά το χρόνο.

#### ➤ Λέβητας

Για την τροφοδοσία της εγκαταστάσεως κεντρικής θέρμανσης τοποθετήθηκε χαλύβδινος λέβητας θερμού νερού, αεριαλωτού, αντιθλίψεως κατάλληλου για καύση πετρελαίου.

Ο λέβητας που επιλέχθηκε είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 234-235 και έχει:

- i. Θυρίδες επίβλεψης φωτιάς, καθαρισμού του εσωτερικού του και των αεραυλών και ασφάλειες από υπερπίεση μέσα στο χώρο της καύσης.
- ii. Χαλύβδινη πλάκα για την προσαρμογή του καυστήρα
- iii. Κρουνό εκκένωσης στο κάτω μέρος
- iv. Στόμια για την προσαγωγή των σωληνώσεων αναχώρησης και επιστροφής του νερού με φλάντζες
- v. Ειδικό μονωτικό περίβλημα με εξωτερικό προστατευτικό μανδύα από γαλβανισμένο χαλυβδόφυλλο
- vi. Θερμόμετρο και μανόμετρο

**Πίνακας 4.4.1** Λέβητας εξεταζόμενου κτήριου.

<b>Εκλογή λέβητα</b>	
Συνολικό θερμικό φορτίο $Q_{ολ}$ (Mcal/h)	36,11
Συντελεστής προσαύξησης Λέβητα $Z_{\Lambda}$	0,30
Θερμική ισχύς λέβητα $Q_{\Lambda} = (1+Z_{\Lambda}) \cdot Q_{ολ}$ (Mcal/h)	46,94
Τύπος λέβητα που επιλέγεται (kcal/h)	50.000
Λέβητας (kW)	58,15

#### ➤ Καυστήρας

Ο λέβητας θερμαίνεται με καυστήρα πετρελαίου Diesel αυτόματης λειτουργίας, κατάλληλο για λειτουργία με εναλλασσόμενο ρεύμα 220 V / 50 Hz και προοδευτική ρύθμιση φλόγας σύμφωνα με το απαιτούμενο θερμικό φορτίο.



Ο καυστήρας πληρεί τα σχέδια ΕΛΟΤ 276-386, είναι υπερπίεσης, και επιτυγχάνει όσο το δυνατόν τελειότερη διασκόρπιση και ανάμιξη του πετρελαίου με τον αέρα. Επίσης περιλαμβάνει τα παρακάτω εξαρτήματα και συσκευές:

- i. Αντλία πετρελαίου που αναρροφά το καύσιμο από την δεξαμενή
- ii. Φίλτρο πετρελαίου που καθαρίζεται εύκολα
- iii. Φυγοκεντρικό ανεμιστήρα
- iv. Ηλεκτροκινητήρα
- v. Σύστημα αυτόματης έναυσης με σπινθηριστή
- vi. Φωτοαντίσταση για τον έλεγχο της φλόγας
- vii. Υδροστάτη ασφαλείας
- viii. Τους απαραίτητους ηλεκτρονόμους

**Πίνακας 4.4.2** Καυστήρας πετρελαίου εξεταζόμενου κτηρίου

Επιλογή καυστήρα	
Θερμική ισχύς λέβητα $Q_A$ (Mcal/h)	46,94
Θερμογόνος δύναμη καυσίμου $q$ (Mcal/h/kg)	10
Βαθμός Απόδοσης $\eta$	0,9
Ωριαία κατανάλωση καυσίμου $W = Q_A / q\eta$ (kg/h)	5,22
Τύπος καυστήρα που επιλέγεται	5,22 kg/h

➤ Κυκλοφορητής

Στο λεβητοστάσιο για την αναγκαστική κυκλοφορία ζεστού νερού τοποθετήθηκε στο κεντρικό σωλήνα προσαγωγής νερού, κυκλοφορητής. Αυτός αποτελείται από φυγόκεντρη αντλία ζευγμένη στον ίδιο άξονα του ηλεκτροκινητήρα μέσω ελαστικού συνδέσμου.

Ο ηλεκτροκινητήρας είναι στεγανού τύπου μονοφασικός 220 V/ 50 Hz. Η λειτουργία του κυκλοφορητή είναι αθόρυβη και χωρίς κραδασμούς, εγκαθίσταται δε στους σωλήνες με τη βοήθεια φλαντζών. Ακόμη, ο κυκλοφορητής είναι υδρολίπαντος, κατάλληλος για κυκλοφορία νερού θερμοκρασίας 120°C και πίεση 6 bar.

Ο κυκλοφορητής που επιλέχθηκε έχει τα κάτωθι στοιχεία:

**Πίνακας 4.4.3** Τύπος κυκλοφορητή για το εξεταζόμενο κτήριο.

Επιλογή κυκλοφορητή	
Τύπος κυκλοφορητή	WILO top S 40/7
Μέγεθος	155×231×250 (mm)
Παροχή	για 3,26 m <sup>3</sup> /h
Μανομετρικό ύψος	4 έως 7 mΥΣ
Ισχύς κινητήρα	170 W
Ηλεκτρικά δεδομένα	2,30A – 220V – 2300n

➤ Δεξαμενή πετρελαίου

Η δεξαμενή πετρελαίου κατασκευάστηκε από μαύρη λαμαρίνα πάχους 4 mm με ηλεκτροσυγκόλληση και εσωτερικές ενισχύσεις από μορφοσίδηρο. Μετά την κατασκευή της βάφτηκε εξωτερικά με μίνιο και στη συνέχεια με ελαιόχρωμα. Στο πάνω μέρος έχει ανθρωποθυρίδα επίσκεψης και καθαρισμού, διαστάσεων 50×60 cm με κάλυμμα στεγανό, προσαρμοσμένο με βίδες και παρέμβυσμα από λαμαρίνα του ίδιου πάχους.

**Πίνακας 4.4.4** Δεξαμενή καυσίμου εξεταζόμενου κτηρίου

Δεξαμενή καυσίμου	
Ώρες λειτουργίας (h)	8
Ημερήσια κατανάλωση G (kg/d)	41,73
Ειδικό βάρος καυσίμου (kg/l)	0,83
Επάρκεια για ημέρες	30
Απαιτούμενος όγκος δεξαμενής	1508,21
Μήκος δεξαμενής (m)	1,25
Πλάτος δεξαμενής (m)	1,25
Ύψος δεξαμενής (m)	1,25
Υπολογιζόμενος όγκος δεξαμενής V (l)	1953,13

Η δεξαμενή είναι εφοδιασμένη με:

- i. Κρουνό εκκένωσης 1 ½” στο κατώτερο σημείο του πυθμένα
- ii. Δείκτη στάθμης
- iii. Σωλήνα εξαερισμού 1 ½ ”
- iv. Σωλήνα πλήρωσης, ο οποίος θα κατασκευαστεί από σιδηροσωλήνα διαμέτρου 1 ½ ”, και το άκρο του θα είναι κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να μπορεί να προσαρμόζεται στο στόμιο του ελαστικού σωλήνα του βυτιοφόρου
- v. Παροχή ½ ” με βάνα για την τροφοδότηση του καυστήρα

➤ Δοχείο διαστολής

Το δίκτυο κεντρικής θέρμανσης ασφαλίζεται με κλειστό δοχείο διαστολής, τοποθετούμενο στην επιστροφή του ζεστού νερού. Τοποθετήθηκε με κατάλληλα στηρίγματα στο δάπεδο του λεβητοστασίου.

**Πίνακας 4.4.5** Κλειστό δοχείο διαστολής για το εξεταζόμενο κτήριο.

Δοχείο διαστολής	
Θερμοκρασία Προσαγωγής Νερού $t_v$ (°C)	85,00
Θερμοκρασία Επιστροφής Νερού $t_r$ (°C)	73,93
Μέση Θερμοκρασία Λειτουργίας $t_m = (t_v + t_r)/2$ (°C)	79,46
Στατική Πίεση Εγκατάστασης $P_A$ (bar)	1,5
Τελική Πίεση Εγκατάστασης $P_E = P_A + 0,7$ (bar)	2,2
Συντελεστής Διαστολής $A_f$	0,03
Περιεχόμενο νερό στο σύστημα $V_s$ (l)	657,20
Διαστολή νερού $V_A = A_f \times V_s$ (l)	19,45
Ελάχιστος όγκος δοχείου διαστολής $V_N = (P_E + 1) \times V_A / (P_E - P_A)$ (l)	88,93
Επιλέγεται κλειστό δοχείο διαστολής	100 lt
Χωρητικότητα Δοχείου Διαστολής (l)	100

#### ➤ Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος του λέβητα έγινε με προκατασκευασμένα κομμάτια από κισσηρομπετόν. Η καπνοδόχος προεκτάθηκε κατά 1 μέτρο πάνω από το δάπεδο του δώματος. Στο κατώτατο σημείο της καπνοδόχου και προς την πλευρά του λέβητα κατασκευάστηκε θυρίδα καθαρισμού αεροστεγής. Στο πάνω μέρος προσαρμόστηκε κάλυμμα από γαλβανισμένη λαμαρίνα πάχους 2 mm.

Το στόμιο εξόδου των καυσαερίων από τον λέβητα συνδέθηκε με την καπνοδόχο με καπναγωγό από μαύρη λαμαρίνα ηλεκτροσυγκολλητό. Για την προσαρμογή της κυκλικής διατομής εξόδου των καυσαερίων από το λέβητα προς τον ορθογωνικής διατομής καπναγωγό, κατασκευάστηκε ειδικό τεμάχιο μετάπτωσης με το οποίο εξασφαλίζεται η ομαλή πορεία των καυσαερίων.

**Πίνακας 4.4.6** Επιλογή καπνοδόχου για το εξεταζόμενο κτήριο.

Καπνοδόχος	
Ολικό ύψος καπνοδόχου (m)	12
Ελάχιστη εσωτερική διατομή καπνοδόχου (cm <sup>2</sup> )	338,78
Επιλέγεται καπνοδόχος διαστάσεων (cm)	20 × 20

#### ➤ Θερμαντικά σώματα

Τα σώματα είναι χαλύβδινα, εγχώριας προέλευσης. Τοποθετήθηκαν με επιμέλεια και συνδέθηκαν στο δίκτυο του θερμού νερού, ενώ χρωματίστηκαν με ειδικό χρώμα που αντέχει στη θερμοκρασία του σώματος. Η στερέωσή τους στους τοίχους έγινε με τη βοήθεια ειδικών στηριγμάτων.

#### ➤ Σωλήνες

Η μόνωση των σωλήνων έγινε με μονωτικούς σωλήνες τύπου Armaflex, πάχους εξαρτώμενου από τη θερμοκρασία του νερού και τη διάμετρο του σωλήνα.

➤ Λεβητοστάσιο

Οι διαστάσεις του λεβητοστασίου είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Φωτίζονται επαρκώς και τα νερά αποχετεύονται.

Σε μια επιθεώρηση κτιρίου και πριν τη μελέτη σεναρίων ελέγχεται η υφιστάμενη κατάσταση του λέβητα. Ο λέβητας ελέγχθηκε ως προς την υπερδιαστασιολόγηση και τη μόνωση με βάση τη σχέση 4.1 της TOTEE, η πραγματική θερμική ισχύς υπολογίζεται ίση με:

$$P = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2,5 = 59 \text{ [kW]}$$

Συνεπώς δεν είναι υπερδιαστασιολογημένος ο υπάρχων λέβητας, και ο βαθμός απόδοσης εισάγεται όπως έχει δοθεί, δηλαδή ίσος με 0,9.

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης, όπως αυτά καταχωρήθηκαν στο λογισμικό, φαίνονται ακολούθως:

**Πίνακας 4.4.7** Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου

<b>Σύστημα θέρμανσης</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής θερμότητας</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής						Λέβητας - Καυστήρας					
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας (kW)						58,15					
Θερμική απόδοση μονάδας						0,9*					
Είδος καυσίμου						Πετρέλαιο Diesel					
<b>Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου από το σύστημα</b>											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW)						58,15**					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						0,945 (100% - 5,5%απώλειες)***					
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων						Σώματα καλοριφέρ					
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων						0,89****					
<b>Βοηθητική ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
Κυκλοφορητής				1				170*****			

\*Σύμφωνα με τη σχέση 4.2 από την TOTEE 1

\*\*Η εγκατεστημένη θερμική ισχύς της μονάδας παραγωγής επί το συνολικό συντελεστή υπερδιαστασιολόγησης και μόνωσης λέβητα.

\*\*\*Με βάση τον Πίνακα 4.11 από την TOTEE 1

\*\*\*\* Με βάση τη σχέση 4.7 από την TOTEE 1

\*\*\*\*\*Στο λογισμικό επιμερίστηκε στις τέσσερις θερμικές ζώνες

#### 4.4.2 Σύστημα ψύξης χώρων

Για κάθε σύστημα ψύξης που χρησιμοποιείται για την εξυπηρέτηση κάθε θερμικής ζώνης του κτηρίου θα πρέπει να προσδιοριστούν τα απαραίτητα τεχνικά χαρακτηριστικά που εισάγονται ως δεδομένα για στους υπολογισμούς της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για την ψύξη ή/και τον κλιματισμό των χώρων.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για το σύστημα ψύξης των χώρων είναι η απόδοση των συστημάτων παραγωγής ψύξης, των εγκαταστάσεων διανομής και των θερματικών μονάδων εκπομπής (απόδοσης) ψύξης.

Οι μονάδες παραγωγής ψύξης, όπως στα περισσότερα ελληνικά κτήρια, έτσι και στην εξεταζόμενη περίπτωση είναι τοπικό σύστημα αντλιών θερμότητας άμεσης εξάτμισης και μικρής ψυκτικής ικανότητας, με χρήση ηλεκτρικής ενέργειας.

Για τους ψύκτες και τις αντλίες θερμότητας που χρησιμοποιούνται για την ψύξη χώρων, η απόδοση καθορίζεται από τον ονομαστικό δείκτη ενεργειακής αποδοτικότητας (EER) στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας (για ψύξη), όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Στο εξεταζόμενο κτήριο, για την κάλυψη των αναγκών των χώρων σε ψύξη, το κτήριο διαθέτει 4 ατομικές κλιματιστικές συσκευές συνολικής ισχύος 14,16 kW, οι οποίες θα εξεταστούν ως τοπικές αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά αποδίδουν άμεσα την παραγόμενη ψύξη στο χώρο καλύπτοντας περίπου το 50% των συνολικών ψυκτικών φορτίων της θερμικής ζώνης. Λόγω της τοπικής παραγωγής, το σύστημα ψύξης δεν περιλαμβάνει δίκτυο διανομής ψύξης, συνεπώς δεν υπάρχουν και απώλειες διανομής.

Η περίοδος κατά την οποία λειτουργούν οι κλιματιστικές συσκευές είναι η θερινή και διαρκεί από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο (κλιματική ζώνη Β). Τα χαρακτηριστικά του συστήματος ψύξης φαίνονται ακολούθως:

**Πίνακας 4.4.8** Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου

<b>Σύστημα ψύξης</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής ψύξης</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής						Τοπικές αντλίες θερμότητας					
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας (kW)						14,16					
Συντελεστής συμπεριφοράς μονάδας EER						2					
Είδος καυσίμου						Ηλεκτρικό ρεύμα					
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης ψυκτικού φορτίου από το σύστημα											
ΙΑΝ	0	ΦΕΒ	0	ΜΑΡ	0	ΑΠΡ	0	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	0	ΝΟΕ	0	ΔΕΚ	0
<b>Δίκτυο διανομής ψύξης</b>											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW)						0					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						1 (τοπικά συστήματα)					
<b>Τερματικές μονάδες</b>											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων						Κλιματιστικά					
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων						0,93*					
<b>Βοηθητική ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			

\*Με βάση τη σχέση 4.8 της TOTEE 1

#### 4.4.3 Σύστημα παραγωγής ζεστού νερού χρήσης

Ο αρχικός σχεδιασμός της εγκατάστασης ζεστού νερού χρήσης (ZNX) θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να προβλέπεται η κάλυψη των μερικών φορτίων (πχ. κατά τη θερινή περίοδο) ανάλογα με τη χρήση του κτηρίου, το ωράριο λειτουργίας και την διακύμανση της ζήτησης ZNX χωρίς σπατάλη ενέργειας.

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν για την εγκατάσταση ZNX είναι η απόδοση των μονάδων παραγωγής ZNX, οι απώλειες των δικτύων διανομής ZNX και των τερματικών μονάδων (πχ. θερμαντήρων με εναλλάκτες θερμότητας ή ηλεκτρικών αντιστάσεων). Στις περιπτώσεις που χρησιμοποιούνται τοπικές συσκευές άμεσης παραγωγής ZNX (πχ. θερμαντήρες ροής, ταχυθερμοσίφωνες), οι απώλειες δικτύων διανομής και τερματικών μονάδων στους ενεργειακούς υπολογισμούς λαμβάνονται ως μηδενικές.

Όπως το μεγαλύτερο ποσοστό των ελληνικών κατοικιών, έτσι και τα διαμερίσματα του εξεταζόμενου κτηρίου (θερμικές ζώνες 1, 3 και 4) για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης χρησιμοποιούν τοπικό ηλεκτρικό θερμαντήρα (θερμοσίφωνα).



Για τους τοπικούς ηλεκτρικούς θερμαντήρες παραγωγής ZNX, ο συντελεστής απόδοσης λαμβάνεται ίσος με τη μονάδα.

Ο συνολικός συντελεστής (πλευρικών) θερμικών απωλειών από τους τοπικούς θερμαντήρες ηλεκτρικούς ή αερίου (ροής ή αποθήκευσης) λαμβάνεται 2% επί της συνολικής θερμικής ενέργειας για ZNX για τοποθέτηση σε εσωτερικό θερμαινόμενο ή μη χώρο και αντίστοιχα 7% για κεντρικές μονάδες με εναλλάκτη θερμότητας (σερπαντίνα) για τοποθέτηση σε εξωτερικό χώρο

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του συστήματος ZNX με ηλεκτρικό θερμοσίφωνα για την κάθε θερμική ζώνη παρουσιάζονται ακολούθως.

**Πίνακας 4.4.9** Χαρακτηριστικά συστήματος ZNX θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου

<b>Σύστημα Ζεστού Νερού Ψύξης - ZNX</b>											
<b>Μονάδα παραγωγής ZNX</b>											
Είδος μονάδας παραγωγής						Ηλεκτρικοί θερμαντήρες					
Ισχύς μονάδας (kW)						4					
Θερμική απόδοση μονάδας						1					
Είδος καυσίμου						Ηλεκτρικό ρεύμα					
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου από το σύστημα											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	1	ΙΟΥΝ	1
ΙΟΥΛ	1	ΑΥΓ	1	ΣΕΠ	1	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
<b>Δίκτυο διανομής θερμότητας</b>											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής ZNX (kW)						0					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						1*					
<b>Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας</b>											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων						Ηλεκτρικός θερμαντήρας					
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX						0,98 (100% - 2% πλευρικές απώλειες)					
<b>Βοηθητική ενέργεια</b>											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			

\* τοπική μονάδα

#### 4.4.4 Δεδομένα για αερισμό

Για τον υπολογισμό του αερισμού του κτιρίου λαμβάνεται υπόψη ξεχωριστά ο αερισμός από τις διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων κ.ά.), από τη χρήση φυσικού αερισμού για την επίτευξη άνετων και υγιεινών συνθηκών διαβίωσης και από τη χρήση μηχανικού αερισμού στην περίπτωση που υπάρχει ανάλογη διάταξη.

Οι διαφυγές αέρα λόγω αεροστεγανότητας υπολογίζονται με τη χρήση τιμών αεροστεγανότητας, που αναφέρονται συνολικά στο χώρο, προκειμένου να συμπεριληφθούν οι διαφυγές τόσο από τα κουφώματα (θέσεις συναρμογής με τα περιμετρικά δομικά στοιχεία και θέσεις επαφής των σταθερών πλαισίων με τα κινητά φύλλα), όσο και από άλλες διόδους του κελύφους (αρμούς κ.τ.λ.).

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης των κτιρίων λαμβάνεται υπόψη μόνον ο αερισμός λόγω της ύπαρξης των χαραμάδων στα κουφώματα, με βάση τον Πίνακα 3.26 της ΤΟΤΕΕ 20701 - 1, όπως περιγράφεται ακολούθως.

Ο φυσικός και ο μηχανικός αερισμός πραγματοποιούνται με την ανανέωση του εσωτερικού αέρα από νωπό αέρα περιβάλλοντος, για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών υγιεινής και άνεσης. Στη μεθοδολογία ορίζονται τα απαιτούμενα επίπεδα νωπού αέρα ανάλογα με την κατηγορία και τη χρήση του κτιρίου.

Οι τιμές για τα δύο είδη αερισμού λαμβάνονται ξεχωριστά, δεδομένου ότι ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας έχει συνεχή λειτουργία, ενώ ο αερισμός για την επίτευξη αποδεκτών συνθηκών ποιότητας αέρα πραγματοποιείται μόνο κατά τις ώρες λειτουργίας του κτιρίου.

##### 4.4.4.1 Αερισμός λόγω αεροστεγανότητας (διείσδυσης του αέρα)

Ο αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτιρίου ή θερμικής ζώνης (διείσδυσης του αέρα), πραγματοποιείται μέσω των χαραμάδων των κουφωμάτων του κελύφους (συναρμογές κουφωμάτων με περιμετρικά δομικά στοιχεία, συναρμογή κινητών φύλλων κουφωμάτων) ή των θυρίδων αερισμού (για συσκευές φυσικού αερίου) ή των καμινάδων εστιών καύσης (τζάκι, θερμάστρα πετρελαίου ή ξύλων κ.ά.), καθώς επίσης και από τους αρμούς των δομικών αδιαφανών επιφανειών του κτιρίου.

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω αεροστεγανότητας η διείσδυση αέρα μέσω των δομικών αδιαφανών εξωτερικών επιφανειών του κτιριακού κελύφους θεωρείται αμελητέα και λαμβάνεται ίση με μηδέν.

Ο αερισμός μέσω θυρίδων αερισμού ή καμινάδων εστιών καύσης (τζακιού, θερμάστρας ξύλων ή πετρελαίου κ.ά.), λαμβάνεται υπόψη κατά περίπτωση και σύμφωνα με το αριθμό των θυρίδων του υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτιρίου. Στον πίνακα που ακολουθεί δίνονται τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα ανά θυρίδα αερισμού, που θα λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς ενεργειακής απόδοσης κτιρίου, τόσο στο υπό μελέτη ή προς επιθεώρηση κτήριο, όσο και στο κτήριο αναφοράς.

**Πίνακας 4.4.10** Τυπικές τιμές για τη διείσδυση αέρα από θυρίδα αερισμού για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου. (Πηγή: TOTEE 20701-1)

Είδος θυρίδας	Διείσδυση αέρα ( $m^3/h$ )
Καμινάδα τζακιού, καπνοδόχος θερμάστρας ξύλου ή πετρελαίου ή άλλης εστίας καύσης	20
Θυρίδες αερισμού, π.χ. για χρήση συσκευών φυσικού αερίου	10

Για τους υπολογισμούς του αερισμού λόγω της ύπαρξης χαραμιάδων καταγράφεται ο τύπος και η επιφάνεια των ανοιγμάτων και κατόπιν λαμβάνεται η τιμή αερισμού [ $m^3/(h/m^2)$ ] λόγω χαραμιάδων από τον Πίνακα 3.26 της TOTEE 20701-1.

**Πίνακας 4.4.11** Τυπικές τιμές αερισμού λόγω ύπαρξης χαραμιάδων ανά μονάδα επιφανείας κουφώματος. (Πηγή: TOTEE 20701-1)

Είδος ανοίγματος (υαλοστάσια, πόρτες κ.ά.)	Διείσδυση του αέρα	
	Πόρτα	Παράθυρο
	[ $m^3/(h/m^2)$ ]	[ $m^3/(h/m^2)$ ]
<b>Κουφώματα με ξύλινο πλαίσιο</b>		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο.	11,8	15,1
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	9,8	12,5
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	7,9	10,0
<b>Κουφώματα με μεταλλικό ή συνθετικό πλαίσιο</b>		
Κούφωμα με μονό υαλοπίνακα, μη αεροστεγές χωνευτό ή συρόμενο.	7,4	8,7
Κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, συρόμενο επάλληλα ή μη, με ψήκτρες, αεροστεγές, με πιστοποίηση. Ανοιγόμενο κούφωμα, με διπλό υαλοπίνακα, μη πιστοποιημένο.	5,3	6,8
Ανοιγόμενο κούφωμα με δίδυμο υαλοπίνακα, αεροστεγές με πιστοποίηση. Κούφωμα, χωρίς υαλοπίνακα, αεροστεγές, με πιστοποίηση.	4,8	6,2
<b>Γυάλινες προσόψεις</b>		
Για τα μερικός ανοιγόμενα κουφώματα των γυάλινων προσόψεων (π.χ. με προβαλλόμενα τμήματα) λαμβάνεται υπόψη μόνο το μη σταθερό τμήμα, ανάλογα προς τις παραπάνω κατηγορίες αυτού του πίνακα.		

Στην περίπτωση που το κτήριο ή η θερμική ζώνη εφάπτεται με μη θερμαινόμενο χώρο ή με χώρο προσαρτημένου θερμοκηπίου ή με χώρο κυκλοφορίας (διάδρομοι κτλ.) η διείσδυση αέρα μεταξύ των δύο χώρων λαμβάνεται μηδενική.

Στην εξεταζόμενη κατοικία, χρησιμοποιούνται ανοιγόμενα κουφώματα με διπλό υαλοπίνακα και συντελεστής θερμοπερατότητας  $U = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $> U_{\max} = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Σύμφωνα λοιπόν με τον παραπάνω πίνακα, οι τιμές για τον υπολογισμό της διείσδυσης του αέρα από τα κουφώματα αντιστοιχούν στη σκιασμένη γραμμή του πίνακα. Οι χρησιμοποιούμενοι υαλοπίνακες είναι χωρίς πιστοποίηση (βλ. Πίνακα 4.4.11), και έτσι καταλήγουμε στις ακόλουθες τιμές για την διείσδυση του αέρα από κουφώματα:

**Πίνακας 4.4.12** Διείσδυση αέρα από κουφώματα για κάθε θερμική ζώνη εξεταζόμενης κατοικίας.

# Θερμικής Ζώνης	Διείσδυση αέρα από κουφώματα [m <sup>3</sup> /h]
1	104
2	81
3	303
4	303

#### 4.4.4.2 Φυσικός αερισμός

Ο φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στις κατοικίες, ενώ στα κτίρια του τριτογενούς τομέα η απαίτηση για νωπό αέρα καλύπτεται με σύστημα μηχανικού αερισμού.

Ο φυσικός αερισμός των χώρων εφαρμόζεται μέσω της χρήσης των υφιστάμενων κουφωμάτων και καταγράφεται σε m<sup>3</sup>/s. Εάν ένα κτήριο δεν διαθέτει μηχανικό αερισμό (μέσω κλιματιστικής μονάδας διαχείρισης αέρα ή άλλου συστήματος αερισμού), ως φυσικός αερισμός λαμβάνονται τα κατώτερα απαιτούμενα όρια νωπού αέρα στο χώρο (βάσει κανονισμών), όπως αναφέρονται στην σχετική παράγραφο. Όταν υπάρχει σύστημα μηχανικού αερισμού σε ένα χώρο, τότε ο φυσικός αερισμός θεωρείται μηδενικός κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης ενός κτηρίου.

Σύμφωνα με τον Κ.ΕΝ.Α.Κ., για τον αερισμό των κτηρίων (μηχανικό ή φυσικό), προβλέπεται ότι:

- στο κτήριο αναφοράς των κατοικιών εφαρμόζεται φυσικός αερισμός σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις, όπως καθορίζονται στην σχετική παράγραφο,
- στα κτίρια αναφοράς του τριτογενούς τομέα εφαρμόζεται σύστημα μηχανικού αερισμού όπως περιγράφεται στην αντίστοιχη ενότητα.

Ο συντελεστής χρήσης φυσικού αερισμού, που υποδηλώνει το μέσο ποσοστό του χρόνου (καθ' όλη τη διάρκεια του έτους) κατά τον οποίο εφαρμόζεται φυσικός αερισμός, υπολογίζεται από την ποσότητα του απαιτούμενου νωπού αέρα και τη διάρκεια λειτουργίας του κτηρίου. Για τα κτίρια κατοικίας η διάρκεια λειτουργίας θεωρείται κατά σύμβαση ίση με 18 ώρες ανά ημέρα και στο χρόνο αυτό γίνεται ισοκατανομή του απαιτούμενου νωπού αέρα, προκειμένου να εκτιμηθεί ο ρυθμός παροχής φυσικού αερισμού σε m<sup>3</sup>/s.

Ο αερισμός λόγω της ύπαρξης χαραμιάδων (διεισδυτικός αερισμός) καθορίζεται ανάλογα με το είδος των κουφωμάτων, επιβαρύνει επιπλέον τα φορτία λόγω αερισμού του κτηρίου και καθορίζεται σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

Με βάση λοιπόν την TOTEE 20701-1/2010, ο αερισμός που εφαρμόζεται σε όλους τους τύπους των κατοικιών του κτηρίου είναι φυσικός και η παροχή του είναι ίση με τον

απαιτούμενο νωπό αέρα. Σύμφωνα με τον Πίνακα 2.3 της συγκεκριμένης TOTEE λαμβάνεται φυσικός αερισμός για τις κατοικίες ίσος με  $0,75 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .

#### 4.4.4.3 Αερισμός μη θερμαινόμενων και ηλιακών χώρων

Για τους μη θερμαινόμενους ή ηλιακούς χώρους, ο συνολικός αερισμός τους (φυσικός αερισμός και διείσδυση) λαμβάνεται από τον παρακάτω πίνακα (κατ' αντιστοιχία με τον Πίνακα 3.27 της TOTEE 20701-1/2010), ανάλογα με την περίπτωση.

**Πίνακας 4.4.13** Συνολικός αερισμός για μη θερμαινόμενους χώρους. (Πηγή: TOTEE 20701-1)

Τύπος αεροστεγανότητας	Παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου [ $\text{m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ ]
Δεν υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα	0,1
Υπάρχουν κουφώματα σε επαφή με τον εξωτερικό αέρα, με επαρκή αεροστεγανότητα	0,5
Υπάρχουν κουφώματα με ανεπαρκή αεροστεγανότητα	1,0
Υπάρχουν κουφώματα με φθορές και συνεχή αερισμό	3,0

Για το υπό μελέτη κτήριο, θεωρείται παροχή αέρα ανά όγκο μη θερμαινόμενου χώρου ίση με  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^3$ . Ο συνολικός όγκος του μη θερμαινόμενου χώρου ισούται με:  $V_{\text{un}} = 239,455 \text{ m}^3$ . Επομένως, ο αερισμός του μη θερμαινόμενου χώρου θα είναι ίσος με:  **$119,73 \text{ m}^3/\text{h}$** .

#### 4.4.5 Σύστημα φωτισμού

Τα φωτιστικά που θα χρησιμοποιηθούν για τους χώρους των κατοικιών και των κοινόχρηστων θερμαινόμενων και μη χώρων δεν λαμβάνονται υπόψη σε κτήρια κατοικιών.

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα εμφανίζονται για το υπάρχον κτήριο και το κτήριο αναφοράς. Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται στον πίνακα αποτελεσμάτων είναι θέρμανση, ψύξη και ZNX. Η κατανάλωση για αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη.

### 5.1 Ενεργειακές απαιτήσεις

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Εικόνα 5.1.1 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων υπάρχοντος κτηρίου.

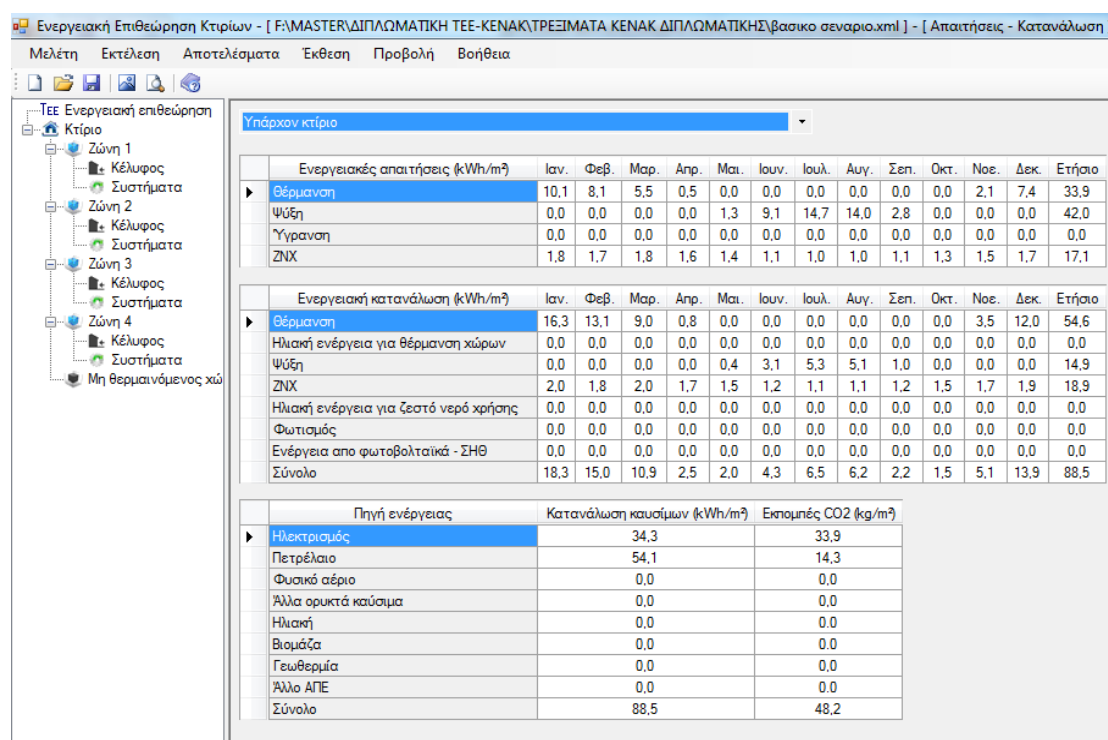
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,5	6,0	3,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	5,4	24,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	11,2	16,0	15,3	3,7	0,0	0,0	0,0	48,6
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ZNX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Εικόνα 5.1.2 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων κτηρίου αναφοράς.

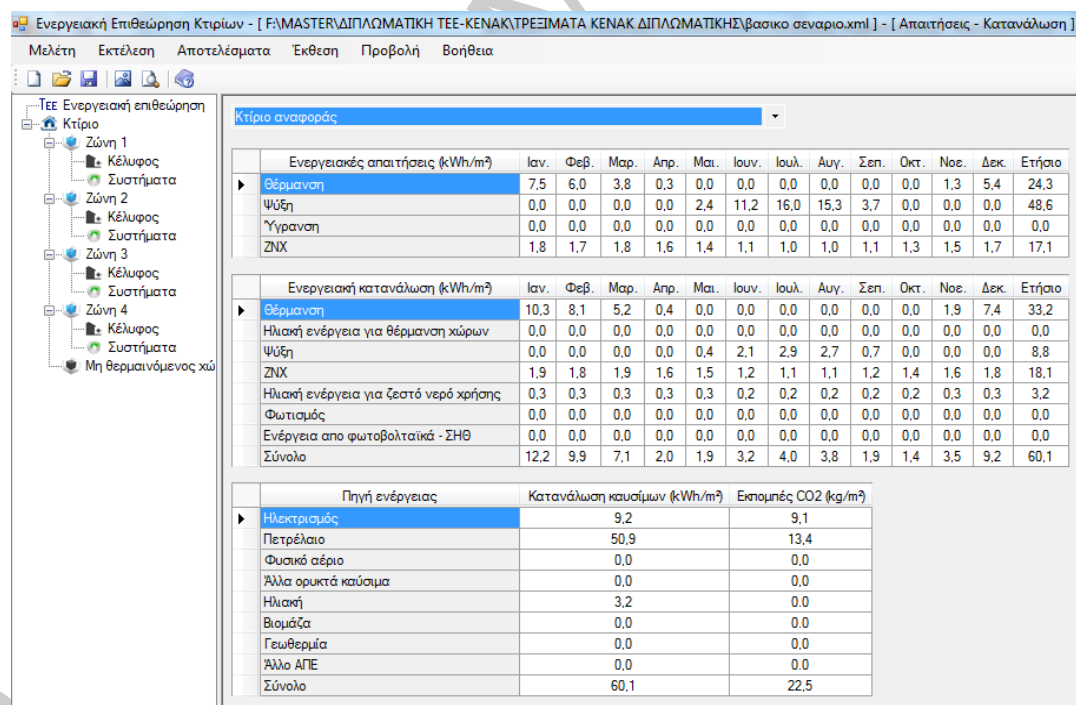
Οι ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη του υπάρχοντος κτηρίου σε σχέση με το κτήριο αναφοράς είναι μεγαλύτερες, ενώ για ZNX παραμένουν οι ίδιες. Η μεγαλύτερη διαφορά αφορά στη θέρμανση (9,6 kWh/m<sup>2</sup>) και ακολουθεί η ψύξη (6,6 kWh/m<sup>2</sup>).



## 5.2 Ενεργειακές καταναλώσεις



Εικόνα 5.2.1 Αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων υπάρχοντος κτηρίου.



Εικόνα 5.2.2 Αποτελέσματα ενεργειακών καταναλώσεων κτηρίου αναφοράς.

Οι ενεργειακές καταναλώσεις παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές μεταξύ του κτηρίου αναφοράς σε σχέση με το υπάρχον κτήριο. Συγκεκριμένα, οι συνολικές ενεργειακές καταναλώσεις του υπάρχοντος κτηρίου είναι  $88,5 \text{ kWh/m}^2$ , έναντι  $60,1 \text{ kWh/m}^2$  του κτηρίου αναφοράς.

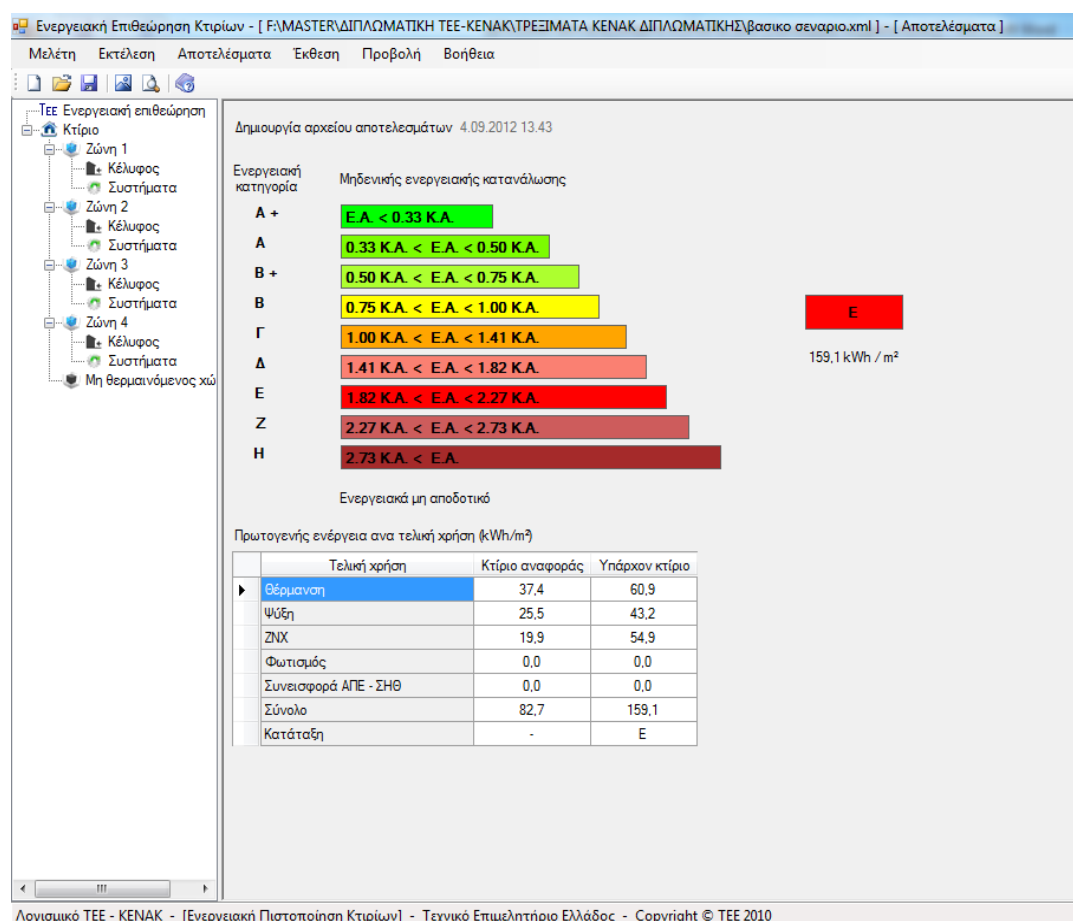
Όσον αφορά τη **θέρμανση**, οι αυξημένες καταναλώσεις ( $21,4 \text{ kWh/m}^2$  διαφορά) οφείλονται στους μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης του κτηρίου αναφοράς για τον λέβητα (0,935 αντί 0,9) και των τερματικών μονάδων (0,93 έναντι 0,89), στην καλύτερη μόνωση του κελύφους (λειτουργεί με βάση τους μέγιστους επιτρεπτούς συντελεστές θερμοπερατότητας  $U_{\max}$  οι οποίοι όμως είναι μικρότεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους του εξεταζόμενου κτηρίου) και στον αερισμό (το κτήριο αναφοράς διαθέτει αεροστεγανά κουφώματα, και πολλαπλασιάζεται με  $5,5 \text{ m}^3/\text{h}$  έναντι  $6,8 \text{ m}^3/\text{h}$  του υπάρχοντος κτηρίου).

Όσον αφορά την **ψύξη**, οι αυξημένες καταναλώσεις οφείλονται κυρίως λόγω της μόνωσης του κελύφους και του βαθμού ενεργειακής απόδοσης των τοπικών μονάδων ψύξης (EER=3 έναντι 2 του υπάρχοντος κτηρίου).

Όσον αφορά στις καταναλώσεις **ZNX**, η μεγάλη διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι στο υπάρχον κτήριο χρησιμοποιούνται τοπικοί ηλεκτρικοί θερμαντήρες (ισχύς 4kW), σε αντίθεση με το κτήριο αναφοράς, το οποίο καλύπτει τις ανάγκες σε ZNX από ηλιακούς συλλέκτες (15% των αναγκών) και από τον λέβητα πετρελαίου, καταναλώνοντας έτσι λιγότερο ηλεκτρισμό, που έχει και τον μεγαλύτερο συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας (2,9) σε σχέση με το πετρέλαιο (1,1), ενώ εξοικονομεί καύσιμα λόγω της ηλιακής ενέργειας.

Οι καταναλώσεις καυσίμων για το υπάρχον κτήριο υπολογίζονται βάσει των ενεργειακών καταναλώσεων. Η κατανάλωση σε ηλεκτρισμό ( $34,3 \text{ kWh/m}^2$ ) προκύπτει από το άθροισμα των καταναλώσεων σε ψύξη ( $14,9 \text{ kWh/m}^2$ ), ZNX ( $18,9 \text{ kWh/m}^2$ ) και κυκλοφορητή ( $0,5 \text{ kWh/m}^2$ ). Η κατανάλωση σε πετρέλαιο ( $54,6 \text{ kWh/m}^2$ ) προκύπτει από την κατανάλωση σε θέρμανση.

### 5.3 Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 5.3.1** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης υπάρχοντος κτηρίου - Σύγκριση με κτήριο αναφοράς.

Με βάση τις καταναλώσεις των καυσίμων (βλ. Ενεργειακές καταναλώσεις) και τους αντίστοιχους συντελεστές πρωτογενούς ενέργειας (βλ. παρακάτω Πίνακα), υπολογίζεται η πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση (kWh/m<sup>2</sup>), τόσο για το υπάρχον κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς. Βάση της συνολικής κατανάλωσης, το λογισμικό αποτυπώνει και την ενεργειακή κατάταξη του υπάρχοντος κτηρίου, που αντιστοιχεί στην ενεργειακή κατηγορία **E**.

Η δε απόδοση του υπάρχοντος κτηρίου υπολογίζεται ίση με:

$$\text{Απόδοση} = 159,1 / 82,7 = \mathbf{1,92}$$

**Πίνακας 5.3.1** Συντελεστής αναγωγής της κατανάλωσης ενέργειας του κτηρίου σε πρωτογενή ενέργεια (Πηγή: TOTEE-1)

Πηγή Ενέργειας	Συντελεστής μετατροπής σε πρωτογενή ενέργεια	Εκλύομενοι ρύποι ανά μονάδα ενέργειας (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Φυσικό αέριο	1,05	0,196
Πετρέλαιο θέρμανσης	1,10	0,264
Ηλεκτρική ενέργεια	2,90	0,989
Υγραέριο	1,05	0,238
Βιομάζα	1,00	-
Τηλεθέρμανση από ΔΕΗ	0,70	0,347
Τηλεθέρμανση από ΑΠΕ	0,50	-

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα, οι τομείς που αδυνατούν περισσότερο και επιλέγονται να αναβαθμιστούν προκειμένου να ανεβεί ενεργειακή κατάσταση το υπάρχον σπίτι, είναι η θέρμανση και το ζεστό νερό χρήσης. Θα εξεταστούν σενάρια που έχουν να κάνουν με τη βελτίωση της μόνωσης του κτηριακού κελύφους, με αντικατάσταση του υπάρχοντος συστήματος θέρμανσης, αλλά και του συστήματος ΖΝΧ. Καθώς το κύριο πρόβλημα εντοπίζεται στα θερμικά φορτία, οι καταναλώσεις στην ψύξη στην παρούσα εργασία δεν θα αντιμετωπιστούν αυτόνομα με αντικατάσταση των κλιματιστικών μονάδων, αλλά μπορούν να αντιμετωπιστούν εμμέσως με την επέμβαση στο κτηριακό κέλυφος. Στη συνέχεια, εξετάζονται προτεινόμενες επεμβάσεις αλλά και συνδυασμοί αυτών σε μορφή σεναρίων για την αντιμετώπιση των αδυναμιών του υπάρχοντος κτηρίου, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για κάθε σενάριο και αναλύονται διεξοδικά στο κεφάλαιο των συμπερασμάτων, όπου προτείνονται οι επεμβάσεις που συμφέρουν τόσο από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης, όσο και από πλευράς απόσβεσης του αρχικού κόστους επένδυσης.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί πως, καθώς ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η τεχνική αξιολόγηση των διαφόρων επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στη συγκεκριμένη κατοικία, αναλυτική περιγραφή του κόστους της κάθε επέμβασης αλλά και επιπλέον ανάλυση επένδυσης του κάθε σεναρίου, περιγράφεται στη διπλωματική εργασία της Αμούργη Μαρίας, «Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία».

## 6. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ και ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ

### 6.1 Παρεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτήριο εξασφαλίζεται εν μέρει με τον κατάλληλο σχεδιασμό του κτηρίου και τη χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων και εν μέρει μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκατεστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασής του καθώς και των σχετικών τεχνικών μελετών που τον προδιαγράφουν.

Άλλος ένας καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η ενεργειακή διαχείριση του κτηρίου, μία συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε ένα κτήριο μπορεί να αφορούν:

- Το κτηριακό κέλυφος (π.χ. θερμομόνωση, κατάλληλα συστήματα ανοιγμάτων, παθητικά ηλιακά συστήματα)
- Τον περιβάλλοντα χώρο του κτηρίου (π.χ. χρήση βλάστησης)
- Την ορθολογική χρήση του κτηρίου και την αξιοποίηση των δομικών του στοιχείων (π.χ. ενεργειακή διαχείριση, φυσικός αερισμός, αξιοποίηση της θερμικής μάζας)

Οι δυνατότητες επεμβάσεων στο κέλυφος και στις ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις ενός κτηρίου, η εφαρμογή των οποίων μπορεί να επιφέρει εξοικονόμηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

Αυτές κατατάσσονται στις ακόλουθες **κατηγορίες**:

- ✓ Ενέργειες νοικοκυρέματος: Μέτρα χωρίς ειδική χρηματοδότηση ή επένδυση κεφαλαίου. Τα μέτρα αυτά, εφαρμόζονται σε τακτική βάση και εντάσσονται στη συνήθη λειτουργία και συντήρηση του κτηρίου και έχουν συχνά σχέση με την αλλαγή της συμπεριφοράς των χρηστών του κτηρίου.
- ✓ Επεμβάσεις χαμηλού κόστους: Εφάπαξ επεμβάσεις που μπορούν να χρηματοδοτηθούν από τον υπάρχοντα ετήσιο προϋπολογισμό της διαχείρισης του κτηρίου. Το κόστος των επεμβάσεων αποπληρώνεται συχνά εντός της ίδιας διαχειριστικής χρονιάς και συνήθως σε λιγότερο από δύο χρόνια.
- ✓ Επεμβάσεις ανακατασκευής: Εφάπαξ επεμβάσεις έντασης κεφαλαίου λόγω του σημαντικού αρχικού κόστους για την εφαρμογή τους και της μέσης ή μακράς περιόδου αποπληρωμής τους. Οι επεμβάσεις αυτές προϋποθέτουν συχνά ειδική οικονομοτεχνική μελέτη αξιολόγησης.

Πιο αναλυτικά, οι επεμβάσεις για εξοικονόμηση ενέργειας σε θέρμανση για το κτηριακό κέλυφος, το συγκρότημα λέβητα-καυστήρα και τις εγκαταστάσεις ζεστού νερού χρήσης για κάθε κατηγορία επέμβασης παρουσιάζονται παρακάτω.

### Κτηριακό Κέλυφος

### Ενέργειες νοικοκυρέματος

- Έλεγχος της χρήσης και του εξοπλισμού επαναφοράς ανοιγμάτων (παραθύρων και θυρών) μεταξύ χώρων που βρίσκονται σε διαφορετικές θερμικές συνθήκες.
- Ορθολογική λειτουργία υφιστάμενων διατάξεων σκίασης σε σχέση με την εποχή και τον προσανατολισμό του εκτεθειμένου, στην ηλιακή ακτινοβολία, ανοίγματος.
- Έλεγχος και επισκευή ρωγμών πλαισίων ανοιγμάτων, ρηγμάτων τοιχοποιίας, χαλασμένων μηχανισμών ανοιγμάτων, φθαρμένων στοιχείων θερμομόνωσης και σφραγίσματος αρμών
- Κλείσιμο διόδων θερμικής ροής σε φρεάτια και κλιμακοστάσια
- Συστηματική χρήση των ανοιγμάτων, ειδικά κατά τη διάρκεια της νύκτας, για ενίσχυση του φυσικού αερισμού - δροσισμού στις θερμές περιόδους του χρόνου

### Επεμβάσεις χαμηλού κόστους

- Σφράγισμα αρμών πλαισίων με ειδικές θερμομονωτικές ταινίες για αεροστεγάνωση των ανοιγμάτων.
- Κατάργηση περιττών ανοιγμάτων με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν για αποφυγή των περιττών θερμικών απωλειών και της θάμβωσης.
- Κάλυψη άχρηστων θυρών με ταυτόχρονη θερμική προστασία των επιφανειών που καλύπτουν.
- Αντικατάσταση ραγισμένων ή σπασμένων υαλοπινάκων με νέους πιθανά διπλούς
- Εφαρμογή έγχρωμων και ανακλαστικών φιλμ ή τοπικών διατάξεων εσωτερικής σκίασης (περσίδες, κουρτίνες) σε ανοίγματα με ανεπιθύμητα υψηλό θερινό ηλιακό κέρδος.
- Εφαρμογή μηχανισμών αυτόματης επαναφοράς θυρών
- Αντικατάσταση κούφιας μεταλλικής θυρών με σημαντικές θερμογέφυρες, με άλλες νέου σχεδιασμού από υλικά με ειδική προστασία και μικρότερη θερμοπερατότητα.
- Προσθήκη θερμομονωτικού στρώματος σε τμήματα της εξωτερικής τοιχοποιίας που βρίσκονται πίσω από θερμαντικά σώματα κεντρικής θέρμανσης.

### Επεμβάσεις ανακατασκευής

- Θερμομόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας, οροφής, δαπέδων, pilotis
- Θερμομόνωση θερμογεφυρών (υποστυλώματα, δοκοί, τοιχία κλπ.)
- Αντικατάσταση υφιστάμενων ανοιγμάτων (πλαίσια, υαλοπίνακες) με νέα βελτιωμένων θερμικών και οπτικών ιδιοτήτων
- Μείωση του θερμαινόμενου-κλιματιζόμενου όγκου σε χώρους υπερβολικού ύψους (ένταξη ψευδοροφών)
- Εφαρμογή εξωτερικών σταθερών ή κινητών διατάξεων σκίασης (τέντες, παντζούρια, κατακόρυφα ή οριζόντια κινητά ή σταθερά σκίαστρα κλπ.)
- Προσθήκη παθητικών ηλιακών συστημάτων θέρμανσης και φωτισμού (τοίχοι μάζας Trombe, θερμοσιφωνικά πάνελ, ηλιακοί χώροι-θερμοκήπια, ράφια ανοιγμάτων για φυσικό φωτισμό, αγωγοί φυσικού φωτός κλπ.).

### **Συγκρότημα λέβητα - καυστήρα**

#### Ενέργειες νοικοκυρέματος



- Περιοδική συντήρηση καυστήρα. Ρύθμιση του λόγου αέρα καύσης καθώς και του διασκορπισμού και της τύρβης του καυσίμου ώστε να εξασφαλίζεται υψηλός βαθμός απόδοσης της καύσης.
- Καθαρισμός επιφανειών θερμικής συναλλαγής λέβητα από επικαθίσεις-άκαυστα στους αεριαλούς και την θύρα της εστίας.
- Έλεγχος και επισκευή σημείων διαρροής καυσαερίων και αέρα καύσης
- Μείωση της θερμοκρασίας προσαγωγής του θερμού νερού στο δίκτυο ανάλογα με τη μείωση του φορτίου θέρμανσης (μείωση ορίου υδροστάτη) έως τα όρια διατήρησης της θερμικής άνεσης και ασφάλειας του λέβητα από πιθανές διαβρώσεις
- Εξασφάλιση κατάλληλης πίεσης συστήματος για την αποφυγή βρασμών νερού ή εισόδου αέρα στο δίκτυο (θερμικές απώλειες σε εξαεριστικά λόγω υψηλής πίεσης ή μη αποδοτική λειτουργία σωμάτων λόγω χαμηλής πίεσης)
- Μείωση αριθμού, περισσότερων του ενός, λειτουργούντων λεβήτων ανάλογα με τη μείωση του φορτίου θέρμανσης (χειροκίνητος έλεγχος, υδραυλική απομόνωση)
- Επαναβαθμονόμηση εξοπλισμού μέτρησης και ελέγχου
- Ελαχιστοποίηση διακυμάνσεων φορτίου (επανεξέταση αυτοματοποιημένου ωραρίου λειτουργίας λέβητα-καυστήρα)

#### Επεμβάσεις χαμηλού κόστους

- Επισκευή ή αναβάθμιση θερμομόνωσης επιφανειών λέβητα.
- Εγκατάσταση στροβιλιστήρων καυσαερίου στους αεριαλούς του λέβητα για ενίσχυση της εναλλαγής θερμότητας μεταξύ θερμού καυσαερίου και νερού.
- Εγκατάσταση περυγίων στροβιλισμού φλόγας στην εστία (βέλτιστη ανάμιξη του αέρα καύσης με το διασκορπιζόμενο καύσιμο).
- Εγκατάσταση διαφραγμάτων στην καπνοδόχο για μείωση των θερμικών απωλειών εκκυσμού κατά τα ενδιάμεσα διαστήματα αργίας του συγκροτήματος.
- Αντικατάσταση εγχυτήρων καυσίμου με μικρότερους ή αντικατάσταση όλου του καυστήρα με όμοιο μικρότερης ισχύος σε υπερδιαστασιολογημένα συστήματα.
- Εγκατάσταση μόνιμου μετρητικού συστήματος για την επιτήρηση των παραμέτρων της καύσης (ανάλυση καυσαερίων, μέτρηση καυσίμου, ηλεκτρική μέτρηση).

#### Επεμβάσεις ανακατασκευής

- Αντικατάσταση παλαιών καυστήρων με νέους πολυβάθμιους, διπλού καυσίμου (πετρελαίου-φυσικού αερίου) όπου είναι εφικτό.
- Αντικατάσταση παλαιών λεβήτων με νέους υψηλής απόδοσης και χαμηλής θερμοκρασίας εξόδου καυσαερίων.
- Εγκατάσταση ξεχωριστού λέβητα κάλυψης θερινών αναγκών παραγωγής θερμού νερού χρήσης, σε κτήρια με κάλυψη των αναγκών αυτών από την καύση πετρελαίου.
- Εγκατάσταση εναλλάκτη ανάκτησης θερμότητας από τα θερμά καυσαέρια, σε λέβητες υψηλών θερμοκρασιών εξόδου καυσαερίων
- Εγκατάσταση αυτοματισμού βελτιστοποίησης της καύσης για την διατήρηση του σωστού λόγου αέρα καύσης σε σχέση με το φορτίο.
- Εγκατάσταση συστήματος περιοδικής έναυσης πολλών λεβήτων (sequence firing control) με ρύθμιση του κάθε υδροστάτη ανάλογα με ένα συγκεκριμένο φορτίο.
- Εγκατάσταση σταθμού συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού ή ένταξη σε δίκτυο τηλεθέρμανσης, σε αντικατάσταση του υφιστάμενου συγκροτήματος για την

κάλυψη της θέρμανσης χώρων ή / και νερού χρήσης.(σε συνδυασμό και με άλλα ενεργειακά συστήματα π.χ. ηλεκτρικής παροχής).

## **Εγκατάσταση Ζεστού Νερού Χρήσης**

### Ενέργειες νοικοκυρέματος

- Μείωση της θερμοκρασίας αποθήκευσης και προσαγωγής του θερμού νερού έως τα όρια επαρκούς χρήσης για καθαριότητα και ασφαλείας από βακτήρια και ιούς.
- Παύση κυκλοφορητών σε περιόδους που δεν υπάρχει ζήτηση.
- Εγκατάσταση αναμικτήρων ροής θερμού και ψυχρού νερού στους κρουνοί.
- Επεμβάσεις χαμηλού κόστους.
- Εγκατάσταση αντλίας θερμότητας για θέρμανση νερού χρήσης σε κεντρικό σύστημα, σε συνδυασμό με τη χρήση της αντλίας για κλιματισμό χώρων.
- Εγκατάσταση μειωτήρων παροχής σε σωληνώσεις και διατάξεων περιορισμού της ροής με μίξη με αέρα σε κρουνοί.
- Αυτόματος έλεγχος με βαλβίδες απομόνωσης ή μείωσης της πίεσης της ροής.
- Επεμβάσεις ανακατασκευής.
- Τροποποίηση του μεγέθους της δεξαμενής αποθήκευσης για προσαρμογή με τις ανάγκες χρήσης (περίπτωση υπερδιαστασιολογημένων συστημάτων).
- Αντικατάσταση κοινών χειροκίνητων κρουνοί με κρουνοί ελεγχόμενους από φωτοκύτταρο, υπέρυθρους αισθητήρες ή μηχανικά μέσα.
- Χρήση τοπικών ταχυθερμαντήρων για αύξηση της θερμοκρασίας τελικής διανομής του θερμού νερού χρήσης, πράγμα που συνεπάγεται την ανάγκη μικρότερων δεξαμενών και θερμοκρασιών αποθήκευσης στο κεντρικό σύστημα.
- Εγκατάσταση μετρητικών διατάξεων θερμού νερού χρήσης σε επίπεδο διαμερίσματος ή ορόφου του κτηρίου.
- Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.
- Αποκέντρωση συστήματος για μείωση των απωλειών διανομής.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι προτεινόμενες επεμβάσεις για την μελέτη περίπτωσης που εξετάζεται στην παρούσα εργασία και αναλύονται με βάση το λογισμικό T.E.E.-K.En.A.K. για την ενεργειακή αναβάθμιση που επιτυγχάνεται στο κτήριο.

## **6.2 Προτεινόμενες Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας**

### **6.2.1 Αντικατάσταση κουφωμάτων**

Όπως παρουσιάστηκε στην περιγραφή του κτηρίου της μελέτης περίπτωσης, τα κουφώματα επιδέχονται βελτίωσης, καθώς ο συντελεστής θερμοπερατότητας που τα χαρακτηρίζει είναι μεγαλύτερος από τον μέγιστο επιτρεπτό σύμφωνα με τον KENAK, που ισχύει για το κτήριο αναφοράς.

Ισχύει, δηλαδή, για τα κουφώματα:

$$U_{\text{υπάρχοντος κτηρίου}} = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{max}} = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Δεδομένου ότι στην αγορά μπορεί να βρει κανείς και κουφώματα με πολύ χαμηλούς συντελεστές θερμοπερατότητας ( $U < 1 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), μία επέμβαση που αξίζει να εξεταστεί είναι η αντικατάσταση των κουφωμάτων με ανοίγματα ενεργειακά πιο αποδοτικά.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τα κουφώματα και ακολουθεί η εφαρμογή των αντίστοιχων σεναρίων.

### **Θεωρητικό Μέρος**

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 κτηρίου:

- Αντικατάστασή τους με νέα ενεργειακά αποδοτικά.

Η χρήση δίδυμων υαλοπινάκων είναι επιβεβλημένη, ενώ ανάλογα με την κλιματική ζώνη που βρίσκεται το κτήριο επιλέγεται υλικό πλαισίου με καλές θερμικές ιδιότητες (π.χ. αλουμίνιο με θερμοδιακοπή, συνθετικό κούφωμα, ξύλινο κούφωμα).

- Τοποθέτηση δεύτερου κουφώματος.

Ο Κ.Εν.Α.Κ. 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 κτηρίου.

### **Συνθετικά κουφώματα (PVC)**

Η ιστορία του PVC ξεκινάει από το 1835. Ο Γάλλος μηχανικός Henri Regnault ανακάλυψε την πρωταρχική σύνθεση του χλωριούχου βινυλίου, στην οποία βασίστηκε αρκετά αργότερα, το 1912, ο Fritz Klatter για να δημιουργήσει το βελτιωμένο και τεχνολογικά εξελιγμένο συνθετικό υλικό PVC, αναλυτικά πολυβινυλοχλωρίδιο ή κοινώς βινύλιο.

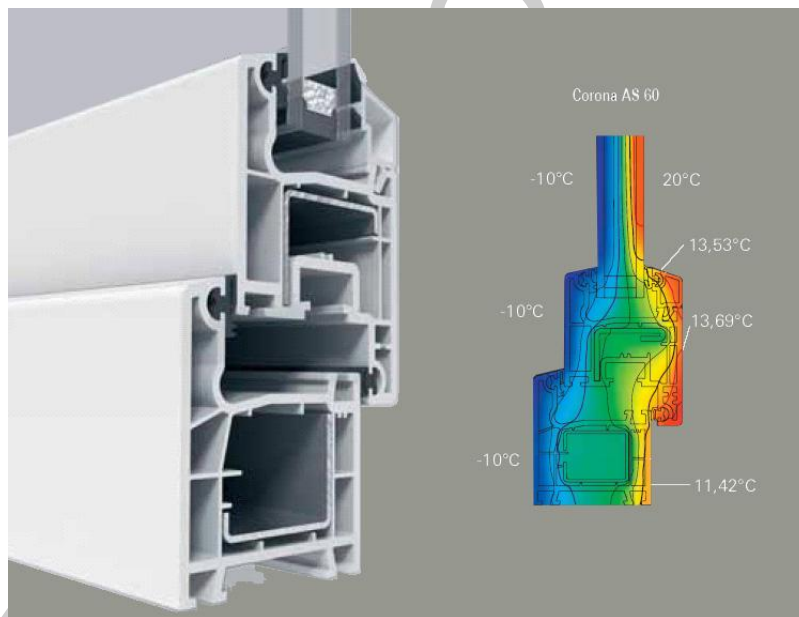
Το PVC έγινε ευρέως γνωστό το 1937, όταν άρχισε να χρησιμοποιείται στην κατασκευή δίσκων. Η τεχνολογική εξέλιξη του υλικού σε συνδυασμό με τις πολύτιμες ιδιότητές του, οδήγησαν στην εξάπλωση των εφαρμογών του σε πολλούς κλάδους, όπως την ιατρική, την αυτοκινητοβιομηχανία, την τεχνολογία περιβάλλοντος κλπ. Σήμερα, το μεγαλύτερο ποσοστό των παραγόμενων ποσοτήτων PVC απορροφάται στον κτιριακό τομέα, κυρίως για την παραγωγή σωλήνων και συνθετικών κουφωμάτων.

Τα συνθετικά κουφώματα από PVC παρουσιάζουν μεγάλη αντοχή στις καταπονήσεις, στις ακραίες μεταβολές της θερμοκρασίας και την υπερϊώδη ακτινοβολία. Δεν διαβρώνονται από το νερό ή την υγρασία, δεν προσβάλλονται από βακτηρίδια και καίγονται πολύ δύσκολα, χάρη στην απελευθέρωση των ατόμων του χλωρίου, που εμποδίζουν την ανάφλεξή τους. Επιπλέον, δεν χρειάζονται βαφή και δεν αλλοιώνονται χρωματικά. Οι ανάγκες συντήρησής τους είναι ελάχιστες, ενώ η μέση διάρκεια ζωής τους συνήθως ξεπερνά τα 20 χρόνια.

Τα συνθετικά κουφώματα διακρίνονται, επίσης, για την υψηλή θερμομονωτική και ηχομονωτική τους απόδοση, η οποία είναι εφάμιλλη αυτής των ξύλινων κουφωμάτων. Το

PVC είναι από τη φύση του ένα μονωτικό υλικό, όμως ο υψηλός δείκτης θερμομόνωσης και ηχομόνωσης οφείλεται κυρίως στη δυνατότητα διαμόρφωσης θαλάμων σε σειρά, κατά την κατασκευή των προφίλ των κουφωμάτων. Η διαμόρφωση των θαλάμων γίνεται αντιληπτή στην εγκάρσια τομή του προφίλ. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των θαλάμων, τόσο αυξάνονται οι μονωτικές ιδιότητες των κουφωμάτων (Εικόνα 1). Η υψηλή θερμομονωτική απόδοση των συνθετικών κουφωμάτων συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας, περιορίζοντας τα έξοδα για θέρμανση και ψύξη των κατοικιών, αλλά και τις βλαβερές επιπτώσεις για το περιβάλλον.

Το PVC είναι υλικό ελαφρύ και ευκατέργαστο, γεγονός που προσφέρει μεγάλη ευελιξία στην κατασκευή συνθετικών κουφωμάτων. Τα πολυθάλαμα προφίλ της κάσας και του φύλλου κατασκευάζονται από άκαμπτο PVC, όπου ενσωματώνεται χαλύβδινη ενίσχυση με αντιδιαβρωτική προστασία, εξασφαλίζοντας τη σταθερότητα και την ασφαλή λειτουργία των κουφωμάτων. Στις ενώσεις γίνεται αυτογενής συγκόλληση με θέρμανση, δηλαδή χωρίς κόλλες, με αποτέλεσμα οι επιφάνειες να είναι λείες και καθαρές, χωρίς αρμούς. Η ευελιξία στο σχεδιασμό και την κατασκευή των προφίλ επιτρέπει την απόλυτη εφαρμογή των λάστιχων στεγάνωσης και των υαλοπινάκων, διασφαλίζοντας την απαραίτητη στεγανότητα στα κουφώματα. Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα τοποθέτησης περιμετρικών μηχανισμών ασφαλείας που αποτρέπουν τη διάρρηξη, προσφέροντας υψηλό επίπεδο ασφαλείας.



**Εικόνα 6.2.1** Κούφωμα PVC

Τα συνθετικά κουφώματα διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία σχεδίων, χρωμάτων και συστημάτων ανοίγματος, καλύπτοντας κάθε επιθυμία και ανάγκη σχεδιασμού. Υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής οποιασδήποτε μορφής εξωτερικών κουφωμάτων, από απλά μονόφυλλα, δίφυλλα ή πολύφυλλα, μέχρι τοξωτά, κυκλικά, σταθερά, ανοιγόμενα, συρόμενα, ανακλινόμενα κλπ. Η ποικιλία των συστημάτων και μηχανισμών ανοίγματος εξασφαλίζει λύσεις πρακτικές και λειτουργικές για κάθε ανάγκη. Τα πλαίσια διακρίνονται για τη λιτή, καθαρή, διαχρονική γραμμή τους και διατίθενται σε μια ευρεία γκάμα ανεξίτηλων χρωμάτων, με δυνατότητα απομίμησης φυσικού ξύλου, ώστε να επιλέξει κανείς το ιδανικό χρώμα για το

χώρο του. Τοποθετούνται εύκολα και προσαρμόζονται σε κάθε μορφή κτιρίου, σύγχρονου ή παραδοσιακού.

Η σχέση απόδοσης-τιμής των συνθετικών κουφωμάτων από PVC είναι ο κυριότερος παράγοντας επιλογής τους. Ο σύγχρονος μηχανολογικός εξοπλισμός δίνει τη δυνατότητα μαζικής παράγωγής μεγάλων ποσοτήτων συνθετικών κουφωμάτων, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα, μειώνοντας με αυτόν τον τρόπο το κόστος κατασκευής ανά μονάδα. Το συγκριτικά χαμηλό κόστος τους σε συνδυασμό με τη μακροζωία που τους προσφέρουν οι υψηλοί δείκτες αντοχής των υλικών, αλλά και οι μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης, καθιστούν τα συνθετικά κουφώματα μια συμφέρουσα επιλογή. Επιπλέον, η θερμομονωτική τους απόδοση, εξοικονομεί σημαντικά έξοδα θέρμανσης και ψύξης, ενώ παράλληλα αποτελεί οικολογική συμβολή για το περιβάλλον.

Επιπλέον, οι οικολογικές σειρές κουφωμάτων με ανακυκλώσιμες πρώτες ύλες από καθαρό PVC, χωρίς προσμίξεις, ανακυκλώνονται εξολοκλήρου και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν στην παραγωγή ίδιας ποιότητας προϊόντων σε άλλη μορφή, πετυχαίνοντας με αυτόν τον τρόπο βελτιστοποίηση του ανακυκλούμενου υλικού. Σήμερα, υπάρχουν μεγάλες μονάδες ανακύκλωσης οι οποίες παραλαμβάνουν τα προϊόντα PVC, ώστε να πραγματοποιηθεί η διαλογή του. Το PVC μπορεί με εύκολο και οικονομικό τρόπο να διαχωριστεί από τα υπόλοιπα συνθετικά. Το υλικό συλλέγεται, καθαρίζεται και κόβεται σε πολύ μικρά κομμάτια τα οποία στη συνέχεια λιώνονται. Ξένες προσμίξεις, όπως ακαθαρσίες ή ρινίσματα μετάλλων, διαχωρίζονται από το PVC μηχανικά. Το τελικό αποτέλεσμα είναι καθαρό PVC, το οποίο είναι ικανό να επαναχρησιμοποιηθεί. Επίσης, υπάρχει δυνατότητα τα ανακυκλούμενα προϊόντα PVC να χωρισθούν στα χημικά τους συστατικά και να ενωθούν ξανά για την παραγωγή ενός τελειώς νέου προϊόντος PVC.

Ο τακτικός έλεγχος των ιδιοτήτων των κουφωμάτων από PVC αποτελεί βασική παράμετρο για τη συνεχή βελτίωση της παραγωγής και την εναρμόνισή της με τα ευρωπαϊκά πρότυπα ποιότητας. Η ποιότητα των συνθετικών κουφωμάτων επιβεβαιώνεται και από το πιστοποιητικό EN ISO 9001/94 το οποίο αφορά το σχεδιασμό, την παραγωγή, την τοποθέτηση των κουφωμάτων, αλλά και την εξυπηρέτηση των πελατών μετά την πώληση.

#### Κουφώματα αλουμινίου θερμοδιακοπτόμενα

Τα κουφώματα αλουμινίου πρωτοεμφανίστηκαν στην Ελλάδα την δεκαετία του '60. Η εξέλιξη στην τεχνολογία της παραγωγής προφίλ (διατομών) αλουμινίου, η δυνατότητα κατασκευής σύνθετων διατομών και η ευρηματικότητα στον τομέα σχεδιασμού συστημάτων συνέβαλαν στην γρήγορη εξάπλωσή τους. Η ασφάλεια των κατασκευών και οι απαιτήσεις ποιότητας, οι ανάγκες χρήσης και η αισθητική εμφάνιση οδήγησαν στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων κουφωμάτων αλουμινίου, τα γνωστά «συστήματα», τα οποία συνδυάζουν κατάλληλα προφίλ αλουμινίου, ειδικά εξαρτήματα, μηχανισμούς λειτουργίας, τζάμια και υλικά στεγάνωσης. Σήμερα, τα συστήματα αλουμινίου κυριαρχούν στα κουφώματα καθώς κυκλοφορούν στην αγορά σε μεγάλη ποικιλία και συνδυάζουν κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά που εναρμονίζονται πλήρως με τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας.

Το αλουμίνιο έχει μάλιστα κατοχυρωθεί ως το πλέον ιδανικό υλικό κατασκευής κουφωμάτων στη χώρα μας και προτιμάτε από το 75% των καταναλωτών χάρις στα αδιαμφισβήτητα προτερήματα που προσφέρει σε σχέση με άλλα υλικά. Κι αυτό γιατί το αλουμίνιο δεν αντιδρά σοβαρά στις αλλαγές κλίματος και θερμοκρασίας σε αντίθεση με το ξύλο στο οποίο προκαλούνται διαβρώσεις και το PVC που γίνεται πιο εύθραυστο στις χαμηλές θερμοκρασίες



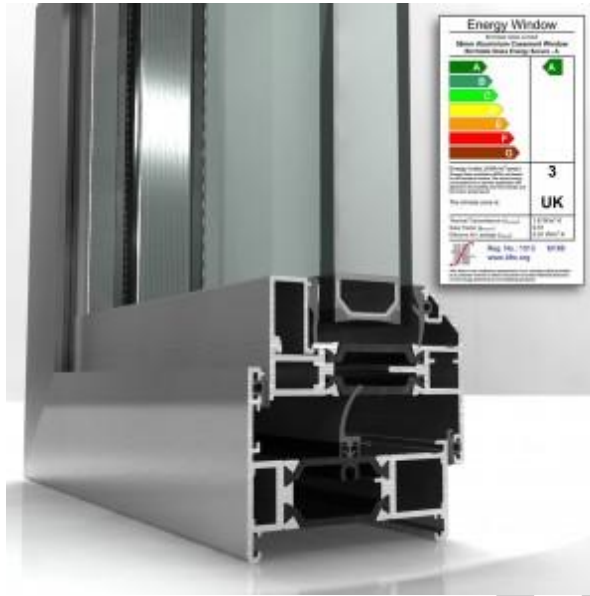
και πιο εύκαμπτο στις υψηλές. Επίσης, είναι πιο ανθεκτικό στις παραμορφώσεις και δεν απαιτεί ενίσχυση όπως τα πλαστικά κουφώματα. Τα λεπτότερα και κομψότερα πλαίσια αλουμινίου δίνουν μεγαλύτερες επιφάνειες γυαλιού χωρίς να μειώνεται η αντοχή και η ακαμψία τους καθώς κατασκευάζονται με τη χρήση διελασμένων προφίλ.

Τα συστήματα αλουμινίου σχεδιάζονται από εταιρείες και κυκλοφορούν στην αγορά με εμπορικές ονομασίες και πιστοποιούνται από τις QUALANOD και QUALICOAT (Ευρωπαϊκοί φορείς ελέγχου και απονομής πιστοποιητικών ποιότητας σε ανοδιωμένα προϊόντα και αντίστοιχα σε πούδρες και προϊόντα ηλεκτροστατικής βαφής). Στην Ελλάδα, εξουσιοδοτημένος Οργανισμός για την διενέργεια των ελέγχων και την απονομή των σημάτων QUALANOD και QUALICOAT είναι η Ελληνική Ένωση Αλουμινίου ενώ ο Σύνδεσμος Ελλήνων Κατασκευαστών Αλουμινίου (Σ.Ε.Κ.Α.) έχει αναπτύξει και εφαρμόσει το σήμα ποιότητας ΣΕΚΑ-RAL για τις επιχειρήσεις κατασκευής κουφωμάτων.

Σημαντικός παράγοντας κατά την επιλογή των συστημάτων αλουμινίου που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε νέο ή ανακαινισμένο κτίριο είναι η μόνωση που αυτά προσφέρουν και η οποία εξαρτάται από την επιλογή των υλικών και την συναρμολόγηση και τοποθέτηση στην οικοδομή. Κατασκευαστικά, τα σύγχρονα συστήματα κουφωμάτων αλουμινίου έχουν ικανοποιητική αεροστεγανότητα και υδατοστεγανότητα καθώς διαθέτουν περιμετρικά λάστιχα και μάκτρα, συγκολλημένα στις γωνίες, προβλέπουν διόδους απορροής των νερών, κτλ.. Η αεροστεγανότητα επηρεάζει άμεσα τόσο την θερμομόνωση όσο και την ηχομόνωση των κτηρίων. Η ικανότητα των κουφωμάτων να εμποδίζουν την διάδοση της θερμότητας εξαρτάται από την αεροπερατότητα της επιφάνειας του κουφώματος, που απαλείφεται, όταν τοποθετείται σωστά το κούφωμα, τον τύπο του υαλοπίνακα και τον τύπο του προφίλ αλουμινίου.

Σήμερα υπάρχουν ειδικά σχεδιασμένα προφίλ, τα θερμομονωτικά ή θερμοδιακοπτόμενα, των οποίων το εσωτερικό μέρος χωρίζεται από το εξωτερικό με κάποιο υλικό διαφορετικής υφής χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας, το οποίο εμποδίζει την άμεση μεταβίβαση της θερμότητας από μέσα προς τα έξω και αντιστρόφως. Το υλικό αυτό ονομάζεται θερμοδιακοπή (Εικόνα 2 – χρωματιστό υλικό) και είναι ένα κομμάτι πολυαμίδιο (ένα είδος PVC) που τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας και μειώνει δραστικά την θερμική διαπερατότητα του κουφώματος. Κύριος, όμως, παράγοντας για τη θερμομόνωση είναι το διάκενο που υπάρχει μεταξύ των τζαμιών, όταν χρησιμοποιούνται διπλά παράθυρα και όχι το πάχος των τζαμιών. Το διάκενο των 12 mm, που χρησιμοποιείται στην ελληνική αγορά, μειώνει τις θερμικές απώλειες στο 50% σε σχέση με τη χρήση απλών τζαμιών. Σε αντίθεση με την θερμομόνωση, η ακουστική μόνωση (ηχομόνωση), που είναι αναγκαία σε όλα τα κτήρια των αστικών περιοχών, ρόλο παίζει το πάχος του τζαμιού. Η χρήση διπλών παραθύρων απλών τζαμιών τα οποία απέχουν μεταξύ τους 12 mm επιτυγχάνουν ηχομόνωση που ικανοποιεί τις απαιτήσεις κτηρίων που βρίσκονται κοντά σε αεροδρόμια.





Εικόνα 6.2.2 Κούφωμα αλουμινίου θερμοδιακοπόμενο

Η θερμοδιακοπή είναι ένα κομμάτι πολυαμίδιο (ένα είδος ρνσ) που τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ αλουμινίου, το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας και μειώνει δραστικά την θερμική διαπερατότητα του κουφώματος. Το πολυαμίδιο είναι ένα πολύ ανθεκτικό υλικό, το οποίο εκτός από την πολύ μικρή αγωγιμότητα διαθέτει και υψηλή σκληρότητα, γεγονός το οποίο συμβάλλει στη στιβαρότητα και ανθεκτικότητα των κουφωμάτων.

Τα οφέλη των κουφωμάτων με συστήματα θερμοδιακοπής, είναι πολύ σημαντικά, τόσο σε πρακτικό, όσο και θεωρητικό επίπεδο:

- Συμβάλλουν στην αισθητή βελτίωση των θερμομονωτικών ιδιοτήτων του προφίλ και του κουφώματος.
- Βοηθούν στην καλύτερη απόδοση ηχομονωτικών και μηχανικών ιδιοτήτων του προφίλ.
- Αποτρέπουν την υγραποίηση των υδρατμών, που δημιουργεί πράσινους τοίχους, μούχλα κτλ..
- Μειώνεται η μεταφορά θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό και αντίστροφα, άρα ελαττώνεται το κόστος θέρμανσης / κλιματισμού, με αποτέλεσμα να καταστέλλεται η ατμοσφαιρική ρύπανση.

Τα συστήματα με θερμοδιακοπή ωφελούν όχι μόνο από την οικονομική σκοπιά αλλά και από την περιβαλλοντική:

- Εξοικονόμηση ενέργειας
- Μείωση δαπανών κλιματισμού
- Μείωση θερμικής απώλειας το χειμώνα
- Ελαχιστοποίηση κατανάλωσης ενέργειας για κλιματισμό το καλοκαίρι
- Ανθεκτικότητα σε ακραίες καιρικές συνθήκες
- Μείωση συμπύκνωσης υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των προφίλ
- Χαμηλή διαπερατότητα αέρα
- Ηχομόνωση

### Διαφορές κουφωμάτων PVC – αλουμινίου

Θα επιχειρήσουμε να κατηγοριοποιήσουμε τις διαφορές ανάμεσα στις δυο τεχνολογίες κουφωμάτων.

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

- *Θερμοηχομόνωση – Διάβρωση:* Το συνθετικό υλικό είναι κακός αγωγός της θερμότητας και γι' αυτό το λόγο είναι θερμομονωτικό υλικό σε αντίθεση με το αλουμίνιο. Τον τελευταίο καιρό όμως η τεχνολογία του αλουμινίου έχει προχωρήσει αρκετά σε ότι αφορά τα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα παρέχοντας πολύ καλά αποτελέσματα θερμομόνωσης και ηχομόνωσης. Η θερμοηχομόνωση ενός κουφώματος εξαρτάται βασικά από τον τύπο του τζαμιού, αφού το γυαλί αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος ενός κουφώματος ενώ πολύ σημαντικό ρόλο έχει και η ποιότητα των υλικών που χρησιμοποιούνται - όπως περιμετρικά λάστιχα, βουρτσάκια, νεροχύτες κ.λπ. Αλουμίνιο και PVC έχουν εξαιρετική αντοχή στην ατμοσφαιρική διάβρωση. Ιδιαίτερα στο αλουμίνιο η καλή ποιότητα βαφής αυστηρών προδιαγραφών προσδίδουν επιπλέον προστασία λόγω της αδράνειας.

- *Εμφάνιση:* Τα πρώτα συστήματα αλουμινίου της δεκαετίας '60 και '70 αποτελούνταν από απλές διατομές με μικρές ποιοτικές απαιτήσεις. Όμως η φύση και οι χαρακτηριστικές ιδιότητες του αλουμινίου έδωσαν την ευχέρεια στους κατασκευαστές να δημιουργήσουν προοδευτικά πιο εμφανίσιμα συστήματα. Τα προφίλ αλουμινίου έχουν 2 τρόπους φινιρίσματος, την Ανοδίωση και την Ηλεκτροστατική βαφή. Ειδικότερα η Η/Β δίνει το πλεονέκτημα επιλογής εκατοντάδων χρωματισμών και της ποικιλίας σε επίπεδο γυαλάδας και υφής του χρώματος (σαγρέ, μεταλλικό). Από την άλλη τα συνθετικά κουφώματα έχουν το χρωματισμό εξαρχής στη μορφή της πρώτης ύλης του πλαστικού σε κόκκους πριν τη διέλαση τους. Έτσι αποκλείεται η επέμβαση στο χρωματισμό μετά τη διέλαση τους και γι' αυτό το λόγο εξηγείται η πολύ περιορισμένη γκάμα χρωμάτων των συνθετικών κουφωμάτων.

- *Κόστος:* Η παραγωγή των συνθετικών κουφωμάτων τα τελευταία χρόνια έχει βιομηχανοποιηθεί πλήρως με αποτέλεσμα τα εργατικά κόστη κατασκευής να έχουν μειωθεί δραματικά σε αντίθεση με τα ξύλινα ή τα κουφώματα αλουμινίου τα οποία είναι εντάσεως εργασίας και αρκετά πιο χρονοβόρα στην παραγωγή τους. Στην Ελλάδα υπάρχουν μονάδες παραγωγής συνθετικών κουφωμάτων με παραγωγική δύναμη άνω των 400 κουφωμάτων την ημέρα. Το μεγαλύτερο κατασκευαστικό αλουμινίου στην Ελλάδα δεν μπορεί να παράγει πάνω από 60 κουφώματα αλουμινίου παρόλο που το αλουμίνιο χρόνια τώρα κατέχει με διαφορά το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς και θα περίμενε κανείς να συμβαίνει το αντίθετο.

### 6.2.1.1 Εφαρμογή 1<sup>ο</sup> σεναρίου

Στην περίπτωση του αρχικού κτηρίου που μελετάται τα ανοίγματα που χρησιμοποιούνται έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας  $U = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  ( $> U_{\max} = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) και συντελεστή διαπερατότητας στην ηλιακή ακτινοβολία  $g_w = 0,54$ .

Θα εξεταστούν οι περιπτώσεις δύο ενεργειακών κουφωμάτων:

- Κουφώματα συνθετικά – PVC
- Κουφώματα με θερμοδιακοπή

Καθώς επηρεάζεται ο συντελεστής διαπερατότητας  $g_w$  από τον τύπο του κουφώματος και αφορά στη συνολική διαπερατότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, έχει ενδιαφέρον να δούμε σε ποιο βαθμό επηρεάζονται οι ενεργειακές καταναλώσεις και αν αξίζει και οικονομικά η επιλογή του κουφώματος με την καλύτερη ενεργειακή απόδοση.

Για την εξέταση των δύο αυτών περιπτώσεων επιλέχθηκαν συνθετικά κουφώματα της εταιρίας REHAU και θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα της εταιρίας DOMIL.

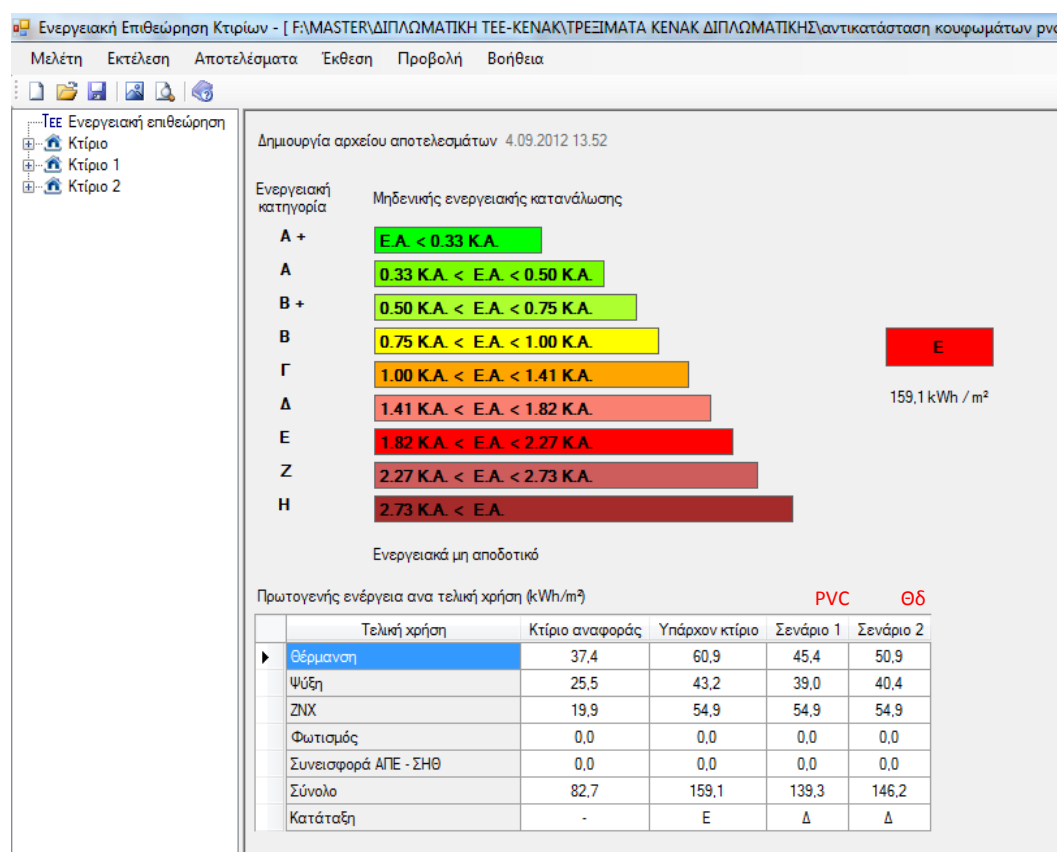
Οι συντελεστές θερμοπερατότητας και τα κόστη για τα κουφώματα που επιλέχθηκαν φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα, ενώ ο συντελεστής ηλιακού θερμικού κέρδους  $g_w$  είναι 0,45 και 0,48 για τα συνθετικά κουφώματα και για τα κουφώματα με θερμοδιακοπή αντίστοιχα.

**Πίνακας 6.2.1** Κουφώματα PVC και Θερμοδιακοπτόμενα που επιλέχθηκαν για την εξέταση του σεναρίου, με αντίστοιχους συντελεστές θερμοπερατότητας και ανηγμένα κόστη (Πηγή: Domil)

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο
Διαστάσεις (m)	0,6 x 1,3	1,2 x 1,3	2 x 2,2	2 x 1	1,2 x 1,4	1,2 x 2,2
αριθμός κουφωμάτων	2	3	2	5	1	2
$U_{w,PVC}$ (W/m <sup>2</sup> K)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
$U_{w,θερμ.οδ.}$ (W/m <sup>2</sup> K)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Κόστος PVC (€/m <sup>2</sup> )	266,185	255,383	131,498	204,426	244,243	194,005
Κόστος Θερμ.οδ. (€/m <sup>2</sup> )	582,957	398,709	212,592	330,101	380,568	303,251

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο
Διαστάσεις (m)	0,5 x 1	1,6 x 1	1,3 x 2,2	7,8 x 2,2	1,7 x 2,2	1,4 x 1
αριθμός κουφωμάτων	6	4	4	2	2	2
$U_{w,PVC}$ (W/m <sup>2</sup> K)	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
$U_{w,θερμ.οδ.}$ (W/m <sup>2</sup> K)	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Κόστος PVC (€/m <sup>2</sup> )	371,706	240,773	155,427	61,156	148,159	217,183
Κόστος θερμ.οδ. (€/m <sup>2</sup> )	745,749	383,991	247,540	99,140	237,679	336,493

### 6.2.1.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



Εικόνα 6.2.3 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης σεναρίων κουφωμάτων - Σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς.

Το Σενάριο 1 αντιστοιχεί στην αντικατάσταση των κουφωμάτων με κουφώματα PVC, ενώ το Σενάριο 2 σε κουφώματα με θερμοδιακοπή (θδ).

Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού, η ενεργειακή κατάταξη και για τα δύο σενάρια αναβαθμίζονται σε Δ κατηγορία, με τα κουφώματα PVC να υπερτερούν κατά 6,9 kWh/m<sup>2</sup> από τα κουφώματα με θερμοδιακοπή, το οποίο ήταν αναμενόμενο μιας και τα κουφώματα PVC έχουν μικρότερο συντελεστή θερμοπερατότητας από τα θερμοδιακοπόμενα ( $U_{PVC} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\theta\delta} = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Οι αποδόσεις του κάθε σεναρίου φαίνονται ακολούθως:

Σενάριο 1 – Κουφώματα PVC - Απόδοση = 1,68 (=139,3/82,7)

Σενάριο 2 – Κουφώματα με θδ - Απόδοση = 1,77 (=146,2/82,7)

Με τα κουφώματα PVC, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 15,5 kWh/m<sup>2</sup> για τη θέρμανση, ενώ και στην ψύξη παρατηρείται μια μικρή εξοικονόμηση των 4,2 kWh/m<sup>2</sup>.

Αντίστοιχα, με τα κουφώματα με θερμοδιακοπή, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση 12,9 kWh/m<sup>2</sup> για τη θέρμανση, ενώ στην ψύξη παρατηρείται μείωση της τάξης των 2,8 kWh/m<sup>2</sup>.

Η κατανάλωση σε ZNX παραμένει η ίδια με το υπάρχον κτήριο, όπως ήταν αναμενόμενο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις για το κάθε είδος κουφώματος.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\Αντικατάσταση κουφωμάτων pvc U 1.4- 06 U 2.2.xml ] -

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,6	6,1	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,5	24,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	13,0	12,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,7
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	12,4	9,9	6,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	8,9	40,5
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	2,8	4,7	4,5	0,9	0,0	0,0	0,0	13,4
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,8	8,5	2,2	2,0	4,1	5,9	5,7	2,2	1,5	3,9	10,9	72,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	32,8	32,4
Πετρέλαιο	40,1	10,6
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	72,9	43,0

Εικόνα 6.2.4 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων σεναρίου 1 (κουφώματα PVC)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\Αντικατάσταση κουφωμάτων pvc U 1.4- 06 U 2.2.xml ] - [ A

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,5	6,8	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,2	28,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,6	13,6	13,0	2,8	0,0	0,0	0,0	39,2
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	13,8	11,1	7,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,0	45,5
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	2,9	4,9	4,7	0,9	0,0	0,0	0,0	13,9
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,8	12,9	9,4	2,3	2,0	4,2	6,1	5,9	2,2	1,5	4,3	11,9	78,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	33,3	32,9
Πετρέλαιο	45,0	11,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	78,3	44,8

Εικόνα 6.2.5 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων σεναρίου 2 (κουφώματα με θερμοδιακοπή).

Οι ενεργειακές απαιτήσεις μετά την κάθε επέμβαση μειώθηκαν για τη θέρμανση και την ψύξη, επιφέροντας αντίστοιχα μειώσεις και στις καταναλώσεις. Το μέγεθος της μείωσης είναι μεγαλύτερο για τα κουφώματα pvc σε σχέση με τα θερμοδιακοπτόμενα. Οι απαιτήσεις και οι καταναλώσεις για ZNX παραμένουν οι ίδιες με το υπάρχον κτήριο.

Οι καταναλώσεις των καυσίμων προκύπτουν από τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις. Ο ηλεκτρισμός προκύπτει από τις καταναλώσεις σε ψύξη, ZNX και τον κυκλοφορητή ( $0,5\text{kWh/m}^2$ ), ενώ οι καταναλώσεις σε πετρέλαιο από την κατανάλωση σε θέρμανση.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Εξοικονόμηση και κόστη					
►	Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	3.737,2	3.993,2
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			15.457,8	25.405,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			19,7	12,9
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			12,4	8,1
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,5	3,9
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			5,2	3,4
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			21,0	53,1

Εικόνα 6.2.6 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των δύο σεναρίων.

Με την εφαρμογή των συγκεκριμένων επεμβάσεων επιτυγχάνεται μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> κατά  $5,2\text{ kg/m}^2$  και  $3,4\text{ kg/m}^2$  αντίστοιχα.

Όπως προκύπτει από την οικονομική ανάλυση του λογισμικού, με τις προτεινόμενες επεμβάσεις έχει επιτευχθεί μείωση στο λειτουργικό κόστος κατά 734,5€ για τα κουφώματα PVC, και 478,5€ για τα θερμοδιακοπτόμενα. Οι αποσβέσεις του αρχικού κόστους επένδυσης όπως υπολογίζονται από το λογισμικό είναι 21 και 53,1 έτη αντίστοιχα, κατατάσσοντας αυτές τις επενδύσεις ασύμφορες οικονομικά.

## 6.2.2 Προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης σε Τοίχους (Θερμοπρόσοψη)

Όπως παρουσιάστηκε στην περιγραφή του κτηρίου της μελέτης περίπτωσης, το εξωτερικό περίβλημα του κτιρίου χαρακτηρίζεται από σχετικά ικανοποιητικό συντελεστή θερμομόνωσης. Ωστόσο, ο συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας είναι υψηλότερος από τον μέγιστο επιτρεπόμενο, όπως ορίζεται στον KENAK. Ο ισοδύναμος συντελεστής θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας, η οποία περιλαμβάνει την τοιχοποιία και το φέροντα οργανισμό, κυμαίνεται στο  $0,64\text{ W/m}^2\text{K}$  (εξαρτάται από το συντελεστή θερμοπερατότητας του κάθε τμήματος της τοιχοποιίας και την επιφάνεια που αυτό καταλαμβάνει).

Ισχύει, δηλαδή, για την εξωτερική τοιχοποιία:

$$U_{\text{υπάρχοντος κτηρίου}} = 0,64\text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{max}} = 0,5\text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς, μία επέμβαση που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης στην εξωτερική τοιχοποιία του κτηρίου ( $U < U_{\text{max}}$ ).



Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τη θερμοπρόσοψη και ακολουθεί η εφαρμογή των αντίστοιχων σεναρίων.

### **Θεωρητικό Μέρος**

Μόνωση είναι ο γενικός όρος που υποδηλώνει την προστασία της κατασκευής από την θερμότητα, τον ήχο και την υγρασία (σε καθημερινούς όρους θερμομόνωση, ηχομόνωση, στεγάνωση).

Το σύστημα εξωτερικής θερμοπρόσοψης, εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά των κτηρίων, σε νέες ή παλαιές κατοικίες και αποτελείται από θερμομονωτικό υλικό, συνήθως διογκωμένη πολυστερίνη και σε ειδικές περιπτώσεις πετροβάμβακα ή εξηλασμένη πολυστερίνη, το οποίο «σοβατίζεται» με ένα πολυμερισμένο κονίαμα, το οποίο προσφέρει ισχυρή μηχανική αντοχή και στεγανοποίηση. Με τον τρόπο αυτό, ελαχιστοποιούνται οι θερμικές απώλειες του κτηρίου από τους εξωτερικούς τοίχους και έχει μεγάλη αποτελεσματικότητα κυρίως τους θερινούς μήνες στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα του συστήματος αυτού είναι:

- i. Ολοκληρωμένη θερμομόνωση χωρίς να δημιουργούνται θερμογέφυρες στα στοιχεία του κτηρίου από σκυρόδεμα π.χ. δοκάρια, κολώνες, τοιχεία κλπ.
- ii. Προστατεύει τις επιφάνειες των τοίχων από υγρασίες, διότι δεν δημιουργούνται συνθήκες υγρασίας υδρατμών στο εσωτερικό του κτηρίου ή μέσα στον τοίχο.
- iii. Δημιουργείται μεγάλη θερμοχωρητικότητα στις επιφάνειες των τοίχων, η οποία συσσωρεύεται και επανακτινοβολεί στο εσωτερικό του κτηρίου, εντείνοντας το φαινόμενο των θερμικών νησίδων στην πόλη. Αντιθέτως δεν συμβάλει στη αύξηση της θερμοκρασίας της πόλης κατά τους θερινούς μήνες, διότι εμποδίζει την θερμοσυσσώρευση κατά το θέρος, όπως κάνουν οι τοίχοι των συμβατικών κτηρίων.
- iv. Επιτρέπει την πλήρη εκμετάλλευση του χώρου και δε μειώνει το εμβαδόν του, δεδομένου ότι επιτρέπει την τοποθέτηση της θερμοπρόσοψης εκτός του εμβαδού της επιτρεπόμενης προς ανέγερση επιφάνειας.
- v. Μειώνει το κόστος συντήρησης του κτηρίου, προστατεύει τα στοιχεία του σκυροδέματος του κτηρίου από ρηγματώσεις.
- vi. Η εφαρμογή του συστήματος εξοικονομεί τη δημιουργία μπαζών, λόγω της χρήσης ειδικών πολυμερισμένων κονιαμάτων τα οποία τοποθετούνται σε μικρό πάχος.
- vii. Η ποιότητα κατασκευής του συστήματος χαρακτηρίζεται ως πολύ υψηλή, καθώς χρησιμοποιούνται ειδικά πρόσθετα τεμάχια για την προστασία των γωνιών, νεροσταλάκτες, υαλόπλεγμα για τον οπλισμό σ' όλη την επιφάνεια εφαρμογής του επιχρίσματος.

Ένα τέτοιο σύστημα έχει ένα κόστος περίπου 40 ευρώ ανά τετραγωνικό μέτρο και μέσο χρόνο απόσβεσης από την εξοικονόμηση ενέργειας και μόνο, τα 4- 6 έτη.

Για τη σύγκρισή του με το συμβατικό- στην Ελλάδα- τρόπο σοβατίσματος πρέπει να ληφθούν υπόψη τέσσερις σημαντικοί οικονομικοί παράμετροι που το καθιστούν ιδιαίτερα ανταγωνιστικό:

- a) Εξοικονομούνται επιπλέον τετραγωνικά μέτρα λειτουργικού χώρου λόγω της θερμοπρόσοψης εξωτερικά της τοιχοποιίας.

- b) Διπλασιάζεται η θερμομονωτική αντίσταση της τοιχοποιίας
- c) Διπλασιάζεται ο χρόνος που χρειάζεται για τη συντήρηση των εξωτερικών τοίχων του κτηρίου.
- d) Βαθμονομείται υψηλά το κτήριο ως προς την ενεργειακή του σήμανση (βλ. ενεργειακή ταυτότητα των κτηρίων).

Για μια παλαιά κατοικία όπου είτε δεν έχει θερμομόνωση στην τοιχοποιία είτε αυτή είναι ελλιπής, η εξωτερική θερμομόνωση παρουσιάζεται ως η μόνη αξιόπιστη λύση θερμικής προστασίας του κτηρίου.

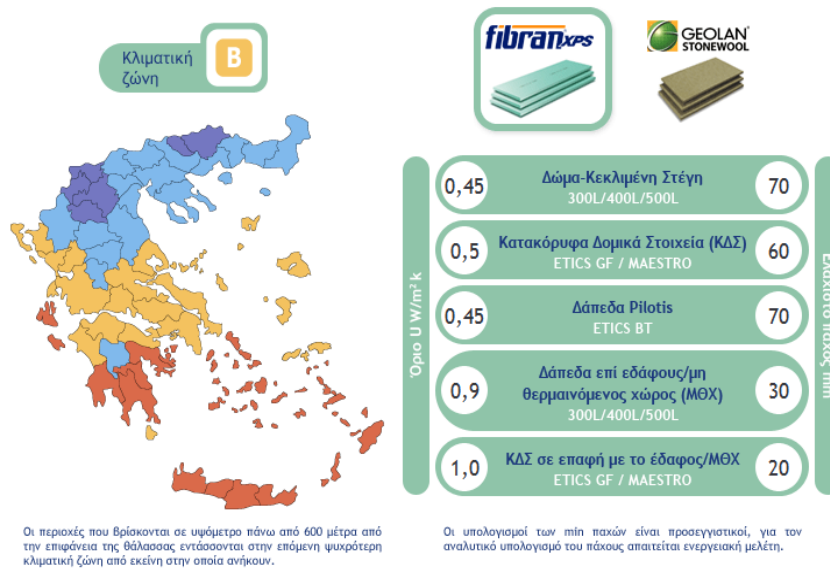
Η εξωτερική θερμομόνωση όμως μπορεί να παίζει ένα σημαντικό ρόλο και στην ανάπλασή του αυξάνοντας την αξία του. Αυτή η αύξηση της αξίας δεν επιτυγχάνεται μόνο μέσα από την ανάπλαση αλλά και από δύο ακόμη παραμέτρους: από την καλύτερη βαθμονόμηση του κτηρίου στην ενεργειακή του ταυτότητα αλλά και από την αύξηση της ζωής του και τη μείωση του κόστους συντήρησής του.

#### Τρόπος εφαρμογής του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης (Σειρά εργασιών).

- i. Αλφαδιάζεται – επιπεδώνεται ο εξωτερικός τοίχος με ράμματα.
- ii. Τοποθετούνται οι μαρμαροποδιές των παραθύρων καθώς θα πρέπει να προεξέχουν της τελικής επιφάνειας του συστήματος.
- iii. Ορίζεται στη βάση του τοίχου, (συνήθως 50 εκατοστά ύψος από αυτή) είτε με ράμμα είτε με ειδικό μεταλλικό τεμάχιο, οριζόντιος οδηγός ο οποίος πρέπει να είναι απολύτως κάθετος προς τις κάθετες ακμές-γωνίες του κτηρίου.
- iv. Επικολώνονται οι θερμομονωτικές πλάκες από πολυστερίνη ή άλλο θερμομονωτικό υλικό τοποθετημένες έτσι ώστε το μεγαλύτερο μήκος τους να αναπτύσσεται οριζόντια (δηλαδή παράλληλα με το έδαφος) παίρνοντας ως βάση έναρξης τον οριζόντιο οδηγό. Οι πλάκες αυτές είναι σημαντικό να διασταυρώνονται έτσι ώστε να συμπίπτουν οι κάθετες απολήξεις τους με τις κάθετες απολήξεις των θερμομονωτικών πλακών της από κάτω σειρά. Ειδικά στη βάση, κάτω από τον οδηγό η πυκνότητα του θερμομονωτικού υλικού αυξάνεται (ή ακόμη αλλάζει σε ορισμένες περιπτώσεις και το ίδιο το υλικό) ώστε να αποφευχθεί μελλοντικά εμφάνιση ανερχόμενης υγρασίας.
- v. Ανάλογα με το ύψος της τοιχοποιίας αλλά και το αν αυτή είναι οπτοπλινθοδομή, από σκυρόδεμα ή από τσιμεντοσανίδα, οι θερμομονωτικές πλάκες πακτώνονται με ειδικά βύσματα ώστε να εξασφαλίζεται πρόσθετη μηχανική στερέωση.
- vi. Πληρώνονται τα κενά ανάμεσα στους αρμούς των θερμομονωτικών φύλλων ή στην επαφή που αυτά έχουν με στοιχεία που διακόπτουν τη συνέχεια της επιφάνειας και κατόπιν τρίβονται όλα τα σημεία που εξέχουν από τα θερμομονωτικά φύλλα έτσι ώστε να εξασφαλισθεί επίπεδη επιφάνεια χωρίς ανωμαλίες (καμπύλες ή ακμές).
- vii. Τοποθετούνται τα γωνιόκρανα και οι νεροσταλάκτες με το αρχικό υλικό επιχρίσματος ώστε να διαμορφωθεί το πλαίσιο μέσα στο οποίο θα εφαρμοσθεί το ειδικό επίχρισμα και ενισχύονται με ορθογώνια τεμάχια υαλοπλέγματος, η νοητή προέκταση των διαγωνίων των παραθύρων και των εξωτερικών θυρών.
- viii. Ακολουθεί διάστρωση με οδοντωτή σπάτουλα (υπό γωνία 45 μοιρών) ώστε να προσδιορίζεται το πάχος της στρώσης, μία πρώτη στρώση επιχρίσματος καλύπτοντας την πολυστερίνη (η οποία σημειωτέον πρέπει να έχει προηγουμένως καθαρισθεί από υπολείμματα λόγω του τριψίματος που προηγήθηκε). Η έναρξη διάστρωσης του

επιχρίσματος γίνεται ξεκινώντας τώρα από την οροφή και καταλήγοντας προς τα κάτω.

- ix. Με νωπό και μαλακό ακόμα το επίχρισμα τοποθετούμε το υαλόπλεγμα (καρέ 4X4mm) βυθίζοντάς το μέσα στο επίχρισμα με την ίσια πλευρά της σπάτουλας, αποφεύγοντας να δημιουργήσουμε ζάρες ή φούσκες (σημεία δηλαδή όπου δε θα έχει καλυφθεί από το επίχρισμα).
- x. Μετά τη σκλήρυνση του πρώτου στρώματος ακολουθεί η τελική στρώση οποία μπορεί να πάρει ειδική υφή ανάλογα με τη διάμετρο του χαλαζιακού του κόκκου αλλά και την τεχνοτροπία που θα επιλέξει ο αρχιτέκτονας ή ο ιδιοκτήτης του έργου.



Εικόνα 6.2.7 Οδηγός θερμομόνωσης (Πηγή: Fibran XPS)

### 6.2.2.1 Εφαρμογή 2<sup>ο</sup> σεναρίου

Με βάση την TOTEE 20701-2/2012 η γενική σχέση υπολογισμού του συντελεστή θερμοπερατότητας U αδιαφανών δομικών στοιχείων είναι:

$$U = \frac{1}{R_i + \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} + R_\delta + R_\alpha}$$

όπου:

U [W/m²·K]: ο συντελεστής θερμοπερατότητας του δομικού στοιχείου

d [m]: το πάχος της κάθε στρώσης του δομικού υλικού

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

n [-]: το πλήθος των στρώσεων του κάθε υλικού

R<sub>δ</sub> [m²·K/W]: η θερμική αντίσταση στρώματος αέρα σε τυχόν υφιστάμενο διάκενο ανάμεσα στις στρώσεις του δομικού στοιχείου, με την προϋπόθεση ότι ο αέρας του διακένου δεν επικοινωνεί με το εξωτερικό περιβάλλον και θεωρείται πρακτικά ακίνητος

$R_i$  [ $m^2 \cdot K/W$ ]: η αντίσταση θερμικής μετάβασης που προβάλλει το επιφανειακό στρώμα αέρα στη μετάδοση της θερμότητας από τον εσωτερικό χώρο προς το δομικό στοιχείο

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

Με βάση τα  $d$  και  $\lambda$  των υλικών για τη μόνωση που επιλέγονται, θα υπολογιστούν οι νέοι συντελεστές θερμοπερατότητας  $U$ .

Θα εξεταστούν οι περιπτώσεις μόνωσης για το μονωτικό υλικό EPS 60 για τα παρακάτω πάχη :

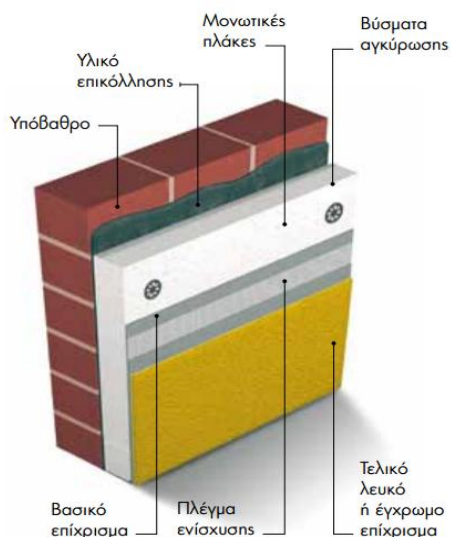
- a) για πάχος μόνωσης 50 mm
- b) για πάχος μόνωσης 80 mm
- c) για πάχος μόνωσης 100 mm

Ιδιαίτερη προσοχή θα πρέπει να δοθεί για την ζώνη υψηλής στεγανότητας. Στην περίπτωση αυτή περιμετρικά του κτηρίου καθορίζεται η περιοχή που πρέπει να προστατευτεί από την ανιούσα υγρασία. Η περιοχή αυτή πρέπει να καλύπτει περιμετρικά το κτήριο σε μία ζώνη ελάχιστου πλάτους 30cm πάνω από την τελική στάθμη του περιβάλλοντος χώρου (μπαλκόνια, πεζοδρόμια) και στην περίπτωση φυτεμένου χώρου πρέπει να συνεχίζει και μέσα στο φυσικό έδαφος. Στην περιοχή αυτή χρησιμοποιούνται θερμομονωτικές πλάκες EPS 200, οι οποίες επικολλούνται με χρήση του THERMOPROSOPSIS multi και επιχρίονται με το υλικό Sockel SM με ενίσχυση υαλοπλέγματος. Στην εξεταζόμενη περίπτωση και με βάση το σχέδιο, επιλέγονται η βόρεια και η νότια πλευρά του ισογείου ως ζώνη υψηλής στεγανότητας.

Καθώς η χρηματική διαφορά για τα δύο πάχη μόνωσης δεν είναι σημαντική έχει ενδιαφέρον να εξετάσουμε εάν υπάρχει σημαντική διαφορά στην ενεργειακή εξοικονόμηση.

Στο υπάρχον κτήριο ο συντελεστής θερμοπερατότητας εξωτερικής τοιχοποιίας μαζί με τις δοκούς/υποστυλώματα που έχει υπολογιστεί είναι ίσος με  $U = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ο οποίος είναι μεγαλύτερος από το μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη B ( $U_{\max} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

Η εφαρμογή του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης είναι η Knauf THERMOPROSOPSIS, κατά την οποία επικολλώνται θερμομονωτικές πλάκες ειδικών προδιαγραφών εξωτερικά στις όψεις του κτηρίου. Στην συνέχεια διαμορφώνονται επάνω τους τα επιθυμητά διακοσμητικά αρχιτεκτονικά στοιχεία (σκοτίες, κορνίζες κτλ) και τέλος εφαρμόζονται υψηλής ποιότητας επιχρίσματα ενισχυμένα με κατάλληλο υαλόπλεγμα. Τα τελικά επιχρίσματα είναι έγχρωμα ή λευκά και υπάρχει η δυνατότητα για επιλογή ανάμεσα σε ιδιαίτερα ελκυστικές τεχντροπίες.



Εικόνα 6.2.8 Σύστημα Knauf THERMOPROSOPSIS

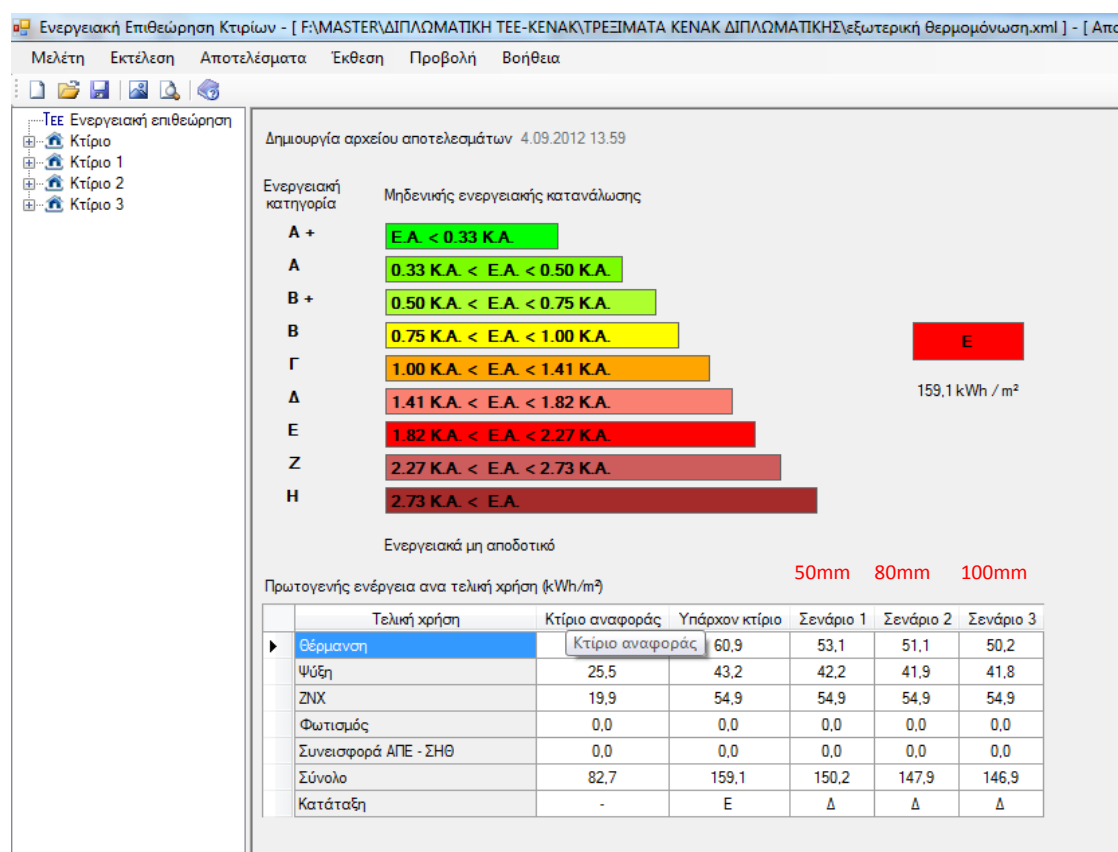
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας των μονωτικών υλικών που επιλέχθηκαν για την εξέταση των σεναρίων, με τα αντίστοιχα συνολικά κόστη ανά  $m^2$  (υλικών και εργατικά).

Πίνακας 6.2.2 Χαρακτηριστικά μονωτικών υλικών σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης.

	Υπάρχουσα κατάσταση	Μόνωση 50 [mm]	Μόνωση 80 [mm]	Μόνωση 100 [mm]
<b>U (W/(m<sup>2</sup>K))</b>		<b>EPS 60 &amp; EPS 200 (ζώνη υψηλής στεγάνωσης)</b>		
Εξωτερική τοιχοποιία	0,580			
	EPS 60	0,3318	0,2649	0,19
	EPS 200 - ισόγειο	0,3289	0,2614	0,2296
Δοκοί/Υποστρώματα	0,723			
	EPS 60	0,3752	0,2912	0,2533
<b>Κόστος (€/m<sup>2</sup>)</b>	EPS 60	83	87	88
	EPS 200	96	101	104

Συντελεστής θερμομικής αγωγιμότητας λ [W/m·K]	
EPS 60	0,039
EPS 200	0,032

### 6.2.2.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάσταση



**Εικόνα 6.2.9** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας (για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm).

Το κάθε σενάριο αντιστοιχεί σε διαφορετικό πάχος μονωτικού υλικού. Η πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση προκύπτει από τις ετήσιες ενεργειακές καταναλώσεις πολλαπλασιαζόμενες με τους αντίστοιχους συντελεστές πρωτογενούς ενέργειας.

Όπως προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα αποτελεσμάτων, με την επέμβαση της εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας έχει επέλθει αναβάθμιση στην ενεργειακή κατάσταση και για τα τρία πάχη μόνωσης (**κατηγορία Δ**).

Σενάριο 1 (πάχος μονωτικού 50mm) – Απόδοση =  $150,2/82,7 = 1,82$

Σενάριο 2 (πάχος μονωτικού 80mm) – Απόδοση =  $147,9/82,7 = 1,79$

Σενάριο 3 (πάχος μονωτικού 100mm) – Απόδοση =  $146,9/82,7 = 1,78$

Όπως ήταν αναμενόμενο, τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας την παρουσιάζει το 3<sup>ο</sup> σενάριο (πάχος μονωτικού 100mm) ύψους 12,2 kWh/m<sup>2</sup>, ακολουθεί το 2<sup>ο</sup> σενάριο (πάχος μονωτικού 80mm) με 11,1 kWh/m<sup>2</sup>, και τη λιγότερη εξοικονόμηση παρουσιάζει το 1<sup>ο</sup> σενάριο με 8,9 kWh/m<sup>2</sup>.

Οι τομείς πρωτογενούς ενέργειας που παρουσιάζουν μείωση με αυτή την επέμβαση αφορούν στη θέρμανση και την ψύξη, ενώ οι καταναλώσεις σε ZNX όπως είναι λογικό παραμένουν ανεπηρέαστες σε σχέση με το υπάρχον κτήριο.



Πιο συγκεκριμένα, στη θέρμανση εξοικονομούνται 7,8 kWh/m<sup>2</sup> για το 1<sup>ο</sup> σενάριο, 9,8 kWh/m<sup>2</sup> για το 2<sup>ο</sup> σενάριο, και 10,7 kWh/m<sup>2</sup> για το 3<sup>ο</sup> σενάριο.

Στον τομέα της ψύξης εξοικονομούνται 1 kWh/m<sup>2</sup> για το 1<sup>ο</sup> σενάριο, 1,3 kWh/m<sup>2</sup> για το 2<sup>ο</sup> σενάριο, και 1,4 kWh/m<sup>2</sup> για το 3<sup>ο</sup> σενάριο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται για κάθε σενάριο οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις ανά μήνα και συνολικά. Οι καταναλώσεις στον ηλεκτρισμό προκύπτουν από τις ετήσιες καταναλώσεις σε ψύξη, ηλεκτρισμό και κυκλοφορητές, ενώ οι καταναλώσεις σε πετρέλαιο προκύπτουν από τις καταναλώσεις σε θέρμανση (αφαιρώντας 0,5 kWh/m<sup>2</sup> για τον κυκλοφορητή).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\εξωτερική θερμομόνωση.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2  
 Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαί.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	8,9	7,1	4,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,5	29,5
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,0	14,2	13,6	2,9	0,0	0,0	0,0	41,1
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαί.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	14,4	11,5	7,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	10,5	47,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	9,0	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	0,5	3,1	5,1	4,9	1,0	0,0	0,0	0,0	14,5
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	16,4	13,3	9,7	2,4	2,0	4,3	6,3	6,1	2,2	1,5	4,5	12,4	81,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
► Ηλεκτρισμός	34,0	33,6
Πετρέλαιο	47,0	12,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	81,0	46,0

Εικόνα 6.2.10 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 50mm (σενάριο 1)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\εξωτερική θερμομόνωση.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλω

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	8,6	6,9	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,3	28,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,0	14,1	13,5	2,9	0,0	0,0	0,0	40,8
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	13,9	11,1	7,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,1	45,7
Ηλεκτρική 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	0,5	3,0	5,1	4,9	1,0	0,0	0,0	0,0	14,4
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,9	12,9	9,3	2,3	2,0	4,3	6,2	6,0	2,2	1,5	4,4	12,0	79,1

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
► Ηλεκτρισμός	33,9	33,5
Πετρέλαιο	45,2	11,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκική	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	79,1	45,5

Εικόνα 6.2.11 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 80mm (σενάριο 2)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\εξωτερική θερμομόνωση.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλω

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	8,5	6,8	4,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,2	27,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,0	14,0	13,4	2,9	0,0	0,0	0,0	40,7
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Αпр.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	13,6	10,9	7,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	9,9	44,8
Ηλεκτρική 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	0,5	3,0	5,1	4,9	1,0	0,0	0,0	0,0	14,4
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,7	12,7	9,2	2,3	2,0	4,3	6,2	6,0	2,2	1,5	4,3	11,8	78,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
► Ηλεκτρισμός	33,8	33,4
Πετρέλαιο	44,4	11,7
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτική	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	78,2	45,1

Εικόνα 6.2.12 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας πάχους 100mm (σενάριο 3).

Με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας, οι ενεργειακές απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη μειώνονται, και κατ' επέκταση μειώνονται και οι αντίστοιχες καταναλώσεις. Όσο αυξάνεται το πάχος του μονωτικού, μεγαλώνει η διαφορά στην μείωση.

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Εξοικονόμηση και κόστη						
► Λειτουργικό κόστος (€)		2.879,5	4.471,7	4.121,7	4.032,8	3.991,7
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				30.344,2	31.827,6	32.297,1
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				8,9	11,1	12,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				5,6	7,0	7,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				6,7	5,6	5,2
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				2,2	2,8	3,1
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				86,7	72,5	67,3

**Εικόνα 6.2.13** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας.

Παράλληλα με τις μειώσεις στην κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, παρουσιάζονται και αντίστοιχες μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Πιο συγκεκριμένα, αν εφαρμοστεί εξωτερική θερμομόνωση:

- πάχους 50mm εξοικονομούνται 2,2 kg/m<sup>2</sup>
- πάχους 80mm εξοικονομούνται 2,8 kg/m<sup>2</sup>
- πάχους 100mm εξοικονομούνται 3,1 kg/m<sup>2</sup>

Εξετάζοντας την επέμβαση μεμονωμένα, και δεδομένου ότι η κατοικία ήταν μεν σε χαμηλό επίπεδο μόνωσης αλλά όχι στο κατώτερο, δεν σημειώθηκαν σημαντικές μειώσεις στην κατανάλωση ενέργειας και στις εκπομπές CO<sub>2</sub>, και γι' αυτό και η περίοδος αποπληρωμής όπως την υπολογίζει το λογισμικό καθιστά απαγορευτική μια τέτοια επέμβαση. Αυτό ωστόσο που αξίζει να σημειωθεί με βάση τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης είναι ότι αν και το 3<sup>ο</sup> σενάριο έχει λίγο μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης (λόγω κόστους υλικών), αποσβένεται πιο γρήγορα σε σχέση με τα άλλα σενάρια, χάρη στην μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας που πετυχαίνει. Συνεπώς, συμφέρει καλύτερα να εφαρμόσει κανείς σε μια αμόνωτη ή μερικώς μονωμένη κατοικία, όσο το δυνατόν μεγαλύτερο πάχος μονωτικού υλικού, αφού η μόνη διαφορά έγκειται στο κόστος των υλικών, ενώ τα εργατικά παραμένουν ίδια.

### 6.2.3 Θερμομόνωση δώματος - ταράτσας

Όπως παρουσιάστηκε στην περιγραφή του κτηρίου της μελέτης περίπτωσης, αν και το κτήριο από πλευράς μόνωσης δεν υστερεί προβληματικά, ωστόσο ο συντελεστής θερμοπερατότητας που χαρακτηρίζει την οροφή είναι μεγαλύτερος από τον μέγιστο επιτρεπτό, σύμφωνα με τον KENAK, που ισχύει για το κτήριο αναφοράς.

Ισχύει, δηλαδή, για την οροφή:

$$U_{\text{υπάρχοντος κτηρίου}} = 0,464 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{max}} = 0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Συνεπώς, μία επέμβαση που θα πρέπει να εξεταστεί είναι η προσθήκη εξωτερικής θερμομόνωσης στην οροφή του κτηρίου ( $U < U_{\text{max}}$ ).

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τη θερμοπρόσοψη και ακολουθεί η εφαρμογή των αντίστοιχων σεναρίων.

## **Θεωρητικό Μέρος**

Θερμομόνωση δώματος ενός κτηρίου είναι η τοποθέτηση θερμομόνωσης πάνω από την πλάκα σκυροδέματος του τελευταίου ορόφου του κτηρίου.

Η ταράτσα ενός κτηρίου είναι εκείνο το στοιχείο του εξωτερικού κελύφους του κτηρίου που δέχεται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις από τις θερμοκρασιακές μεταβολές του περιβάλλοντος σε όλες τις καιρικές συνθήκες. Η επιλογή της κατάλληλης θερμομόνωσης σε ένα κτήριο γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την υπάρχουσα θερμομονωτική του επάρκεια (για παλαιό κτήριο) ή την ενεργειακή μελέτη (νέο κτήριο) σε συνδυασμό με την κλιματική ζώνη (περιοχή) που βρίσκεται το κτήριο, τη χρήση του και τα δομικά στοιχεία που αποτελείται. Η θερμομόνωση του δώματος πρέπει πάντα να γίνεται σε συνδυασμό με την στεγανοποίηση του δώματος με κατάλληλες μεθόδους στεγανοποίησης.

Η θερμομόνωση των επιστεγάσεων είναι σημαντικά αποδοτική για τον περιορισμό των θερμικών απωλειών, ιδιαίτερα για κτήρια χαμηλού ύψους και αποτελεί την καλύτερη λύση διότι εκμεταλλεύεται πλήρως την θερμοχωρητικότητα της πλάκας σκυροδέματος που αποτελεί την υποδομή της μόνωσης.

Στις περιπτώσεις υφιστάμενων κτηρίων 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.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι δώματος ανάλογα με την σειρά των στρώσεων των υλικών μόνωσης σε αυτά:

- i. η συμβατική μόνωση δώματος (συμβατικό δώμα) και
- ii. η αντεστραμμένη μόνωση δώματος (αντεστραμμένο δώμα).

Επιλέγεται το κατάλληλο θερμομονωτικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στο σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης δώματος. Τα κυριότερα θερμομονωτικά υλικά που είναι κατάλληλα για τη μόνωση δώματος είναι η διογκωμένη πολυστερίνη (EPS) , η διογκωμένη πολυστερίνη εμπλουτισμένη με γραφίτη (EPS-F NEOPOR), η αφρώδης εξηλασμένη πολυστερίνη (XPS) και ο πετροβάμβακας. Η επιλογή του θερμομονωτικού υλικού και του πάχους αυτού είναι συνδυασμός πολλών παραγόντων και στηρίζεται στις απαιτήσεις της ενεργειακής μελέτης του κτηρίου.

**Πίνακας 6.2.3** Στάδια κατασκευής συμβατικής και αντεστραμμένης μόνωσης δώματος (Πηγή: ΕΡΓΟΤΖΕΤ - Τεχνική Ενεργειακή)

Συμβατική μόνωση δώματος	Αντεστραμμένη μόνωση δώματος
Μόνωση κατά την οποία η θερμομονωτική στρώση βρίσκεται ΚΑΤΩ από την στρώση στεγανοποίησης της μόνωσης.	Μόνωση κατά την οποία η θερμομονωτική στρώση βρίσκεται ΠΑΝΩ από την στρώση στεγανοποίησης της μόνωσης.
<p><b>1. Φράγμα υδρατμών</b></p> <p>Ακριβώς πάνω από την πλάκα σκυροδέματος του τελευταίου ορόφου δημιουργείται μια επιφάνεια από ασφαλτικό ή τσιμεντοειδές υλικό με σκοπό την να αποτραπεί η συμπύκνωση των υδρατμών που διαχέονται από το εσωτερικό του κτηρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον. Οι διαχεόμενοι υδρατμοί παραμένουν στο σημείο του φράγματος υδρατμών σε αέρια μορφή χωρίς να δημιουργούν προβλήματα υγρασίας στο δομικό στοιχείο.</p>	<p><b>1. Στρώση κλίσεων</b></p> <p>Διαστρώνεται ελαφροσκυρόδεμα με σκοπό την δημιουργία κατάλληλων κλίσεων στην άνω επιφάνεια της μόνωσης για την απομάκρυνση των νερών που πέφτουν σε αυτή.</p>
<p><b>2. Θερμομονωτική στρώση</b></p> <p>Χρησιμοποιούνται θερμομονωτικά υλικά όπως η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη, η πολυουρεθάνη κλπ.. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού γίνεται ανάλογα με την θερμομονωτική ικανότητα που θέλουμε να δώσουμε στο κτήριο και την αντοχή του όσον αφορά τα υπερκείμενα από αυτό βάρη των επόμενων στρώσεων της μόνωσης.</p>	<p><b>2. Στεγανοποιητική στρώση</b></p> <p>Διαστρώνεται σε όλη την επιφάνεια του δώματος στεγανοποιητική μεμβράνη είτε από ασφαλτόπανο είτε από PVC είτε από ειδικά επαληπτικά στεγανωτικά υλικά. Στόχος η φραγή της εισχώρησης νερών στην μόνωση.</p>
<p><b>3. Προστατευτικό φύλλο από την υγρασία</b></p> <p>η θερμομονωτική στρώση που αναφέραμε προηγουμένως πρέπει απαραίτητα να προστατευτεί από τα νερά του κονιάματος ρύσεων της επόμενης στρώσης. Σύνηθες προστατευτικό φύλλο είναι το φύλλο πολυαιθυλενίου.</p>	<p><b>3. Γεωφύσασμα</b></p> <p>ως προστατευτική στρώση.</p>
<p><b>4. Στρώση κλίσεων</b></p> <p>Διαστρώνεται ελαφροσκυρόδεμα με σκοπό την δημιουργία κατάλληλων κλίσεων στην άνω επιφάνεια της μόνωσης για την απομάκρυνση των νερών που πέφτουν σε αυτή.</p>	<p><b>4. Θερμομονωτική στρώση</b></p> <p>Χρησιμοποιούνται θερμομονωτικά υλικά όπως η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη, η πολυουρεθάνη κλπ.. Η επιλογή του κατάλληλου υλικού γίνεται ανάλογα με την θερμομονωτική ικανότητα που θέλουμε να δώσουμε στο κτήριο και την αντοχή του όσον αφορά τα υπερκείμενα από αυτό βάρη των επόμενων στρώσεων της μόνωσης.</p>
<p><b>5. Στεγανοποιητική στρώση</b></p> <p>Διαστρώνεται σε όλη την επιφάνεια του δώματος στεγανοποιητική μεμβράνη είτε από ασφαλτόπανο είτε από PVC είτε από ειδικά επαληπτικά στεγανωτικά υλικά. Στόχος η φραγή της εισχώρησης νερών στην μόνωση.</p>	<p><b>5. Προστατευτικό φύλλο (γεωφύσασμα)</b></p> <p>Η θερμομονωτική στρώση που αναφέραμε προηγουμένως πρέπει απαραίτητα να προστατευτεί από ρύπους και υλικά που μπορεί να την καταστρέψουν.</p>
<p><b>6. Τελική στρώση μόνωσης</b></p>	<p><b>6. Τελική στρώση μόνωσης</b></p>

<p>Αυτή είναι η τελευταία στρώση της μόνωσης που έχει και την απευθείας επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον του κτηρίου. Ταυτόχρονα αποτελεί και προστασία της υποκείμενης στεγανοποιητικής στρώσης. Όταν το δώμα είναι βατό και χρησιμοποιούμενο η τελευταία στρώση γίνεται με κεραμικά πλακάκια ή μάρμαρα ή ταρατσόπλακες επί τσιμεντοκονιάματος με μεγάλες αντοχές στην συστολή - διαστολή. Όταν το δώμα δεν είναι βατό μπορεί να γίνει από βότσαλα.</p>	<p>Αυτή είναι η τελευταία στρώση της μόνωσης που έχει και την απευθείας επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον του κτηρίου. Όταν το δώμα είναι βατό και χρησιμοποιούμενο η τελευταία στρώση γίνεται με κεραμικά πλακάκια ή μάρμαρα ή ταρατσόπλακες επί τσιμεντοκονιάματος με μεγάλες αντοχές στην συστολή - διαστολή.</p>
--	---

### 6.2.3.1 Εφαρμογή 3<sup>ου</sup> σεναρίου

Στην παρούσα διπλωματική, καθώς η οροφή της μελετώμενης κατοικίας δεν έχει προβληματική στεγάνωση, θα εξεταστεί η περίπτωση του αντεστραμμένου δώματος με την επιλογή της εξηλασμένης πολυστερίνης για δώματα MARSIPUS XPS (RF) από την εταιρία ESHA.

Θα εξεταστούν τρεις περιπτώσεις μόνωσης οροφής:

- για πάχος μόνωσης 50 mm
- για πάχος μόνωσης 80 mm
- για πάχος μόνωσης 100 mm

Καθώς η χρηματική διαφορά για τα δύο πάχη μόνωσης δεν είναι σημαντική, έχει ενδιαφέρον να εξετάσουμε αν υπάρχει σημαντική διαφορά στην ενεργειακή εξοικονόμηση.

Στο υπάρχον κτήριο ο συντελεστής θερμοπερατότητας της οροφής έχει υπολογιστεί ίσος με  $U = 0,464 \text{ W/m}^2\text{K}$ , ο οποίος είναι μεγαλύτερος από τον μέγιστο επιτρεπτό για την κλιματική ζώνη Β ( $U_{\max}=0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).

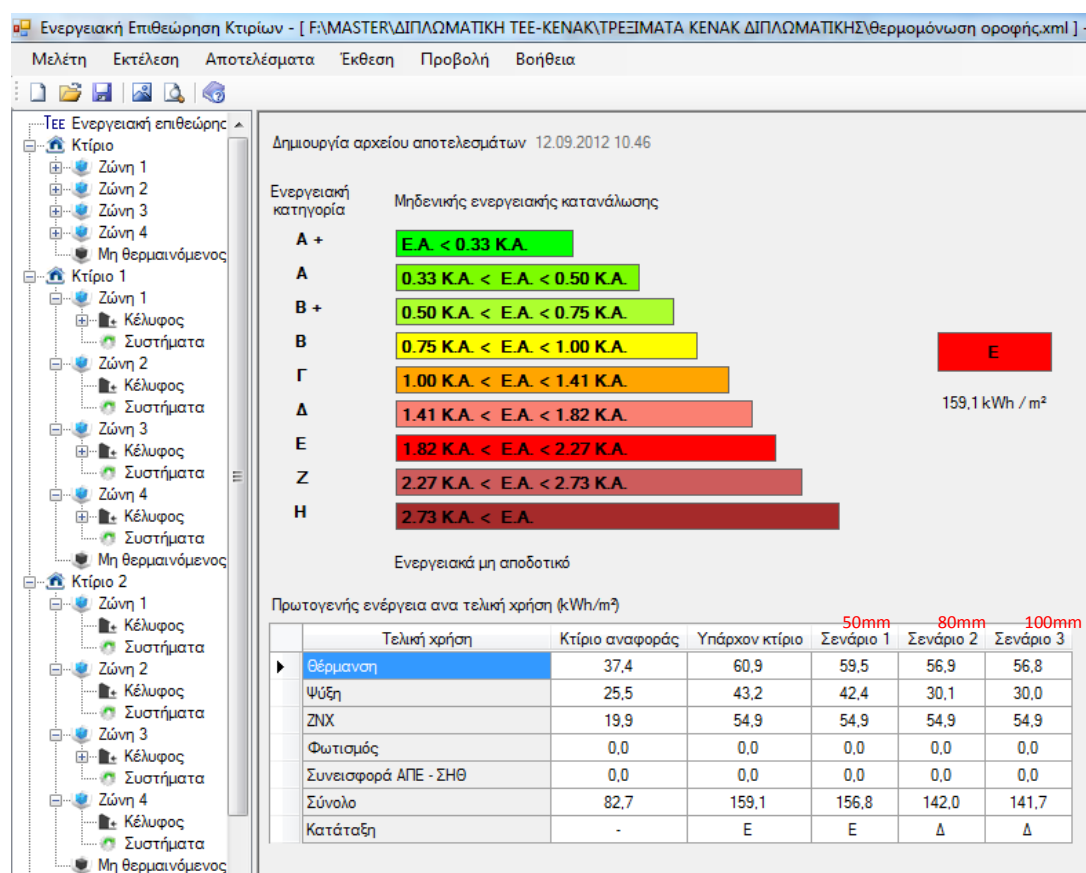
Στον ακόλουθο πίνακα παρουσιάζονται οι συντελεστές θερμοπερατότητας και τα συνολικά κόστη ανά  $\text{m}^2$  (υλικών και εργατικών) για το κάθε πάχος μονωτικού υλικού.

**Πίνακας 6.2.4** Σενάρια μόνωσης οροφής - Χαρακτηριστικά

	Υπάρχουσα κατάσταση	Μόνωση 50 mm	Μόνωση 80 mm	Μόνωση 100 mm
<b>Υλικό</b>		Εξηλασμένη πολυστερίνη Δωμάτων - Marsipus XPS (RF)		
<b>U (W/(m<sup>2</sup>K))</b>	0,464	0,2576	0,2034	0,1784
<b>Κόστος (€/m<sup>2</sup>)</b>		92,34	100,79	107,87



### 6.2.3.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.14** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής (πάχη 50mm, 80mm, 100mm)

Το κάθε σενάριο αντιστοιχεί σε διαφορετικό πάχος μονωτικού υλικού. Και στις τρεις περιπτώσεις παρατηρείται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας, ωστόσο μόνο τα σενάρια 2 και 3 καταφέρνουν να ανέβουν στην ενεργειακή κατάταξη (κατηγορία Δ), σε αντίθεση με το 1<sup>ο</sup> σενάριο που παραμένει στην ίδια κατηγορία (κατηγορία E).

Σενάριο 1 (πάχος μονωτικού 50mm) – Απόδοση = 1,90

Σενάριο 2 (πάχος μονωτικού 80mm) – Απόδοση = 1,72

Σενάριο 3 (πάχος μονωτικού 100mm) – Απόδοση = 1,71

Η συνολικά εξοικονομούμενη πρωτογενής ενέργεια είναι 2,2 kWh/m<sup>2</sup> για το 1<sup>ο</sup> σενάριο, ενώ για το 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> ανεβαίνει στις 17,3 kWh/m<sup>2</sup> και 17,5 kWh/m<sup>2</sup> αντίστοιχα. Η αύξηση του μονωτικού υλικού παρατηρούμε ότι δίνει πολύ καλύτερη εξοικονόμηση, και από τη στιγμή που ο συντελεστής θερμοπερατότητας του υπάρχοντος κτηρίου έχει μικρή διαφορά με τον μέγιστο επιτρεπτό, ήταν αναμενόμενο πως θα υπήρχαν καλύτερα αποτελέσματα με αυξημένη τη διαφορά στους συντελεστές θερμοπερατότητας (μεγαλύτερο πάχος μονωτικού).

Ο τομέας της θέρμανσης παρουσίαση μικρή πτώση στην πρωτογενή ενέργεια ανά τελική χρήση, της τάξης των 1,4 kWh/m<sup>2</sup> για το 1<sup>ο</sup> σενάριο, 4 kWh/m<sup>2</sup> για το 2<sup>ο</sup> σενάριο και 4,1 kWh/m<sup>2</sup> για το 3<sup>ο</sup>.

Στην ψύξη παρατηρούνται μεγαλύτερες μειώσεις, κυρίως για τα σενάρια 2 και 3. Πιο συγκεκριμένα, με το 1<sup>ο</sup> σενάριο εξοικονομούνται 0,8 kWh/m<sup>2</sup>, ενώ με το 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> εξοικονομούνται 13,1 kWh/m<sup>2</sup> και 13,2 kWh/m<sup>2</sup> αντίστοιχα.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις για το κάθε σενάριο πάχους μονωτικού υλικού, μαζί με τις καταναλώσεις καυσίμων και τις εκπομπές CO<sub>2</sub>.

Οι μειώσεις στις απαιτήσεις σε θέρμανση και ψύξη έχουν αντίτυπο και στις ενεργειακές καταναλώσεις, και τελικά και στις καταναλώσεις καυσίμων. Ο ηλεκτρισμός προκύπτει από τις καταναλώσεις σε ψύξη, ΖΝΧ και κυκλοφορητές, και το πετρέλαιο από τις καταναλώσεις σε θέρμανση.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\Θερμομόνωση οροφής.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλω

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9.9	8.0	5.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	7.3	33.2
Ψύξη	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	9.0	14.5	13.9	2.8	0.0	0.0	0.0	41.6
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
ΖΝΧ	1.8	1.7	1.8	1.6	1.4	1.1	1.0	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	17.1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16.0	12.9	8.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	11.7	53.5
Ηλεκτρική 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	3.1	5.3	5.1	1.0	0.0	0.0	0.0	14.8
ΖΝΧ	2.0	1.8	2.0	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.2	1.5	1.7	1.9	18.9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Φωτισμός	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	18.0	14.7	10.7	2.5	2.0	4.3	6.4	6.2	2.2	1.5	5.0	13.7	87.3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	34.2	33.8
Πετρέλαιο	53.1	14.0
Φυσικό αέριο	0.0	0.0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0.0	0.0
Ηλεκική	0.0	0.0
Βιομάζα	0.0	0.0
Γεωθερμία	0.0	0.0
Άλλο ΑΠΕ	0.0	0.0
Σύνολο	87.3	47.8

Εικόνα 6.2.15 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 50mm (σενάριο 1)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\θερμομόνωση οροφής.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,9	7,9	5,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,2	32,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,9	14,5	13,8	2,8	0,0	0,0	0,0	41,3
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	15,3	12,4	8,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	11,2	51,3
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	0,3	2,2	3,8	3,6	0,7	0,0	0,0	0,0	10,5
ZHX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,3	14,2	10,4	2,5	1,8	3,4	4,9	4,7	1,9	1,5	4,9	13,2	80,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	29,8	29,5
Πετρέλαιο	50,9	13,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	80,7	42,9

Εικόνα 6.2.16 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 80mm (σενάριο 2)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\θερμομόνωση οροφής.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
  - Ζώνη 2
  - Ζώνη 3
  - Ζώνη 4
  - Μη θερμαινόμενος κώ
- Κτίριο 2
  - Ζώνη 1
  - Ζώνη 2
  - Ζώνη 3
  - Ζώνη 4
  - Κέλφος
  - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος κώ
- Κτίριο 3
  - Ζώνη 1
  - Ζώνη 2
  - Ζώνη 3
  - Ζώνη 4
  - Μη θερμαινόμενος κώ

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,8	7,9	5,4	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,2	32,8
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,9	14,4	13,8	2,8	0,0	0,0	0,0	41,2
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	15,3	12,3	8,4	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	11,2	51,1
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	0,3	2,2	3,8	3,6	0,7	0,0	0,0	0,0	10,5
ZHX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,3	14,2	10,4	2,5	1,8	3,4	4,9	4,7	1,9	1,5	4,9	13,1	80,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	29,8	29,5
Πετρέλαιο	50,7	13,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	80,6	42,9

Εικόνα 6.2.17 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για θερμομόνωση οροφής με πάχος μονωτικού 100mm (σενάριο 3)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-KENAK\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\θερμομόνωση οροφής.xml ] - [ Οικονομοτεχνική ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

- Ζώνη 1
- Ζώνη 2
- Ζώνη 3
- Ζώνη 4
- Μη θερμαινόμενος

Κτίριο 1

- Ζώνη 1
- Κέλυφος
- Συστήματα
- Ζώνη 2
- Κέλυφος
- Συστήματα

Κόστος και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
► Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	4.395,9	4.048,2	4.040,4
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			11.112,2	12.129,1	12.981,1
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			2,2	17,1	17,3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			1,4	10,8	10,9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			9,8	1,4	1,5
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )			0,6	5,5	5,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			146,6	28,6	30,1

**Εικόνα 6.2.18** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής.

Με βάση τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης, παρατηρείται ότι τόσο από πλευράς επένδυσης όσο και από πλευρά εξοικονόμησης ενέργειας, ο προσανατολισμός θα πρέπει να είναι σε πάχη μόνωσης  $\geq 80\text{mm}$ , καθώς για πάχος  $50\text{mm}$  δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά με το υπάρχον κτήριο. Αυτό οφείλεται και στο γεγονός ότι η θερμομόνωση οροφής αφορά κυρίως τη θερμική ζώνη 4, και στο γεγονός ότι η επιφάνεια οροφής σε σχέση με το υπόλοιπο κτηριακό κέλυφος είναι μικρότερη.

Αξίζει να αναφερθεί πάντως, πως εφόσον μια τέτοια επέμβαση εξεταζόταν μεμονωμένα, κάποιος θα πρότεινε τη λύση των  $80\text{mm}$ , καθώς η διαφορά με τα  $100\text{mm}$  από πλευράς εξοικονόμησης είναι πολύ μικρή, ενώ επενδυτικά αποσβένεται γρηγορότερα. Βέβαια, η λύση της εξωτερικής θερμομόνωσης οροφής εξακολουθεί να αποτελεί μια ακριβή λύση, και για αυτό στη συνέχεια θα εξεταστεί σε συνδυασμό με την εξωτερική θερμοπρόσοψη, και αργότερα μαζί και με άλλες επεμβάσεις.

Συγκριτικά, οι επεμβάσεις της θερμομόνωσης εξωτερικής τοιχοποιίας και οροφής μπορούν να αποτυπωθούν στον παρακάτω πίνακα.

**Πίνακας 6.2.5** Συγκριτική αποτύπωση αποτελεσμάτων οικονομοτεχνικής ανάλυσης για θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής.

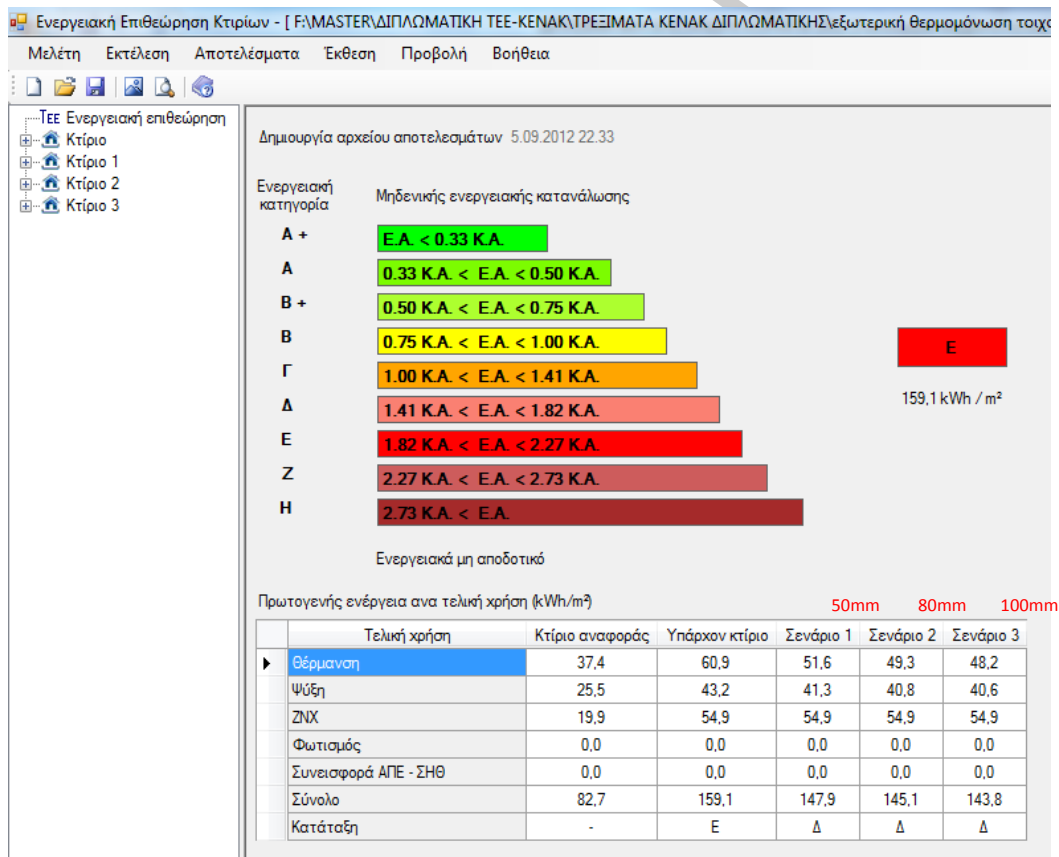
Πάχος μόνωσης	50 mm		80 mm		100 mm	
	Τοιχοποιία	Οροφή	Τοιχοποιία	Οροφή	Τοιχοποιία	Οροφή
Απόδοση	$150,2/82,7 = 1,82$	$156,8/82,7 = 1,90$	$147,9/82,7 = 1,79$	$142,0/82,7 = 1,72$	$146,9/82,7 = 1,78$	$141,7/82,7 = 1,71$
Κατάταξη	(Δ)	(Ε)	(Δ)	(Δ)	(Δ)	(Δ)
Εξοικονόμηση ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	8,9	2,2	11,1	17,3	12,2	17,5
Μείωση CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	2,2	0,6	2,8	5,5	3,1	5,5
Έτη	86,7	146,6	72,5	28,6	67,3	30,1

### 6.2.3.3 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη Εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής

Είναι χρήσιμο να εξεταστεί η ταυτόχρονη εφαρμογή της θερμοπρόσοψης μαζί με τη θερμομόνωση οροφής, καθώς σπάνια επιλέγεται η μόνωση εξωτερικής τοιχοποιίας χωρίς να συνοδευτεί και από εξωτερική θερμομόνωση οροφής. Εξετάζονται οι περιπτώσεις 3 σεναρίων:

- Θερμοπρόσοψη και εξωτερική θερμομόνωση οροφής με πάχη μονωτικών υλικών 50mm
- Θερμοπρόσοψη και εξωτερική θερμομόνωση οροφής με πάχη μονωτικών υλικών 80mm
- Θερμοπρόσοψη και εξωτερική θερμομόνωση οροφής με πάχη μονωτικών υλικών 100mm

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν θα είναι τα ίδια με τα σενάρια των παραγράφων 6.1 και 6.2. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή τους στο λογισμικό παρουσιάζονται παρακάτω.



Εικόνα 6.2.19 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm)

Με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής η ενεργειακή κατάταξη και για τα τρία σενάρια αναβαθμίζεται στην κατηγορία Δ, χάρη στη μείωση της πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση στους τομείς της θέρμανσης και της ψύξης.

Σενάριο 1 (πάχος μόνωσης 50mm) – Απόδοση = 1,79

Σενάριο 2 (πάχος μόνωσης 80mm) – Απόδοση = 1,75

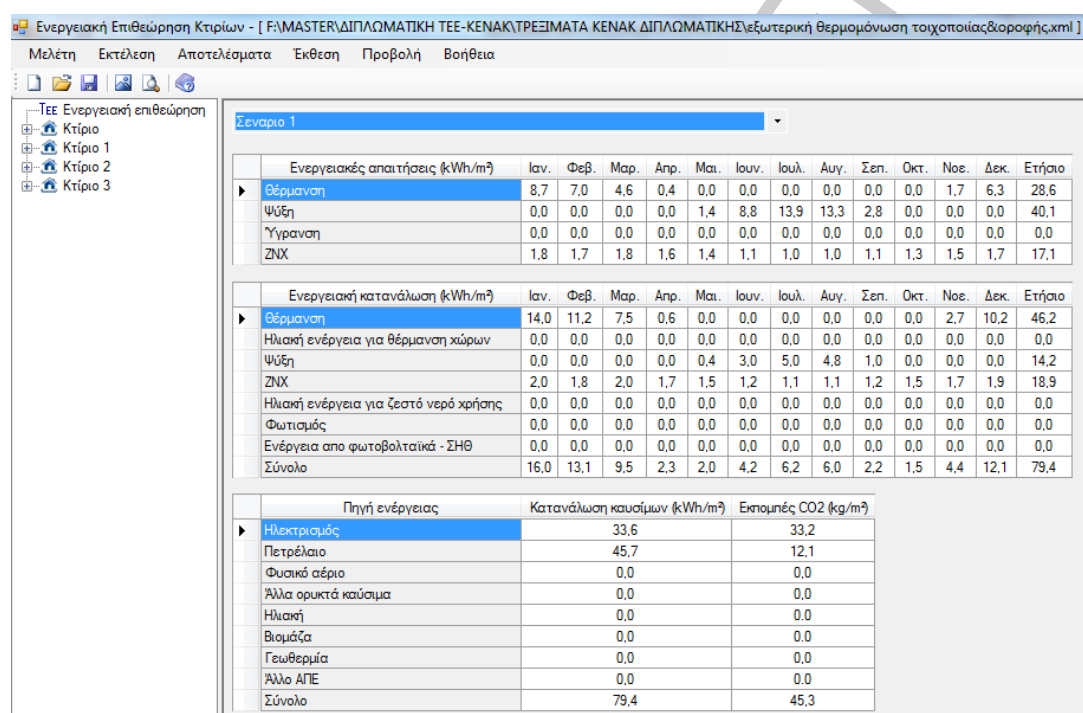
Σενάριο 3 (πάχος μόνωσης 100mm) – Απόδοση = 1,74

Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας παρατηρείται για το 3<sup>ο</sup> σενάριο των 100mm πάχους μόνωσης. Πιο συγκεκριμένα, η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας για τα σενάρια 1-2-3 είναι 11,2 kWh/m<sup>2</sup> – 14 kWh/m<sup>2</sup> – 15,3 kWh/m<sup>2</sup> αντίστοιχα.

Ο τομέας της θέρμανσης έχει συμβάλει περισσότερο και συγκεκριμένα η εξοικονόμηση είναι κατ' αντιστοιχία σεναρίων 9,3 kWh/m<sup>2</sup> – 11,6 kWh/m<sup>2</sup> – 12,7 kWh/m<sup>2</sup>.

Για την ψύξη, οι αντίστοιχες μειώσεις είναι 1,9 kWh/m<sup>2</sup>– 2,4 kWh/m<sup>2</sup>– 2,6 kWh/m<sup>2</sup>.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται για το κάθε σενάριο οι μειώσεις στις απαιτήσεις, τις ενεργειακές καταναλώσεις και κατ' επέκταση στις καταναλώσεις καυσίμων.



Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	8,7	7,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,3	28,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,8	13,9	13,3	2,8	0,0	0,0	0,0	40,1
Υγραση	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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )													
	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
► Θέρμανση	14,0	11,2	7,5	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	10,2	46,2
Ηλεκτρική 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	3,0	5,0	4,8	1,0	0,0	0,0	0,0	14,2
ZHX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	16,0	13,1	9,5	2,3	2,0	4,2	6,2	6,0	2,2	1,5	4,4	12,1	79,4

Πηγή ενέργειας		
	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
► Ηλεκτρισμός	33,6	33,2
Πετρέλαιο	45,7	12,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκική	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	79,4	45,3

Εικόνα 6.2.20 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 1ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (50mm)



Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής.xml ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,7	13,1	2,8	0,0	0,0	0,0	39,6
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	13,4	10,7	7,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	9,7	44,1
Ηλεκτρική 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	3,0	5,0	4,8	1,0	0,0	0,0	0,0	14,1
ΖΝΧ	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,4	12,6	9,1	2,3	2,0	4,2	6,1	5,9	2,2	1,5	4,2	11,6	77,1

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	33,5	33,1
Πετρέλαιο	43,6	11,5
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτρισμός	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	77,1	44,6

Εικόνα 6.2.21 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 2ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (80mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής.xml ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,2	6,5	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,9	26,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,6	13,0	2,8	0,0	0,0	0,0	39,4
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	13,1	10,5	7,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	9,5	43,1
Ηλεκτρική 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	2,9	4,9	4,7	1,0	0,0	0,0	0,0	14,0
ΖΝΧ	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,2	12,3	8,9	2,3	2,0	4,2	6,1	5,9	2,2	1,5	4,1	11,4	76,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	33,4	33,0
Πετρέλαιο	42,6	11,2
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτρισμός	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	76,0	44,3

Εικόνα 6.2.22 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων 3ου σεναρίου εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (100mm)

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Εξοικονόμηση και κόστη						
► Λειτουργικό κόστος (€)		2.879,5	4.471,7	4.044,5	3.937,3	3.887,3
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				41.415,5	44.704,0	45.173,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				11,2	14,0	15,3
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				7,1	8,8	9,6
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				7,3	6,3	5,8
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				2,9	3,6	3,9
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				96,9	83,7	77,3

**Εικόνα 6.2.23** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης των τριών σεναρίων εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής (πάχη μονωτικού 50mm, 80mm, 100mm)

Με βάση τα αποτελέσματα της οικονομοτεχνικής ανάλυσης, το σενάριο που πετυχαίνει την μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και την μικρότερη απόσβεση του αρχικού κόστους επένδυσης είναι το 3<sup>ο</sup> σενάριο (100mm μόνωση). Ωστόσο, εξακολουθεί να αποτελεί μια ασύμφορη οικονομικά επέμβαση, και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στο υψηλό αρχικό κόστος και στο γεγονός ότι το υπάρχον κτήριο από πλευράς μόνωσης δεν είναι στο χερίστο επίπεδο και γι' αυτό τα αποτελέσματα εξοικονόμησης δεν είναι τα τυπικά αναμενόμενα όπως θα ήταν σε μία «προβληματική» κατοικία. Σε μια τέτοια περίπτωση, το κόστος θα αποσβενόταν πολύ πιο γρήγορα και ίσως την καθιστούσε προτεινόμενη τελική λύση, ωστόσο στην παρούσα εργασία θα την εξετάσουμε στη συνέχεια σε συνδυασμό με άλλες επεμβάσεις, ώστε να αποτυπωθεί πώς το μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας συμβάλει στην γρηγορότερη απόσβεση της επένδυσης. Θα πρέπει επίσης να τονιστεί ότι, το συνολικό κόστος επένδυσης όπως υπολογίστηκε είναι αρκετά υψηλό και αν λάβουμε υπόψη πως ήδη το κόστος υλικών και εργατικών ολοένα και μειώνεται λόγω της οικονομικής συγκυρίας, θα έχει και αυτό αντίκτυπο στη μείωση του χρόνου απόσβεσης.

**Πίνακας 6.2.6** Συγκριτική αποτύπωση των αποτελεσμάτων της τεχνικής ανάλυσης θερμομόνωση ταυτόχρονα στα δυο δομικά στοιχεία

Πάχος μόνωσης	50 mm	80 mm	100 mm
Απόδοση	147,9/82,7 = <b>1,79</b>	145,1/82,7 = <b>1,75</b>	143,8/82,7 = <b>1,74</b>
Κατάταξη	(Δ)	(Δ)	(Δ)
Εξοικονόμηση ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ]	11,2	14	15,3
Μείωση CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	2,1	3,6	3,9
Έτη	96,9	83,7	77,3

## 6.2.4 Προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχοντα λέβητα

Δεδομένου ότι ο τομέας της θέρμανσης είναι αυτός που, συγκριτικά με το κτήριο αναφοράς, έχει τις μεγαλύτερες ενεργειακές καταναλώσεις, θα πρέπει να εξεταστούν επεμβάσεις που αφορούν το σύστημα.

Μια πρώτη επέμβαση χωρίς να αντικαταστήσουμε το υπάρχον σύστημα θέρμανσης (λέβητας πετρελαίου) είναι η αναβάθμιση των διατάξεων αυτοματισμού με την προσθήκη αντιστάθμισης. Το υπάρχον κτήριο, με βάση τον Πίνακα 5.5 της TOTEE-1, ανήκει στην κατηγορία Δ (χειροκίνητος έλεγχος λειτουργίας τερματικών μονάδων, δικτύου διανομής και κυκλοφορητών). Το κτήριο αναφοράς, βάσει των απαιτήσεων του ΚΕΝΑΚ, διαθέτει διατάξεις αυτομάτου ελέγχου που περιλαμβάνονται στην κατηγορία Γ (σύστημα αντιστάθμισης στον λέβητα).

Συνεπώς, θα πρέπει να εξεταστεί η περίπτωση όπου το σύστημα, σε αντιστοιχία με το κτήριο αναφοράς, αναβαθμίζεται με διατάξεις αυτομάτου ελέγχου στην κατηγορία Γ με την προσθήκη αντιστάθμισης στον υπάρχοντα λέβητα, ενώ ενδιαφέρον θα έχει και η εξέταση της περίπτωσης ακόμη μεγαλύτερης αναβάθμισης με εγκατάσταση συστήματος θερμιδομέτρησης στις τερματικές μονάδες κάθε θερμικής ζώνης, το οποίο αντιστοιχεί στην κατηγορία Β του Πίνακα 5.5 της TOTEE-1.

Στη συνέχεια περιγράφεται το θεωρητικό κομμάτι της αντιστάθμισης, και ακολουθεί η εφαρμογή των σεναρίων.

### Θεωρητικό Μέρος

Με τον όρο αντιστάθμιση, στις εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης με νερό ως μέσο μεταφοράς της θερμότητας, εννοούμε τη λειτουργία ρύθμισης της θερμοκρασίας προσαγωγής του θερμού νερού ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Πρόκειται για ένα αυτόματο σύστημα το οποίο μέσω ενός ελεγκτή παρακολουθεί τις καιρικές συνθήκες, καθώς και τη θερμοκρασία νερού του λέβητα και προγραμματίζει τη λειτουργία της θέρμανσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, ρυθμίζοντας κατάλληλα τη θερμοκρασία προσαγωγής του νερού. Η αντιστάθμιση εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδιας θέρμανσης και σε εγκαταστάσεις συνδυαστικής λειτουργίας αυτών με ηλιακή ενέργεια.

Ιδιαίτερα κατά τους φθινοπωρινούς και ανοιξιάτικους μήνες, και ενώ λειτουργεί η κεντρική θέρμανση του κτηρίου, παρατηρείται συχνά περιοδική αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας χώρου η οποία υπερβαίνει σημαντικά τα όρια άνεσης των ανθρώπων που ζουν ή εργάζονται σε αυτόν. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται στην έλλειψη αντιστάθμισης στην εγκατάσταση θέρμανσης και επιφέρει έλλειψη άνεσης και σπατάλη χρημάτων.

Η αιτία βρίσκεται στο ότι η ισχύς των σωμάτων που τοποθετούνται σε ένα χώρο υπολογίζεται ώστε να μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες θέρμανσης, όταν στο περιβάλλον επικρατούν οι αντιξοότερες συνθήκες. Βέβαια οι συνθήκες αυτές στη διάρκεια της χειμερινής περιόδου θα επικρατήσουν ελάχιστες φορές ή και καθόλου. Αυτό σημαίνει ότι, αν η θερμοκρασία δεν ελέγχεται από ένα θερμοστάτη χώρου, όπως π.χ. σε μια πολυκατοικία χωρίς αυτονομία, οι χώροι θα υπερθερμαίνονται, με αποτέλεσμα τη σημαντική απώλεια θερμικής ενέργειας. Δεν είναι λίγες οι φορές που σε πολυκατοικίες χωρίς αυτονομία, όπου η εγκατάσταση λειτουργεί με χρονοδιακόπτη, οι κάτοικοι των διαμερισμάτων να ανοίγουν τα

παράθυρα για να μειώσουν τη θερμοκρασία του χώρου τους, ενώ ελάχιστοι είναι αυτοί που κλείνουν τους διακόπτες των σωμάτων, όπως είναι το σωστό.

Τα διάφορα συστήματα αντιστάθμισης έχουν σαν αποστολή την αυξομείωση της ισχύος των θερμαντικών σωμάτων ανάλογα με τις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος. Όπως μας είναι γνωστό, η ισχύς ενός σώματος εξαρτάται και από τη μέση θερμοκρασία του, με την προϋπόθεση ότι η θερμοκρασία του χώρου παραμένει σταθερή. Δηλαδή είναι δυνατός ο έλεγχος της θερμαντικής ισχύος ενός σώματος μέσω αυξομείωσης της μέσης θερμοκρασίας του.

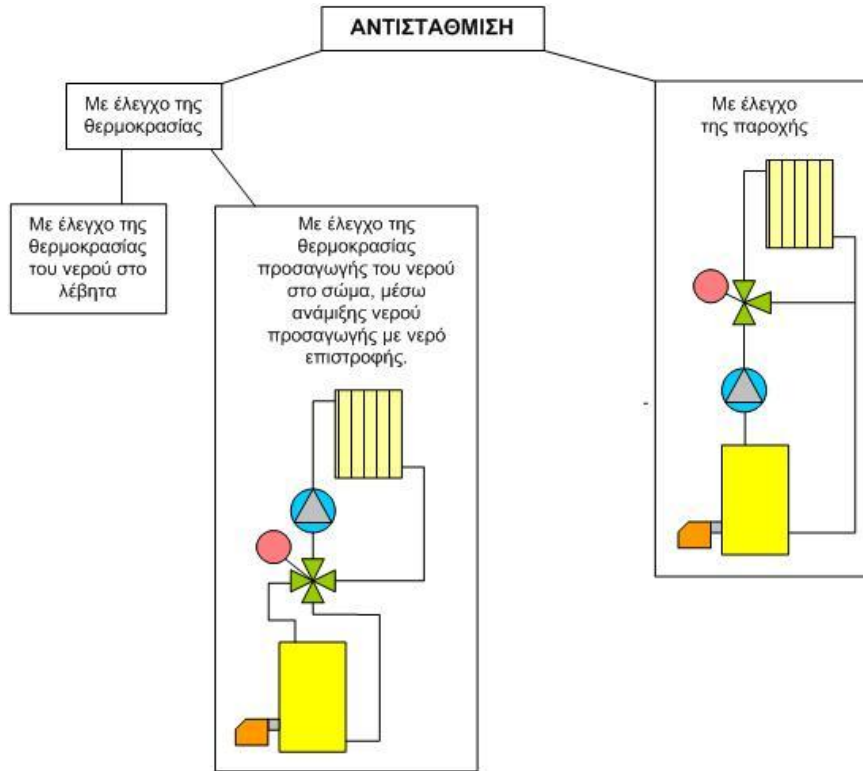
Σε μία αντισταθμισμένη εγκατάσταση η θερμοκρασία του νερού προσαγωγής (δηλαδή του νερού που αποστέλλεται στα θερμαντικά σώματα) ρυθμίζεται ανάλογα με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, έτσι ώστε όταν έχει "πολύ κρύο" η θερμοκρασία στα σώματα να είναι υψηλή ενώ όταν έχει "καλό καιρό" η θερμοκρασία στα σώματα είναι σχετικά χαμηλή (κυκλοφορεί χλιαρό νερό). Εργαστηριακές μετρήσεις επιβεβαιώνουν οικονομία έως 35% με την εγκατάσταση αντιστάθμισης, με την προϋπόθεση ότι είναι σωστά ρυθμισμένη.



Εικόνα 6.2.24 Σύστημα αντιστάθμισης Siemens

Η μονάδα αντιστάθμισης μπορεί να είναι ψηφιακή ή αναλογική και αποτελείται τουλάχιστον από τα εξής τμήματα:

- Αισθητήριο θερμοκρασίας περιβάλλοντος (εξωτερικού χώρου)
- Αισθητήριο θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- Βάνα ανάμιξης, ρυθμιστής παροχής καυσίμου ή άλλο σύστημα ρύθμισης της θερμοκρασίας νερού προσαγωγής
- Αναλογικός ή ψηφιακός ελεγκτής αντιστάθμισης όπου συνδέονται τα παραπάνω.



Εικόνα 6.2.25 Τυπική εγκατάσταση με αντιστάθμιση (Πηγή: Μοναχός, Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)

Η ηλεκτρονική συσκευή τοποθετείται συνήθως στο λεβητοστάσιο ή σε εύκολα προσβάσιμο σημείο στο οποίο δεν επικρατούν ακραίες τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας. Συνδέεται απαραίτητα με δύο τουλάχιστον αισθητήρια, το εξωτερικό αισθητήριο και το αισθητήριο νερού.

Τα αισθητήρια αυτά δεν είναι τύπου ON – OFF, είναι ημιαγωγοί των οποίων η αντίσταση μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Συνδέονται με τη συσκευή με μονοκόμματο καλώδιο 2 X 1,5 mm, από το οποίο περνάει ρεύμα με χαμηλή τάση. Η ένταση του ρεύματος μεταβάλλεται ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας και η ηλεκτρονική συσκευή ενημερώνεται για την αλλαγή των θερμοκρασιών, καθώς και για την ταχύτητα της αλλαγής αυτής.

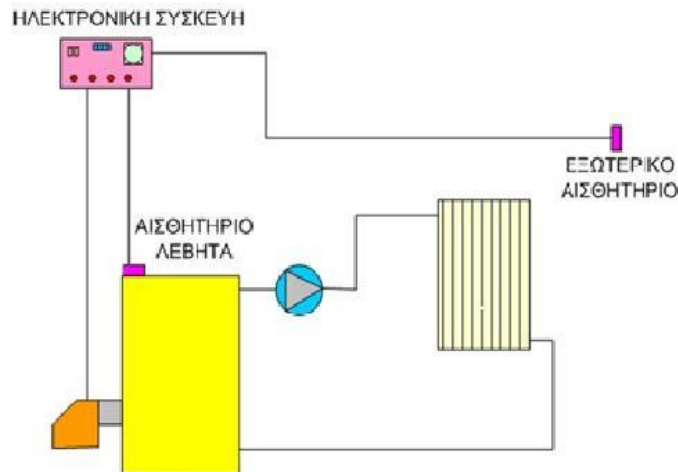
Το εξωτερικό αισθητήριο πρέπει να τοποθετείται στη βορινή πλευρά του κτηρίου, σε σημείο που να μην επηρεάζεται η θερμοκρασία του από την ηλιακή ακτινοβολία ή από θερμά ρεύματα που μπορεί να προέρχονται από καμινάδες, πόρτες ή παράθυρα. Το ύψος τοποθέτησής του είναι στη μέση του τοίχου.

Το αισθητήριο νερού μπορεί να είναι βαπτιζόμενο ή επαφής. Τοποθετείται στην προσαγωγή του νερού προς τα σώματα μετά τη βάνα ανάμειξης και πληροφορεί την ηλεκτρονική συσκευή για τη θερμοκρασία του νερού που πηγαίνει στα σώματα.

Η ηλεκτρονική συσκευή έχει σαν αποστολή να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του νερού με το οποίο τροφοδοτούνται τα σώματα, ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες. Οι περισσότερες από αυτές τις συσκευές ενσωματώνουν χρονοδιακόπτη μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας, με τον οποίο επιλέγουμε τις ώρες της ημέρας κατά τις οποίες επιθυμούμε μεγαλύτερη θερμοκρασία σε σχέση με κάποιες άλλες ώρες που θέλουμε χαμηλότερη θερμοκρασία.

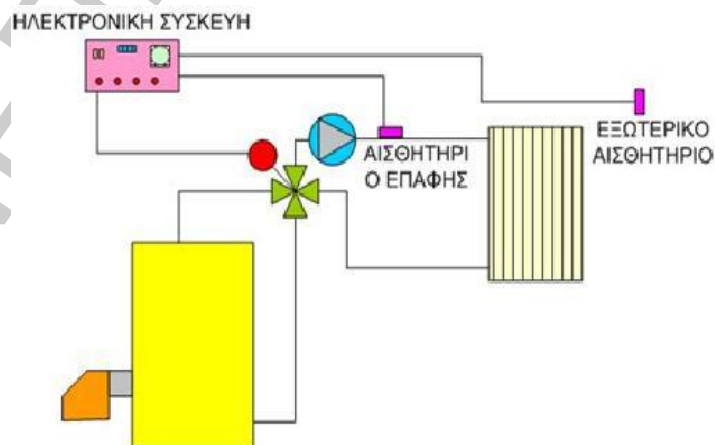
#### Εφαρμογές των συστημάτων αντιστάθμισης:

✓ Έλεγχος της λειτουργίας του καυστήρα, ρυθμίζοντας έτσι την θερμοκρασία του νερού που θα τροφοδοτήσει τα σώματα. Με τις αντισταθμίσεις αυτές το νερό στο λέβητα μπορεί να έχει θερμοκρασία η οποία επιτρέπει τη δημιουργία συμπυκνωμάτων άρα και την έναρξη αντιδράσεων διάβρωσης. Για την αποφυγή των φαινομένων διάβρωσης θα πρέπει το είδος αυτό της αντιστάθμισης να χρησιμοποιείται μόνο με λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών. Οι αντισταθμίσεις αυτού του τύπου έχουν και το μικρότερο κόστος απόκτησης. Η παροχή του νερού προς τα σώματα παραμένει σταθερή και μη εξαρτώμενη από την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.



Εικόνα 6.2.26 Αντιστάθμιση για τον έλεγχο της λειτουργίας του καυστήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)

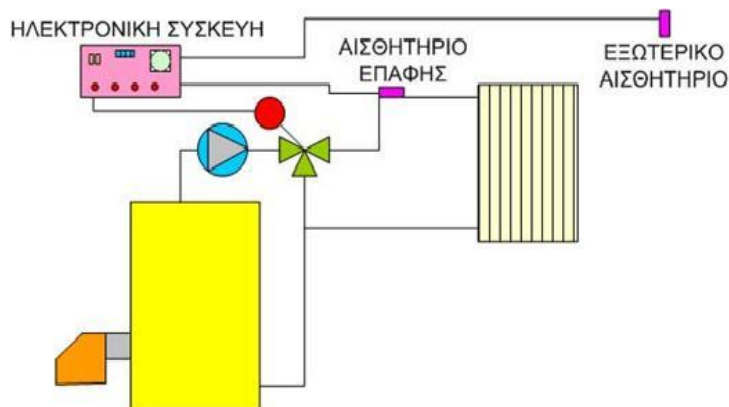
✓ Έλεγχος τετράοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα. Οι αντισταθμίσεις αυτές ρυθμίζουν τη θερμοκρασία του νερού προς τα σώματα, αναμειγνύοντας το νερό που θερμαίνεται στο λέβητα με το νερό που επιστρέφει από τα σώματα. Το ποσοστό της ανάμειξης καθορίζει και τη θερμοκρασία που θα έχει το νερό που θα πάει στα σώματα. Τη θερμοκρασία του νερού στο λέβητα τη ρυθμίζουμε στους 85 – 90 °C, και έτσι αποφεύγεται ο κίνδυνος να παρουσιαστούν στο λέβητα ανεπιθύμητα φαινόμενα συμπύκνωσης των υδρατμών της καύσης. Και εδώ η παροχή του νερού προς τα σώματα είναι σταθερή και αυξομειώνεται μόνο η θερμοκρασία. Ο κυκλοφορητής τοποθετείται μεταξύ βάνας και σωμάτων.



Εικόνα 6.2.27 Εισαγωγή αντιστάθμισης για τον έλεγχο τετράοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)



✓ Έλεγχος τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα. Στα συστήματα αυτά ο έλεγχος της θερμοκρασίας του σώματος επιτυγχάνεται με αυξομείωση της παροχής νερού προς τα σώματα. Ο κυκλοφορητής τοποθετείται μεταξύ λέβητα και τρίοδης βάνας.



Εικόνα 6.2.28 Εισαγωγή αντιστάθμισης για τον έλεγχο τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)

#### 6.2.4.1 Εφαρμογή 4<sup>ου</sup> σεναρίου

Οι εναλλακτικές επιλογές που εξετάζονται για την αντιστάθμιση στο λέβητα του κτιρίου είναι δύο.

Η επιλογή (I) αφορά τον αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των τερματικών μονάδων (χαλύβδινων σωμάτων) σε επίπεδο λειτουργικής αυτονομίας και θερμοκρασιακή αντιστάθμιση ανάλογα με το φορτίο. Η επιλογή (I) αντιστοιχεί στην κατηγορία Γ των διατάξεων αυτοματισμού στο λογισμικό TEE KENAK.

Η επιλογή (II) αφορά, επιπλέον της (I), και τον ανεξάρτητο αυτόματο έλεγχο της λειτουργίας των τερματικών μονάδων σε επίπεδο αυτόνομων χώρων ανά ιδιοκτησία καθώς και την ύπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά χώρο ιδιοκτησίας. Η επιλογή (II) αντιστοιχεί στην κατηγορία Β των διατάξεων αυτοματισμού στο λογισμικό TEE KENAK.

Τα προϊόντα που επιλέχθηκαν για τις δύο περιπτώσεις είναι από την εταιρία SIEMENS και φαίνονται αναλυτικά στους πίνακες που ακολουθούν.

**Πίνακας 6.2.7** Προϊόντα για την επιλογή (I) της αντιστάθμισης - Κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού

	Τύπος	Τιμή (€)	Ποσότητα	Συνολική τιμή (€)
Ελεγκτής αντιστάθμισης	RVP201	368,74	1	368,74
Αναλογικός χρονοδιακόπτης	AUZ3.7	44,32	1	44,32
Αισθητήριο περιβάλλοντος	QAC31	16,77	1	16,77
Αισθητήριο επαφής	QAD22	35,52	1	35,52
Αισθητήριο εμβαπτιζόμενο	QAE2120	71,24	1	71,24
Τρίοδη βάνα	VBI31.40	86,88	1	86,88
Κινητήρας τρίοδης βάνας	SQK34	145,38	1	145,38
Αναλογική μονάδα χώρου	QAW 50	113,75	4	455
<b>Συνολικό Κόστος (€)</b>				1223,85*
	Με ΦΠΑ 23%			<b>1505,3355</b>

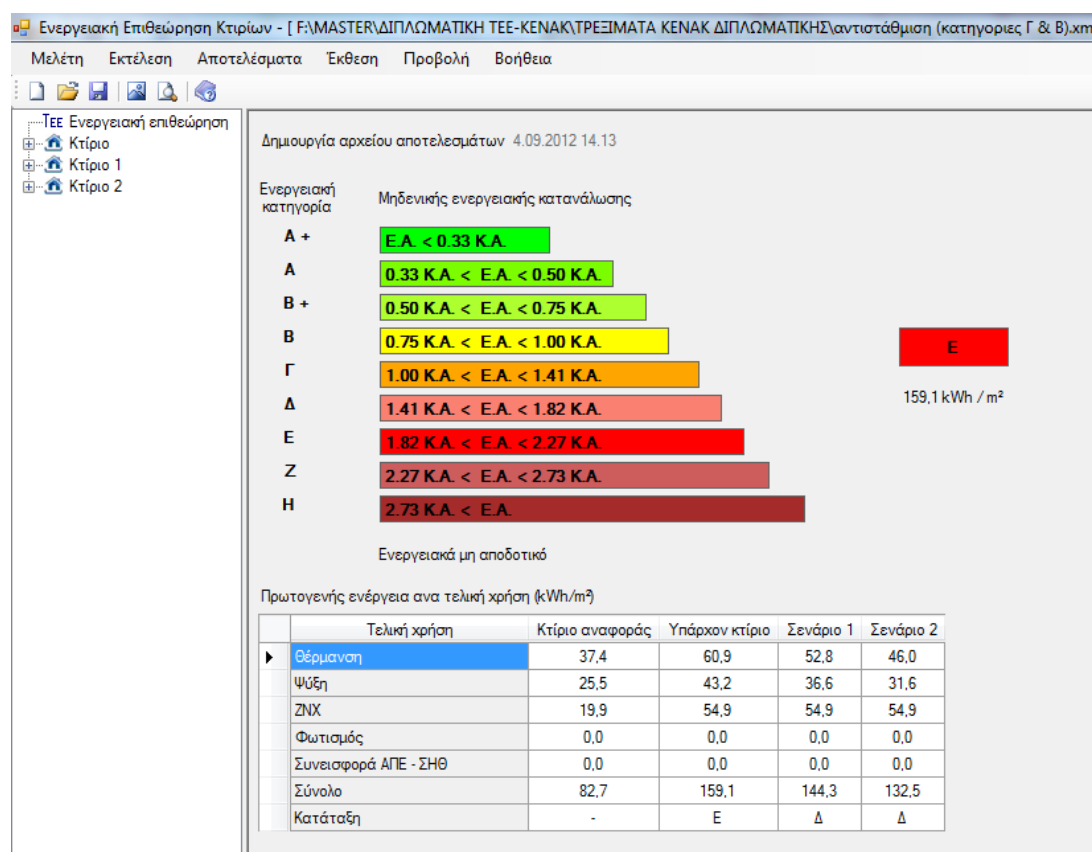
\*Εργατικά συμπεριλαμβάνονται

**Πίνακας 6.2.8** Προϊόντα για την επιλογή (II) της αντιστάθμισης με σύστημα θερμοδομέτρησης-Κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού

	Τύπος	Τιμή	Ποσότητα	Συνολική τιμή (€)
Ελεγκτής	RRV817	180,7	4	722,8
Κύρια μονάδα χώρου	QAX810	63,46	4	253,84
Μονάδα χώρου	QAW810	50,75	15	761,25
Θερμοστατική κεφαλή	RTN51	12,08	29	350,32
Γωνιακός διακόπτης	VDN215	11,29	29	327,41
Ελεγκτής αντιστάθμισης	RVP201	368,74	1	368,74
Αισθητήριο περιβάλλοντος	QAC31	16,77	1	16,77
Αισθητήριο επαφής	QAD22	35,52	1	35,52
Αισθητήριο εμβαπτιζόμενο	QAE2120	71,24	1	71,24
Τρίοδη βάνα	VBI31.40	86,88	1	86,88
Κινητήρας τρίοδης βάνας	SQK34	145,38	1	145,38
<b>Συνολικό Κόστος (€)</b>				3140,15*
	Με ΦΠΑ 23%			<b>3862,3845</b>

\*Εργατικά συμπεριλαμβάνονται

### 6.2.4.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.29** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης εφαρμογής αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ και Β (σενάριο 1 και 2).

Το σενάριο 1 αντιστοιχεί στην κατηγορία διατάξεων αυτοματισμού Γ (αντιστάθμιση στο λέβητα) και το σενάριο 2 αντιστοιχεί στην κατηγορία διατάξεων αυτοματισμού Β (αντιστάθμιση στο λέβητα και σύστημα θερμοδομέτρησης ανά θερμομαντικό σώμα).

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης, και τα δύο σενάρια αναβαθμίζουν το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Δ, με τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας να επιτυγχάνει η δεύτερη περίπτωση της τάξης των 26,6 kWh/m<sup>2</sup>, έναντι της πρώτης που εξοικονομεί 14,8 kWh/m<sup>2</sup>.

Σενάριο 1 (αντιστάθμιση κατηγορίας Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Απόδοση = 1,74

Σενάριο 2 (αντιστάθμιση κατηγορίας Β διατάξεων αυτοματισμού) – Απόδοση = 1,60

Η εξοικονόμηση οφείλεται στους τομείς της θέρμανσης και της ψύξης. Πιο συγκεκριμένα, το 1<sup>ο</sup> σενάριο εξοικονομεί 8,1 kWh/m<sup>2</sup> στη θέρμανση και 6,6 kWh/m<sup>2</sup> στην ψύξη, ενώ το σενάριο 2 εξοικονομεί 14,9 kWh/m<sup>2</sup> στη θέρμανση και 11,6 kWh/m<sup>2</sup> στην ψύξη.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\αντιστάθμιση (κατηγορίες Γ & Β).xml] - [Απαιτήσεις - Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια]

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14,1	11,3	7,8	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	10,4	47,3
Ηλικιά 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	2,6	4,5	4,3	0,8	0,0	0,0	0,0	12,6
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλικιά ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	16,1	13,2	9,7	2,4	1,9	3,9	5,6	5,4	2,1	1,5	4,7	12,3	78,8

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	32,0	31,6
Πετρέλαιο	46,9	12,4
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλικιά	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	78,8	44,0

Εικόνα 6.2.30 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εφαρμογή αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ (σενάριο 1)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\αντιστάθμιση (κατηγορίες Γ & Β).xml] - [Απαιτήσεις - Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια]

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	12,2	9,8	6,7	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	9,0	41,1
Ηλικιά 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	0,3	2,3	3,9	3,7	0,7	0,0	0,0	0,0	10,9
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλικιά ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	14,3	11,7	8,7	2,3	1,9	3,5	5,0	4,8	1,9	1,5	4,3	11,0	71,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	30,2	29,9
Πετρέλαιο	40,7	10,7
Φυσικό αέριο	46,9	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλικιά	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	71,0	40,6

Εικόνα 6.2.31 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για εφαρμογή αντιστάθμισης κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Β (σενάριο 2)

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
► Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	4.001,2	3.617,7
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			1.505,3	3.862,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			14,8	26,6
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			9,3	16,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,2	0,3
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			4,2	7,6
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			3,2	4,5

**Εικόνα 6.2.32** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης εφαρμογής αντιστάθμισης για τα δύο σενάρια (κατηγορία Γ και Β διατάξεων αυτοματισμού)

Με την μείωση της κατανάλωσης καυσίμων χάρη στην ενεργειακή εξοικονόμηση, μειώνονται και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 4,2 kg/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και κατά 7,6 kg/m<sup>2</sup> (σενάριο 2). Η δε απόσβεση της επένδυσης είναι 3,2 έτη για την 1<sup>η</sup> περίπτωση και 4,5 έτη για τη 2<sup>η</sup> περίπτωση. Αν και η 2<sup>η</sup> περίπτωση έχει πάνω από διπλάσιο αρχικό κόστος επένδυσης, αποσβένεται με μόνο 1,3 έτη διαφορά από την 1<sup>η</sup> περίπτωση, χάρη στη συγκριτικά μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας που πετυχαίνει.

### 6.2.5 Εγκατάσταση Λέβητα Βιομάζας - Pellet

Εφόσον το σύστημα θέρμανσης αποτελεί το μεγαλύτερο πρόβλημα όσον αφορά στις ενεργειακές καταναλώσεις, είναι λογική συνέπεια να εξεταστεί η περίπτωση αντικατάστασης του υπάρχοντος συστήματος.

Μία από τις επιλογές είναι η αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας. Με βαθμό απόδοσης μεγαλύτερο από τον λέβητα πετρελαίου και συντελεστή αναγωγής σε πρωτογενή ενέργεια για τη βιομάζα τη μονάδα (έναντι του 1,1 για το πετρέλαιο), αναμένουμε μείωση στις ενεργειακές καταναλώσεις.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια γενική περιγραφή για τους λέβητες βιομάζας, και έπειτα ακολουθεί η εφαρμογή του σεναρίου.

#### Θεωρητικό Μέρος

Το pellet είναι 100% φυσικό προϊόν. Προέρχεται από κατάλοιπα υλοτομίας, ξυλείας, επεξεργασίας ξύλου, αλλά σήμερα υπάρχει και καλλιέργεια των λεγόμενων ενεργειακών φυτών. Pellet μπορεί να φτιαχτεί και από χαρτί εφημερίδες, νοβοπάν, φύλλα, χόρτα, κλαδιά κ.τ.λ. το οποίο ονομάζεται Agropellet.

Το pellet κατασκευάζεται από συμπίεση καταλοίπων επεξεργασίας του ξύλου. Το τυπικό τους σχήμα είναι κυλινδρικό. Χάρη στη λιγνίτη, ένα φυσικό συστατικό που απελευθερώνεται κατά τη συμπίεση του ξύλου, το pellet γίνεται συμπαγές και στερεό, χωρίς να χρειάζονται πρόσθετες συνδετικές ουσίες. Υπάρχει και στη χώρα μας πλέον ένας μεγάλος αριθμός εργοστασίων που κατασκευάζουν pellet.

Χαρακτηριστικά pellets	
Διάμετρος	6-8 mm
Μήκος	12-30,5 mm
Πυκνότητα	1,25 kg/m <sup>3</sup>
Τέφρα	<1%
Θερμογόνος δύναμη	>18 MJ/kg
Υγρασία	<8%

Το pellet συσκευάζεται και διατίθεται σε σάκους των 15 kg. Για μεγάλους χώρους γίνεται παράδοση pellet απευθείας σε παλέτα ή σε μεγάσακο. Το pellet πρέπει να αποθηκεύεται σε στεγνό, σκεπασμένο μέρος.

Για την παραγωγή των pellets χρησιμοποιούνται κατάλοιπα υλοτομίας, κατεργασίας ξύλου ή αγροτικών προϊόντων χωρίς την παραμικρή προσθήκη χημικών ουσιών, που κατά την καύση τους απελευθερώνουν ουσιαστικά όσο διοξείδιο του άνθρακα έχουν απορροφήσει κατά τη διάρκεια της ζωής τους με αποτέλεσμα να μην επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Σε εθνικό επίπεδο, η παραγωγή καύσιμης ύλης από εγχώριες πρώτες ύλες σημαίνει ανάλογη μείωση των εισαγωγών καυσίμων.

Σε ιδιωτικό επίπεδο, η χρήση των pellets σε αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, ρεύμα) σημαίνει οικονομία που μπορεί να φτάσει και στο 50% των συνολικών εξόδων θέρμανσης. Ακόμα και στην περίπτωση που απαιτείται αντικατάσταση του χρησιμοποιούμενου λέβητα και καυστήρα, η εξοικονόμηση είναι τέτοια, ώστε η απόσβεση της επένδυσης πραγματοποιείται σε λιγότερο από τρεις περιόδους χρήσης.

Στον οικιακό τομέα, η κύρια χρήση της βιομάζας αφορά στην καύση της για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Σε αυτή την περίπτωση, η βιομάζα που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι σε:

- i. ακατέργαστη μορφή, όπως καυσόξυλα, πυρηνόξυλο, σπασμένα κουκούτσια, κλπ.,
- ii. επεξεργασμένη μορφή για ευκολότερη χρήση, αποθήκευση και μεταφορά, όπως μπρικέτες ή συσσωματώματα βιομάζας (pellets).

Η καύση της βιομάζας μπορεί να πραγματοποιείται σε:

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

Τα πλεονεκτήματα της επιλογής της χρήσης των pellets έναντι συμβατικών λύσεων θέρμανσης είναι τα ακόλουθα:

- Είναι καύσιμο ανακυκλώσιμο, δηλαδή παράγεται κάθε χρόνο από αγροτικά κατάλοιπα, καλλιέργειες, ή δέντρα
- Είναι καύσιμο που καίγεται με αυτόματο τρόπο, χωρίς να χρειάζεται χειροκίνητη τροφοδοσία όπως το ξύλο



- Είναι καθαρό ξύλο, χωρίς χημικά πρόσθετα, χωρίς υγρασία και τέφρα, και δεν αφήνει στάχτη (περίπου 5 φορές λιγότερη από το ξύλο)
- Δεν παράγει ρύπους, και εκπέμπει χαμηλά επίπεδα CO<sub>2</sub>
- Έχει υψηλή αναλογία θερμογόνου δύναμης-τιμής (4,9 kWh/kg)
- Η καλύτερη περίοδος αγοράς του είναι την άνοιξη, που η τιμή του είναι χαμηλή, και ώστε να αποθηκευτεί μέχρι το χειμώνα
- Συντελείται η ανεξαρτητοποίηση από τη θέρμανση με το πετρέλαιο
- Κάθε 2,2 τόνοι pellet εξοικονομούν 1 τόνο πετρέλαιο, που σημαίνει αποτρέπουν την απελευθέρωση 2 τόνων περίπου CO<sub>2</sub> στην ατμόσφαιρα!

### 6.2.5.1 Εφαρμογή 5<sup>ου</sup> σεναρίου

Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται προς το παρόν από ένα λέβητα πετρελαίου ισχύος 50000 kcal/h (ή 58,15 kW) και απόδοσης 0,9. Για την εξέταση του συγκεκριμένου σεναρίου επιλέχτηκε ένας λέβητας pellet P4 60 της εταιρίας Froling με ονομαστική ισχύ 58500 kcal/h (ή 68,0355 kW) τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται παρακάτω.

**Πίνακας 6.2.9** Χαρακτηριστικά επιλεγμένου λέβητα pellet (Πηγή: Froling)

Τύπος λέβητα Pellet	
Μοντέλο	P4 60
Ισχύς (Kcal/h)	58500
Χωρητικότητα (lt)	170
Βάρος (kg)	760
Πίεση (bar)	3
Απόδοση	0,93
<b>Κόστος (€)</b>	<b>12234</b>

Το σύνολο και το κόστος των εργασιών της αντικατάστασης του λέβητα συνοψίζονται στον ακόλουθο Πίνακα.

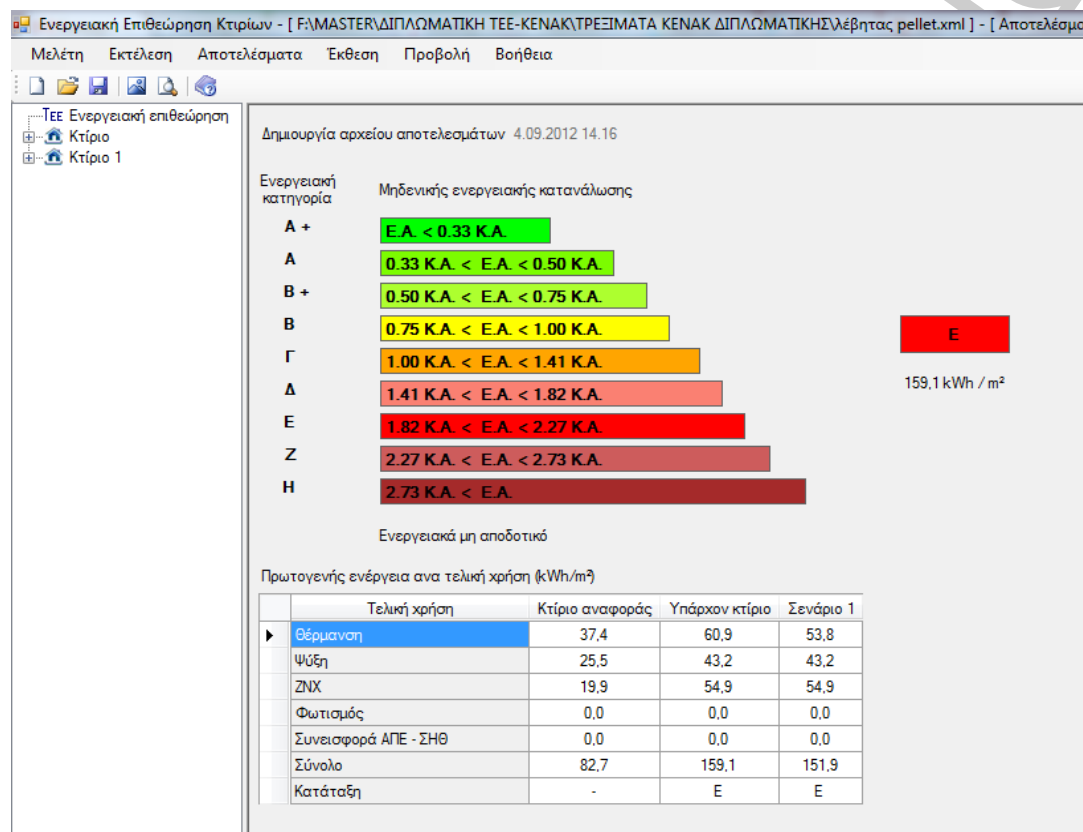
**Πίνακας 6.2.10** Κόστη εργασιών αντικατάστασης λέβητα

Κόστη εργασιών	
Αποξηλώσεις λέβητα, σωληνώσεων (€)	250
Προμήθεια, τοποθέτηση, σύνδεση λέβητα (€)	200
Προμήθεια, τοποθέτηση, σύνδεση καυστήρα (€)	100
Προμήθεια, τοποθέτηση, σύνδεση κυκλοφορητή (€)	0
Προμήθεια, τοποθέτηση, σύνδεση παρελκόμενων (βάνες, αυτόματος πλήρωσης, δοχείο διαστολής, ασφαλιστικές βαλβίδες, φίλτρο κλπ) (€)	200
Προμήθεια, τοποθέτηση, σύνδεση θερμοδοχείου (160 lt) (€)	600
Υδραυλικά – Ηλεκτρολογικά (€)	0
Διάφορα (€)	150
<b>Συνολικό Κόστος Εργασιών (€)</b>	<b>1500</b>

Με βάση τους δύο παραπάνω Πίνακες, το αρχικό κόστος επένδυσης για μια τέτοια εγκατάσταση είναι:

**Αρχικό Κόστος Επένδυσης = Κόστος Λέβητα Pellet + Κόστος Εργασιών = 13.734 €**

### 6.2.5.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.33** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης με αντικατάσταση υπάρχοντος λέβητα με λέβητα βιομάζας (σενάριο 1)

Μετά την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας, παρατηρήθηκε μια μικρή εξοικονόμηση των 7,1 kWh/m<sup>2</sup> που αντιστοιχεί στην μείωση της πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση για τη θέρμανση, η οποία δε στάθηκε ικανή να ανεβάσει το κτήριο ενεργειακή κατηγορία (παραμένει κατηγορία E).

Σενάριο 1 (λέβητας pellet) – Απόδοση = 1,84

Η μείωση στον τομέα της θέρμανσης ήταν αναμενόμενη δεδομένου ότι ο λέβητας pellet έχει καλύτερο βαθμό απόδοσης από τον υπάρχοντα λέβητα πετρελαίου, ενώ ο συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας για τη βιομάζα (1,00) είναι λίγο μικρότερος από τον αντίστοιχο για το πετρέλαιο (1,10).

Ο λόγος για τον οποίο δεν βλέπουμε μεγαλύτερη πτώση είναι διότι οι ενεργειακές απαιτήσεις παραμένουν οι ίδιες (υψηλές) με το υπάρχον κτήριο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τις ενεργειακές απαιτήσεις και καταναλώσεις μετά την επέμβαση αυτή, και αποτυπώνεται η διαφορά στην κατανάλωση καυσίμου (βιομάζα αντί για πετρέλαιο).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\Λέβητας pellet.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Κτίριο 1

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
*Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	15,7	12,7	8,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,3	11,6	52,9
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,8	14,5	10,7	2,5	2,0	4,3	6,5	6,2	2,2	1,5	5,0	13,5	86,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	34,3	33,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	52,4	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	86,7	33,9

Εικόνα 6.2.34 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας.

Καθώς η βιομάζα έχει μηδενικό συντελεστή εκπομπών CO<sub>2</sub>, όπως φαίνεται και στην οικονομοτεχνική ανάλυση παρακάτω, η μείωση των εκπομπών είναι σημαντική και φτάνει τα 14,3 kg/m<sup>2</sup>.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\Λέβητας pellet.xml ] - [ Οικονομολογία ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Κτίριο 1

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	2.528,7
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			13.734,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			7,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			4,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			3,8
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			14,3
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			7,1

Εικόνα 6.2.35 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου με λέβητα βιομάζας.

Το αρχικό κόστος επένδυσης, αν και αρκετά υψηλό, αποσβένεται σε 7,1 έτη με βάση το λογισμικό, και αυτό οφείλεται στην σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους σε σχέση με το υπάρχον κτήριο. Ωστόσο, η εξοικονόμηση ενέργειας δεν είναι σε πολύ υψηλά επίπεδα.

### **6.2.6 Εγκατάσταση λέβητα (συμπύκνωσης) Φυσικού Αερίου**

Εφόσον το σύστημα θέρμανσης αποτελεί το μεγαλύτερο πρόβλημα όσον αφορά στις ενεργειακές καταναλώσεις, είναι λογική συνέπεια να εξεταστεί η περίπτωση αντικατάστασης του υπάρχοντος συστήματος.

Μία από τις επιλογές είναι η αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου. Με βαθμό απόδοσης αρκετά μεγαλύτερο από τον λέβητα πετρελαίου και συντελεστή αναγωγής σε πρωτογενή ενέργεια για το φυσικό αέριο 1,05 (έναντι του 1,1 για το πετρέλαιο), αναμένουμε μείωση στις ενεργειακές καταναλώσεις.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια γενική περιγραφή για τους λέβητες βιομάζας, και έπειτα ακολουθεί η εφαρμογή του σεναρίου.

#### **Θεωρητικό Μέρος**

Σε νέες ή ανακαινισμένες εγκαταστάσεις θέρμανσης συνίσταται η κατάργηση της χρήσης πετρελαίου. Το κύριο καύσιμο που αντικαθιστά το πετρέλαιο σήμερα είναι το φυσικό αέριο, του οποίου το εύρος χρήσης στη χώρα μας ήταν περιορισμένο, κυρίως λόγω των δυσκολιών που παρουσίαζε ο εφοδιασμός του στον τόπο κατανάλωσης. Μέχρι σήμερα δεν εξυπηρετούνται όλες οι περιοχές από το δίκτυο παροχής φυσικού αερίου, περιορίζοντας τη δυνατότητα σύνδεσης. Ακόμη, το κόστος επέμβασης αλλαγής καυσίμου είναι αρκετά υψηλό λόγω της διαδικασίας σύνδεσης με το δίκτυο παροχής φυσικού αερίου της περιοχής.

Ωστόσο, παρά τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η διαδικασία αλλαγής καυσίμου, παρατηρείται αύξηση των εγκαταστάσεων λέβητων φυσικού αερίου, όποτε αυτή είναι δυνατή.

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

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

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

- στη θέρμανση, χωρίς εξαρτήσεις και με σταθερή παροχή κάτω από τον απόλυτο έλεγχο του ιδιοκτήτη,
- στο μαγείρεμα, χωρίς χρόνους αναμονής και με άμεση ρύθμιση της θερμοκρασίας,
- στο ζεστό νερό,
- και σε πολλές άλλες λειτουργίες του νοικοκυριού, με μια σειρά νέων προϊόντων όπως στεγνωτήρια ρούχων, τζάκια και μπάρμπεκιου.

Βασικά πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου στον οικιακό τομέα:

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

Η σύσταση του φυσικού αερίου που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα, δίνεται στον ακόλουθο πίνακα. Η σύσταση διαφέρει ανάλογα με την πηγή προέλευσης (πχ. Ρωσία, Αλγερία).

**Πίνακας 6.2.11** Φυσικές ιδιότητες Φ.Α. (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012)

Σύσταση - Ιδιότητες	Ρώσικο Φυσικό Αέριο	Αλγερινό Φυσικό Αέριο
Μεθάνιο	min 85 %	85,6 –96,6 %
Αιθάνιο	max 7 %	3,2- 8,5 %
Προπάνιο	max 3 %	0-3 %
Βουτάνιο	max 2 %	0-1,2 %
Πεντάνιο και βαρύτερα	max 1 %	0-0,7 %
Άζωτο	max 5 %	0,2-1,4 %
Διοξείδιο του άνθρακα	max 3 %	0 %
Υδρόθειο	max 5 mg/ m <sup>3</sup>	Max 0,5 ppm
Μερκαπτάνη	max 15 mg/m <sup>3</sup>	max 2,3 mg/m <sup>3</sup>
Σύνολο Θείου	max 60 mg/m <sup>3</sup>	max 30 mg/m <sup>3</sup>
Πυκνότητα	0,685 kg/m <sup>3</sup>	0,74 –0,82 kg/m <sup>3</sup>
Μέση Ανωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	9.524 kcal/Nm <sup>3</sup>	9.982 kcal/Nm <sup>3</sup>
Μέση Κατωτέρα Θερμογόνος Ικανότητα	8.686 kcal/Nm <sup>3</sup>	9.016 kcal/Nm <sup>3</sup>

#### 6.2.6.1 Εφαρμογή 6<sup>ου</sup> σεναρίου

Για την εξέταση της αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου που χρησιμοποιείται με λέβητα φυσικού αερίου με τεχνολογία συμπίκνωσης, επιλέγεται ο 1,65 ΗΤΕ (επιδαπέδιος) της εταιρείας Charpee με ισχύ 55900 Kcal/h (ή 65,0117 kW), τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται παρακάτω.

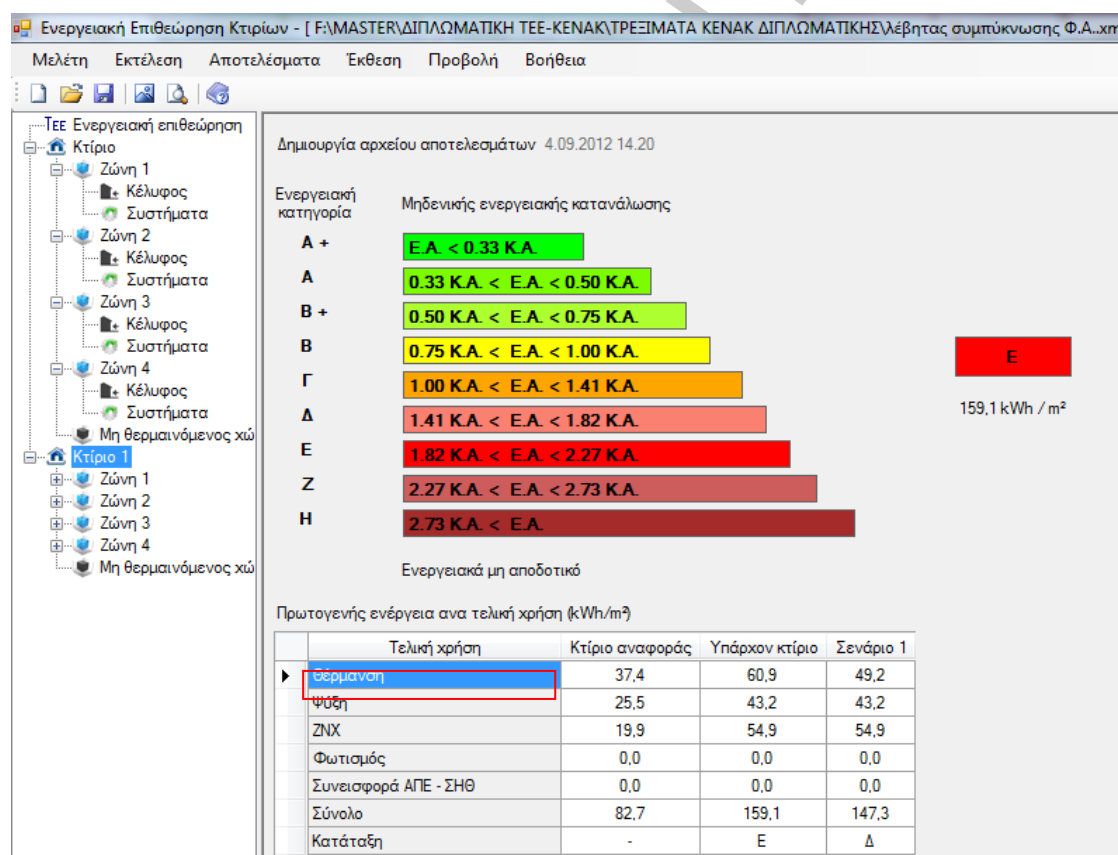
**Πίνακας 6.2.12** Τύπος λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου που εξετάζεται.

Τύπος λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου	
Μοντέλο	1.65 HTE επιδαπέδιος
Ισχύς (Kcal/h)	55900
Βάρος (kg)	68
Απόδοση	1,07
<b>Κόστος (€)</b>	<b>4630</b>

Θεωρώντας ότι τα εργατικά κόστη παραμένουν ίδια όπως και στην περίπτωση του λέβητα pellet, το αρχικό κόστος της συγκεκριμένης επένδυσης είναι:

**Αρχικό Κόστος Επένδυσης = Κόστος Λέβητα Pellet + Κόστος Εργασιών = 6130 €**

### 6.2.6.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.36** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα συμπύκνωσης Φ.Α. (σενάριο 1)

Όπως και με τον λέβητα βιομάζας, έτσι και με τον λέβητα συμπύκνωσης η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας αφορά τον τομέα της θέρμανσης και ανέρχεται σε 11,7 kWh/m<sup>2</sup>. Η δε ενεργειακή κατάταξη βελτιώνεται στη κατηγορία Δ.

Σενάριο 1 (λέβητας συμπύκνωσης Φ.Α.) – Απόδοση = 1,78



Ο τομέας της ψύξης και του ΖΝΧ παραμένει ανεπηρέαστος. Ακολουθώντας παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ενεργειακών καταναλώσεων, καταναλώσεων καυσίμων και εκπομπών CO<sub>2</sub>. Οι ενεργειακές απαιτήσεις παραμένουν οι ίδιες με το υπάρχον κτήριο (αυξημένες).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\λέβητας συμπίκνωσης Φ.Α..xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος χώ
- Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
  - Ζώνη 2
  - Ζώνη 3
  - Ζώνη 4
  - Μη θερμαινόμενος χώ

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαϊ.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	13,7	11,0	7,6	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,9	10,1	46,0
Ηλεκτρική 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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ΖΝΧ	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	15,7	12,9	9,5	2,4	2,0	4,3	6,5	6,2	2,2	1,5	4,6	12,0	79,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	34,3	33,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	45,5	8,9
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	79,9	42,8

**Εικόνα 6.2.37** Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για λειτουργία με λέβητα συμπίκνωσης Φ.Α.

Η μείωση στις ενεργειακές καταναλώσεις στη θέρμανση οφείλονται στον πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης του λέβητα συμπίκνωσης Φ.Α. (1,07), γι' αυτό υπάρχει και σημαντική διαφορά όχι μόνο με τον λέβητα πετρελαίου του υπάρχοντος κτηρίου, αλλά και με τον λέβητα βιομάζας που εξετάστηκε στο προηγούμενο σενάριο.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\λέβητας συμπίκνωσης Φ.Α..

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	3.654,5
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			6.130,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			11,7
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			7,4
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,0
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			5,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			7,5

**Εικόνα 6.2.38** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με λέβητα συμπίκνωσης Φ.Α. (σενάριο 1)

Η μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> φτάνει τα 5,4 kg/m<sup>2</sup>, χάρη στη χρήση Φ.Α. αερίου έναντι πετρελαίου, αλλά είναι μικρότερη σε σχέση με τον λέβητα βιομάζας. Η απόσβεση του

αρχικού κόστους επένδυσης γίνεται σε 7,5 χρόνια. Αν και έχει μικρότερο αρχικό κόστος επένδυσης και μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας σε σχέση με τον λέβητα βιομάζας, η μείωση του λειτουργικού κόστους όπως υπολογίζεται από το λογισμικό είναι μικρότερη, γι' αυτό και τελικά τα έτη απόσβεσης είναι παρόμοια με αυτά του λέβητα βιομάζας.

### **6.2.7 Εγκατάσταση μονάδας μικρο - Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θέρμανσης (μ-ΣΗΘ)**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο τομέας της θέρμανσης χαρακτηρίζεται από αυξημένες ενεργειακές καταναλώσεις πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση και γι' αυτό θα πρέπει να εξεταστεί επέμβαση που να βελτιώνει το σύστημα θέρμανσης.

Σε αυτή την παράγραφο εξετάζεται η περίπτωση συστήματος μικρο-συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θέρμανσης. Αν και μια τέτοια επέμβαση έχει αρκετά αυξημένο αρχικό κόστος επένδυσης, έχει ενδιαφέρον να δειχθεί κατά πόσο βοηθά να αναβαθμιστεί ενεργειακά η κατοικία και το μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας που επιτυγχάνεται.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τα συστήματα μικρο-συμπαραγωγής, και έπειτα θα εξεταστούν συγκεκριμένα σενάρια.

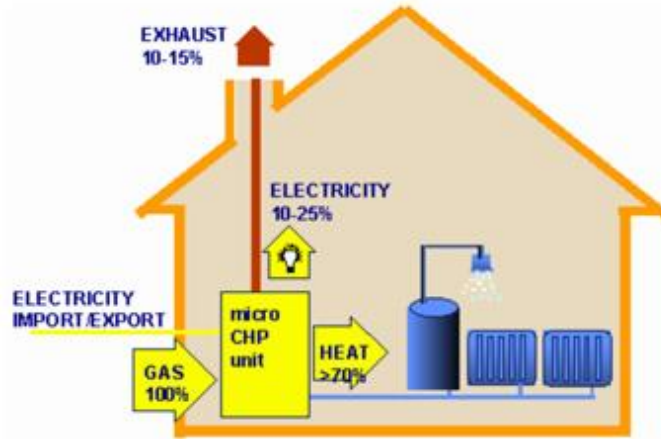
#### **Θεωρητικό Μέρος**

Τα συστήματα συμπαραγωγής ή διαφορετικά τα συστήματα συνδυασμένης παραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ - γνωστή και ως Συμπαραγωγή) είναι συστήματα που παράγουν ταυτόχρονα ηλεκτρική (ή/και μηχανική) και θερμική ενέργεια σε ένα ενιαίο, ολοκληρωμένο σύστημα. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την κοινή πρακτική, όπου η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται σε ένα κεντρικό σταθμό, ενώ χρησιμοποιείται επιτόπιος εξοπλισμός θέρμανσης και ψύξης για την κάλυψη των αναγκών σε μη ηλεκτρική ενέργεια. Η θερμική ενέργεια που ανακτάται σε ένα σύστημα ΣΗΘ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή ψύξη στη βιομηχανία ή τα κτίρια. Επειδή η ΣΗΘ εκμεταλλεύεται τη θερμότητα που σε άλλη περίπτωση θα χανόταν κατά τη συμβατική διακριτή παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ενέργειας, η συνολική απόδοση αυτών των ολοκληρωμένων συστημάτων είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή των μεμονωμένων συστημάτων.

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία για τη Συμπαραγωγή (2004/8/EC) ορίζει ως μικρά συστήματα συμπαραγωγής, μονάδες με ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των 1 MW<sub>el</sub> και ως πολύ - μικρά συστήματα συμπαραγωγής μονάδες με ηλεκτρική ισχύ μικρότερη των 50 kW<sub>el</sub>.

Τα πολύ μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής χρησιμοποιούνται συνήθως ως συσκευές θέρμανσης παρέχοντας θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης σε κατοικίες και εμπορικά κτίρια, όπως και οι συμβατικοί λέβητες. Αντίθετα όμως με τους λέβητες, τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής παράγουν ηλεκτρισμό μαζί με θερμότητα σε πολύ υψηλές αποδόσεις εξασφαλίζοντας εξοικονόμηση καυσίμου, μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και μείωση του κόστους λειτουργίας. Οι περισσότερες μονάδες λειτουργούν παράλληλα με το δίκτυο, έτσι ώστε το κτήριο να καλύπτει τις ανάγκες του σε ηλεκτρισμό από το δίκτυο ηλεκτρικού ρεύματος, αλλά και ταυτόχρονα να πωλεί στο δίκτυο, το ηλεκτρικό ρεύμα που παράγει. Η θερμότητα από τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής χρησιμοποιείται είτε για θέρμανση χώρων και νερού, είτε (πιθανόν) για κλιματισμό.

Τα συστήματα αυτά έχουν δυνατότητα χρήσης και στα καταλύματα. Ως «καταλύματα» ορίζονται μικρά ξενοδοχεία στην εξοχή, απομονωμένα καταφύγια, εξοχικές κατοικίες για την καλοκαιρινή περίοδο, καταφύγια, μικρά κάστρα και μοναστήρια



Εικόνα 6.2.39 Μικρο - Συμπαραγωγή (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των μικρών σε κλίμακα συστημάτων συμπαραγωγής είναι η ευκολία εγκατάστασης και χρήσης. Παραδίδονται έτοιμα για λειτουργία σε ηχομονωτικό κέλυφος μεγέθους παραπλήσιο με ένα κοινό λέβητα και το μόνο που χρειάζονται είναι συνδέσεις για νερό, ηλεκτρισμό και καύσιμο. Διάφορες συμβατικές και μη τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί για εφαρμογή σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής. Ενώ τα παλινδρομικά συστήματα είναι ήδη εμπορικά, οι μηχανές Stirling, οι μικρο-στρόβιλοι αερίου και τα συστήματα ORC (Organic Rankine Cycle Systems) πρόκειται να δοθούν σύντομα στην αγορά, αφού υπάρχει ένας σημαντικός αριθμός επιτυχημένων επιδεικτικών έργων σε διάφορες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όπως η Αυστρία. Κυψέλες καυσίμου (πολυμερούς ηλεκτρολύτη και στερεού οξειδίου καυσίμου) είναι ακόμα σε πειραματικό στάδιο, με κάποιο αριθμό πιλοτικών εγκαταστάσεων.

Μέχρι τώρα, η χρήση των συμβατικών καυσίμων (φυσικό αέριο, υγραέριο, πετρέλαιο) είναι συνηθέστερη στα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια διερευνάται η χρήση βιοντίζελ και κραμβέλαιου στις μηχανές ντίζελ. Η ανάπτυξη των συστημάτων συμπαραγωγής μικρής κλίμακας, παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον σε ευαίσθητες οικολογικά περιοχές ιδιαίτερα όταν γίνεται χρήση κραμβέλαιου ή βιοντίζελ, λόγω της εξαιρετικής βιοαποικοδομισιμότητας και της χαμηλής τοξικότητάς τους.

Τέτοιου είδους συστήματα, αφ' ενός μεν, έχουν μεγάλη αποδοτικότητα, αφετέρου δε, δεν παράγουν απευθείας ρύπους (εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα) συμβάλλοντας έτσι στην εξασφάλιση αιεφόρου ενέργειας. Για τους λόγους αυτούς αρκετά καταφύγια κάνουν χρήση συστημάτων μικρής κλίμακας συμπαραγωγής με κραμβέλαιο/ βιοντίζελ.

Επίσης, αρκετές εταιρείες επιχειρούν την κατασκευή κινητήρων από συσσωματώματα ξύλου (pellets) και από ηλιακούς συλλέκτες. Ωστόσο, τα συστήματα που κατασκευάζουν αυτές οι εταιρείες είναι ακόμα σε πιλοτικό στάδιο.

Οι εφαρμογές ψύξης, που βασίζονται σε μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής και συστήματα απορρόφησης, χρήζουν ευρύτερης διερεύνησης, ώστε τελικά να γίνουν γνωστές στις ανταγωνιστικές αγορές.

Οι συνθηέστερες μονάδες ΣΗΘ για κτήρια είναι οι ακόλουθες:

- Μηχανή Otto (Αεριομηχανές)
- Μηχανή Diesel (Πετρελαιομηχανές)
- Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας
- Μικροστρόβιλος (microturbine)
- Μηχανή Stirling
- Κυψέλη καυσίμου
- Ατμοστρόβιλος απομάστευσης, σε ιδιαίτερες περιπτώσεις στον κτηριακό τομέα

**Πίνακας 6.2.13** Συγκριτικός πίνακας συστημάτων ΣΗΘ για κτήρια (Πηγή: ΤΟΤΕΕ 20701-5/2012)

A/A	Βασικό Σύστημα ΣΗΘ	Ελάχιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Μέγιστη Ονομαστική Ηλεκτρική Ισχύς (kW)	Ηλεκτρικός Βαθμός Απόδοσης %	Θερμικός Βαθμός Απόδοσης %	Ολικός Βαθμός Απόδοσης %	Λόγος ηλεκτρικής/θερμική ενέργεια (C)	Ποιότητα Θερμότητας	Θερμοκρασία Εξόδου Καυσαερίων (°C)
1	Μηχανή OTTO	15	1300	32 + 35	50 + 60	80 + 85	0,5 + 0,8	Θ.Ν Α.Χ.Π	400 + 450
2	Μηχανή DIESEL	100	20000	35 + 45	40 + 45	70 + 80	0,7 + 0,9	Θ.Ν Α.Χ.Π (*)	320 + 450
3	Αεριοστρόβιλος με λέβητα ανάκτησης θερμότητας	100	30000	25 + 35	40 + 50	70 + 80	0,25 + 0,8	Α.Χ.Π (*)	400 + 600
4	Μικροστρόβιλος	25	200	25 + 35	40 + 50	70 + 80	0,6 + 0,8	Θ.Ν Α.Χ.Π	200 + 300
5	Μηχανή STIRLING	3	100	35 + 45	50 + 60	80 + 85	0,5 + 0,8	Θ.Ν	400 + 500
6	Κυψέλη καυσίμου	3	συνήθως 30 αλλά και έως 120	20 + 30	25 + 35	45 + 60(**)	0,7 + 1	Θ.Ν	140 + 200
7	Ατμοστρόβιλος απομάστευσης	500	100000	25 + 30	40 + 60	60 + 80	0,1 + 0,3	Α.Χ.Π Α.Μ.Π	180 + 200

(\*) Μεγάλης ισχύος μηχανές μπορούν να δώσουν και Α.Μ.Π.

(\*\*) Σήμερα οι αποδόσεις των κυψελών καυσίμου φτάνουν έως 80%

Θ.Ν. = Θερμό Νερό

Α.Χ.Π. = Ατμός Χαμηλής Πίεσης

Α.Μ.Π. = Ατμός Μέσης Πίεσης

**Πίνακας 6.2.14** Προτεινόμενα συστήματα ΣΗΘ για διάφορα είδη κτηρίων (Πηγή: ΤΟΤΕ 20701-5/2012)

A/A	Είδος κτηρίου	Περιοχή ισχύος kW <sub>e</sub>	Προτεινόμενη Μονάδα Συμπαραγωγής
1	Μονοκατοικίες	5 + 50	Μηχανή OTTO, Μηχανή STIRLING Κυψέλη καυσίμου, Μικροστρόβιλος
2	Πολυκατοικίες	50 + 250	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Κυψέλη καυσίμου, Μικροστρόβιλος
3	Νοσοκομεία	500 + 2000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος, Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)
4	Ξενοδοχεία	200 + 2000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος, Ατμοστρόβιλος (για μεγάλη ισχύ)
5	Κτήρια γραφείων	200 + 500	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL
6	Αθλητικοί χώροι - πισίνες	100 + 300	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL, Αεριοστρόβιλος
7	Εμπορικά κέντρα	200 + 1000	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Αεριοστρόβιλος
8	Εκπαιδευτήρια	200 + 500	Μηχανή OTTO, Μηχανή DIESEL Αεριοστρόβιλος

### Τρόποι λειτουργίας των συστημάτων συμπαραγωγής μικρής κλίμακας (micro – CHP)

Τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής εγκαθίστανται όπως ακριβώς και ένας σύγχρονος λέβητας. Για παράδειγμα, τοποθετούνται σε κουζίνες ή σε υπόγεια μέσα σε δοχεία που προσομοιάζουν καταψύκτη, με το ίδιο επίπεδο θορύβου και τον ίδιο όγκο. Η συντήρησή τους είναι απλή, π.χ. ένα micro-CHP σύστημα γνωστής εταιρείας χρειάζεται συντήρηση κάθε 3.500 ώρες λειτουργίας.

Ανάλογα με τις ανάγκες που πρέπει να καλύψουν, τα micro – CHP's μπορούν να λειτουργούν με διαφορετικούς τρόπους:

*i. Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή θερμότητας*

Η ελεγχόμενη μεταβλητή για την λειτουργία των micro – CHP's για παραγωγή Θερμότητας, είναι πάντα οι απαιτήσεις σε θέρμανση. Ο παραγόμενος ηλεκτρισμός θεωρείται παραπροϊόν της διαδικασίας και προορίζεται για ίδια χρήση ή για τροφοδότηση του δικτύου. Τα μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής μπορούν να ενισχύονται από επιπρόσθετους λέβητες με σκοπό την κάλυψη της απαιτούμενης Θερμότητας.

*ii. Έχοντας ως κύρια λειτουργία την παραγωγή ηλεκτρισμού*

Η ελεγχόμενη μεταβλητή για την λειτουργία των micro – CHP's, για παραγωγή ηλεκτρισμού, είναι πάντα οι απαιτήσεις σε ηλεκτρική ενέργεια. Η λειτουργία τους γίνεται:

- Παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τα micro – CHP's προμηθεύουν τους καταναλωτές ενέργεια μέχρι να φτάσουν τη μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ενέργεια ενώ οι υπόλοιπες ανάγκες καλύπτονται από το ηλεκτρικό δίκτυο.

- Ανεξάρτητα για την κάλυψη των αναγκών των καταναλωτών (πολύ συχνά σε συνδυασμό με συστοιχία μπαταριών).
- Εφεδρικά.

Η θερμική ενέργεια, η οποία παράγεται ταυτόχρονα από micro – CHP's θα πρέπει να χρησιμοποιείται όσο το δυνατόν καλύτερα σε κατάλληλες δεξαμενές αποθήκευσης θερμότητας ή άλλες μονάδες αποθήκευσης θερμότητας.

*iii. Έχοντας ως κύρια λειτουργία τη Συνδυασμένη Παραγωγή Θερμότητας και Ηλεκτρισμού*

Είναι πιθανή η εφαρμογή συνδυασμένων τρόπων λειτουργίας, όπως για παράδειγμα: α) Κίνηση με θερμότητα, λαμβάνοντας υπόψη την αιχμή του φορτίου. β) Μέγιστη ηλεκτρική ενέργεια και /ή ζήτηση σε θερμότητα. γ) Ελάχιστη ηλεκτρική ενέργεια και /ή ζήτηση σε θερμότητα. Ο διαφορετικός τρόπος λειτουργίας τους επιτυγχάνεται μέσω ενός συστήματος διαχείρισης ενέργειας, το οποίο επιλέγει τη βέλτιστη λειτουργία για τις συγκεκριμένες ανάγκες.

#### **6.2.7.1 Εφαρμογή 7<sup>ο</sup> σεναρίου**

Σε περιπτώσεις κατοικιών η συνηθέστερη επιλογή είναι η εγκατάσταση μονάδας μικρο-συμπαραγωγής με μηχανή εσωτερικής καύσης, και για το λόγο αυτό επιλέγουμε μονάδα με κινητήρα Otto η οποία χρησιμοποιεί ως καύσιμη ύλη φυσικό αέριο.

Σύμφωνα με τη σχέση 4.1 της TOTEE, η πραγματική θερμική ισχύς υπολογίζεται ίση με:



$P = A \cdot U_m \cdot \Delta T \cdot 2,5 = 59 \text{ [kW]}$  (συνεπώς δεν είναι υπερδιαστασιολογημένος ο υπάρχων λέβητας)

Η ισχύς και ο θερμικός βαθμός απόδοσης αποτέλεσαν τα κύρια κριτήρια επιλογής του συστήματος που θα εγκατασταθεί. Κατόπιν αναζήτησης έχοντας ως πηγή δεδομένων τη διπλωματική εργασία «Τεχνικοοικονομική μελέτη μ-ΣΗΘ στον οικιακό τομέα» του Παναγιώτου Βασιλείου, επιλέχτηκε μονάδα συμπαραγωγής με τα κάτωθι χαρακτηριστικά:

**Πίνακας 6.2.15** Επιλογή μονάδας συμπαραγωγής για την εξέταση του σεναρίου (Πηγή: KraftWerk, <http://kwk.info/>)

Χαρακτηριστικό μέγεθος	
Όνομασία μοντέλου	MEPHISTO G26
Τύπος κινητήρα	Τετρακύλινδρος Perkins 4000cc
Θερμική ισχύς	38 – 55 kW
Θερμικός βαθμός απόδοσης	73,5 %
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης	31,5 %
Ηλεκτρική κατανάλωση βοηθητικών συστημάτων (λ.χ. κυκλοφορητής)	170 W
<b>Συνολικό κόστος εγκατάστασης</b>	<b>48000 € *</b>
* στη τιμή περιλαμβάνονται ο φόρος προστιθέμενης αξίας, τα έξοδα συσκευασίας και λοιπά έξοδα εγκατάστασης.	

Σε περίπτωση κάλυψης και αναγκών σε ζεστό νερό, προστίθενται και Boiler 2000L καθώς και κυκλοφορητής Grundfos Alpha 25/45, οπότε το κόστος της επένδυσης σε αυτή την εκδοχή ανέρχεται σε 50900 €.

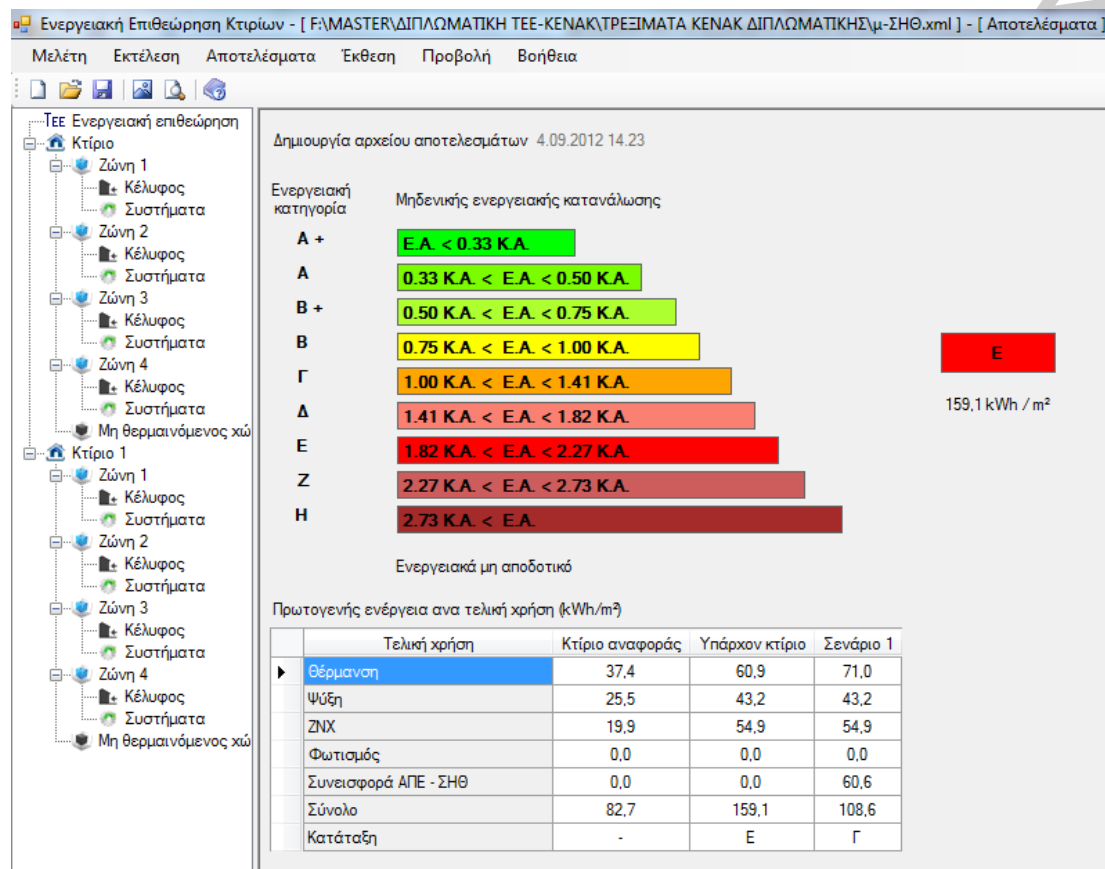
**Πίνακας 6.2.16** Επιπλέον χαρακτηριστικά μεγέθη για μ-σηθ σε περίπτωση κάλυψης και αναγκών σε ZNX.

	Μοντέλο	Κόστος (€)
boiler 2000L	theros	1700
κυκλοφορητής	grundfos alpha 25/45	200
υδραυλικές εργασίες		1000
συνολικό κόστος		2900
<b>συνολικό κόστος εγκατάστασης για σύνδεση με ZNX</b>		<b>50.900 €</b>



### 6.2.7.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

Χωρίς κάλυψη ΖΝΧ



Εικόνα 6.2.40 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ (σενάριο 1)

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα της ενεργειακής κατάταξης, με την εγκατάσταση μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση, παρατηρείται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ύψους 50,5 kWh/m<sup>2</sup>. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να βελτιωθεί η ενεργειακή κατάταξη στη κατηγορία Γ (έναντι της Ε του υπάρχοντος κτηρίου). Το μέγεθος της εξοικονόμησης οφείλεται στη συνεισφορά από ΣΗΘ που φτάνει τις 60,6 kWh/m<sup>2</sup>. Αυτές υπολογίζονται από την ενεργειακή κατανάλωση από ΣΗΘ πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή του ηλεκτρισμού (2,9).

Σενάριο 1 (εγκατάσταση μ-ΣΗΘ) – Απόδοση = 1,31

Η κατανάλωση πρωτογενούς στη θέρμανση έχει αυξηθεί στο σενάριο 1 σε σχέση με το υπάρχον κατά 10,1 kWh/m<sup>2</sup>, εξαιτίας του γεγονότος ότι το μ-ΣΗΘ έχει χαμηλότερο θερμικό βαθμό απόδοσης (0,735) σε σχέση με τον λέβητα πετρελαίου. Έτσι, αν και καταναλώνεται Φ.Α. που έχει χαμηλότερο συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας από το πετρέλαιο, η κατανάλωση καυσίμου αυξάνεται.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\μ-ΣΗΘ.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	19,9	16,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	14,6	66,8
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	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	6,2	5,0	3,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,6	20,9
Σύνολο	21,9	17,9	12,9	2,7	2,0	4,3	6,5	6,2	2,2	1,5	5,9	16,6	100,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	24,6	24,3
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	66,3	54,1
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	100,6	37,3

Εικόνα 6.2.41 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων λειτουργίας με μ-ΣΗΘ.

Όπως φαίνεται στην παραπάνω εικόνα, η κατανάλωση ηλεκτρισμού έχει μειωθεί στις 24,6 kWh/m<sup>2</sup>. Αυτό συμβαίνει διότι το μ-ΣΗΘ συνεισφέρει μόνο κατά τη χειμερινή περίοδο (20,9 kWh/m<sup>2</sup>)τους θερινούς μήνες δεν καλύπτει το φορτίο σε ZNX και ψύξη των 24,3 kWh/m<sup>2</sup>. Μαζί με την ηλεκτρική ενέργεια από τους κυκλοφορητές (0,3 kWh/m<sup>2</sup>) προκύπτει το μέγεθος των 24,6 kWh/m<sup>2</sup>, ενέργεια που ζητάει από το δίκτυο.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\μ-ΣΗΘ.xml ] - [ Οικονομο

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

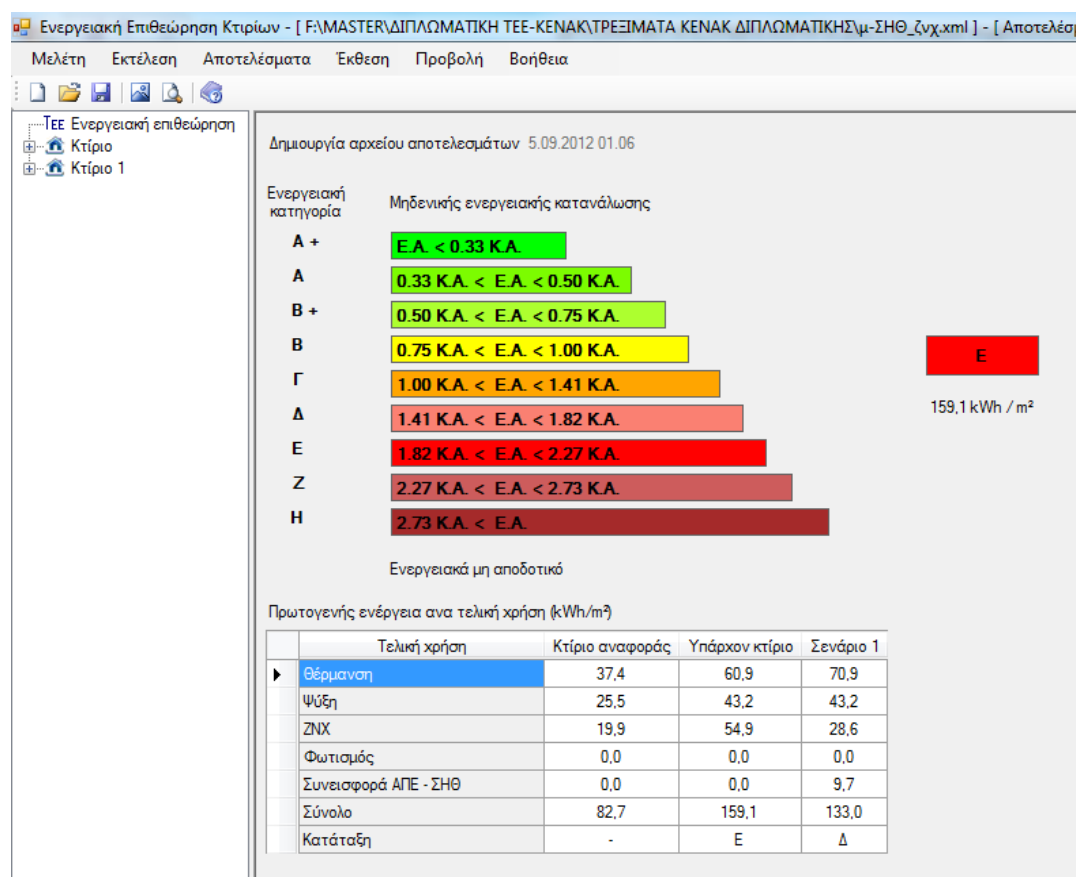
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)		2.879,5	4.471,7	3.862,0
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				48.000,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				50,5
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				31,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				1,9
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				10,9
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				78,7

Εικόνα 6.2.42 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ (σενάριο 1)

Με την μείωση της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας από ηλεκτρισμό, και με την αντικατάσταση του καυσίμου θέρμανσης με Φ.Α. επιτυγχάνεται μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 10,9 kWh/m<sup>2</sup>. Ωστόσο, το αρχικό κόστος επένδυσης είναι αρκετά υψηλό και το λειτουργικό κόστος με την επέμβαση μειώνεται μόνο κατά 509,7€ ετησίως, καθιστώντας το μ-ΣΗΘ ασύμφορο οικονομικά.

## Με κάλυψη ZNX



**Εικόνα 6.2.43** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ZNX (σενάριο 1)

Εάν συνδεθεί το μ-ΣΗΘ και για κάλυψη αναγκών σε ZNX, εκτός από θέρμανση, η ενεργειακή κατάταξη βελτιώνεται (κατηγορία Δ), όχι όμως όπως στην προηγούμενη περίπτωση (κατηγορία Γ).

Σενάριο 1 (εγκατάσταση μ-ΣΗΘ για θέρμανση & ZNX) – Απόδοση = 1,61

Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, έτσι και εδώ, λόγω του χαμηλότερου θερμικού βαθμού απόδοσης του μ-ΣΗΘ, κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για θέρμανση αυξήθηκε.

Η κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας για ZNX παρουσίασε μείωση της τάξης των 26,3 kWh/m<sup>2</sup>.

Η συνεισφορά ΣΗΘ είναι μόνο 9,7 kWh/m<sup>2</sup>, πολύ χαμηλότερη σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση μ-ΣΗΘ, και γι' αυτό το λόγο έχει χαμηλότερη κατάταξη. Θα περίμενε κανείς ωστόσο, πως καθώς η ενέργεια από ΣΗΘ είναι 29,4 kWh/m<sup>2</sup>, ότι βάσει αυτής, η συνεισφορά από ΣΗΘ θα έπρεπε να αναγράφεται ίση με  $(29,4 * 2,9) = 85,26$  kWh/m<sup>2</sup>. Τότε, το σύνολο της πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση θα ήταν ίσο με  $(70,9+43,2+28,6)-(85,26) = 57,44$  kWh/m<sup>2</sup>.

Η διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι η συνεισφορά των μ-ΣΗΘ λαμβάνεται υπόψη στο λογισμικό ως ιδιοκατανάλωση, για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών του κτιρίου.

Στην πρώτη περίπτωση που το ZNX του κτιρίου καλύπτεται από ηλεκτρική αντίσταση, οι καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας είναι μεγαλύτερες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η συνεισφορά της μ-ΣΗΘ να είναι μεγάλη.

Αντίθετα, στην περίπτωση που εγκαθίσταται σύστημα μ-ΣΗΘ για την ταυτόχρονη κάλυψη θέρμανσης και ZNX, το ηλεκτρικό φορτίο της κατοικίας αφορά μόνο την κάλυψη των αναγκών σε ψύξη και τους κυκλοφορητές, φορτίο μικρότερο συγκριτικά με πριν. Συνεπώς, η συνεισφορά της μονάδας που λαμβάνεται υπόψη από το λογισμικό είναι μικρότερη, παρόλο που η παραγόμενη ενέργεια είναι μεγαλύτερη (η οποία παραμένει όμως παραμένει ανεκμετάλλευτη).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ μ-ΣΗΘ\_ζυχ.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Κτίριο 1

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	19,9	16,0	11,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	14,6	66,8
Ηλεκτρική 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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	2,9	2,6	2,8	2,5	2,2	1,8	1,6	1,6	1,8	2,1	2,4	2,8	27,2
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	7,2	5,9	4,3	1,1	0,7	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	2,1	5,5	29,4
Σύνολο	22,8	18,7	13,8	3,5	2,6	4,9	7,0	6,7	2,7	2,1	6,6	17,4	108,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	12,3	12,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	93,5	18,3
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	108,9	30,5

**Εικόνα 6.2.44** Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ZNX.

Η κατανάλωση σε ηλεκτρισμό των 12,3 kWh/m<sup>2</sup> αποτυπώνει την ενέργεια που δεν μπορεί να καλύψει σε ψύξη τους καλοκαιρινούς μήνες το μ-ΣΗΘ.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\μ-ΣΗΘ\_ζνχ.xml ] - [ Οικονομική ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

	Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
► Λειτουργικό κόστος (€)		2.879,5	4.471,7	4.160,9
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)				50.900,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				26,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				16,4
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				3,8
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				17,7
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				163,8

**Εικόνα 6.2.45** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης λειτουργίας με μ-ΣΗΘ για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση και ΖΝΧ (σενάριο 1)

Χάρη στην μείωση της κατανάλωσης σε ηλεκτρισμό και στην αντικατάσταση του καυσίμου με Φ.Α., οι εκπομπές σε CO<sub>2</sub> μειώνονται με αυτή την επέμβαση κατά 17,7 kg/m<sup>2</sup>.

### 6.2.8 Εγκατάσταση Ηλιακού Συλλέκτη για κάλυψη ΖΝΧ ή/και Θέρμανση

Σύμφωνα με το άρθρο 8, παράγραφος 3, του Κ.Εν.Α.Κ., σε όλα τα νέα ή ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται στο 60%.

Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα για το υπάρχον κτήριο, οι ενεργειακές καταναλώσεις για ζεστό νερό χρήσης είναι αυξημένες συγκριτικά με το κτήριο αναφοράς, και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στο υπάρχον κτήριο οι ανάγκες καλύπτονται από ηλεκτρικό θερμαντήρα (συντελεστής ηλεκτρισμού = 2,9), σε αντίθεση με το κτήριο αναφοράς που χρησιμοποιεί ηλιακούς συλλέκτες (15% κάλυψη αναγκών) σε συνδυασμό με το λέβητα πετρελαίου (συντελεστής πετρελαίου= 1,1).

Συνεπώς, η εξέταση εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη αναγκών σε ΖΝΧ κρίνεται αναγκαία. Παράλληλα, επιλέγεται να εξεταστεί και η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για την υποβοήθηση και στην κάλυψη τμήματος θέρμανσης, προκειμένου πέρα από τον ηλεκτρισμό να εξοικονομηθεί και η κατανάλωση πετρελαίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τα ηλιακά και ηλιοθερμικά συστήματα, και στη συνέχεια εξετάζονται τα διάφορα σενάρια.

#### Θεωρητικό Μέρος

##### Ηλιακός Συλλέκτης για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης

Ένα τυπικό σύστημα παραγωγής ζεστού νερού αποτελείται από τους ηλιακούς συλλέκτες, μια δεξαμενή αποθήκευσης του ζεστού νερού, τις απαραίτητες σωληνώσεις και το σύστημα ελέγχου. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται από το συλλέκτη και η συλλεγόμενη θερμότητα αντλείται με φυσικό ή τεχνητό τρόπο στη δεξαμενή.

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη ηλιακών συστημάτων ζεστού νερού:

- από τα χαμηλού κόστους απλά (και συνήθη στην Ελλάδα) θερμοσιφονικά συστήματα,
- έως τα πιο αποδοτικά, σύνθετα και πιο δαπανηρά συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

**Πίνακας 6.2.17** Ανάγκες ζεστού νερού διαφορετικών χρηστών (Πηγή: ΚΑΠΕ)

		Χαμηλή ζήτηση [λίτρα]	Μέση ζήτηση [λίτρα]	Υψηλή ζήτηση [λίτρα]
<b>Μονοκατοικίες και συγκροτήματα κατοικιών</b>	Ανά άτομο & ημέρα	30	45	60
<b>Αθλητικές εγκαταστάσεις</b>	Ανά χρήση ντους	30	45	60
<b>Μπαρ / εστιατόρια</b>	Ανά κάθισμα	10	25	45
<b>Μοτέλ / ξενοδοχεία</b>	Ανά κλίνη	30	50	100
	Ανά χρήση ντους	30	45	60

Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών, εκτός από τη γεωγραφική περιοχή, εξαρτάται και από την εφαρμογή για την οποία προορίζονται.

- Βέλτιστη κλίση για χειμερινή λειτουργία: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15°
- Βέλτιστη κλίση για θερινή λειτουργία: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής - 15°
- Βέλτιστη κλίση για ετήσια λειτουργία: κλίση της επιφάνειας πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

**Πίνακας 6.2.18** Κατευθυντήριες γραμμές για το σχεδιασμό ηλιακών μονάδων παραγωγής ZNX σε κατοικίες (Πηγή: ΚΑΠΕ)

<b>Σχεδιασμός ηλιακών μονάδων παραγωγής ZNX</b>	
<b>Προσανατολισμός</b>	Ιδανικός είναι ο νότιος. Η απόκλιση 50° ανατολικά ή δυτικά είναι αποδεκτή.
<b>Κλίση</b>	Η κλίση του συλλέκτη από 25° έως 50° είναι ιδανική, αλλά μια κλίση 90 (πρόσοψη) είναι επίσης αποδεκτή.
<b>Εμβαδό συλλέκτη</b>	1-2 m <sup>2</sup> / 30 lt
<b>Αποθήκευση</b>	40 έως 60 lt/m <sup>2</sup> εμβαδού του συλλέκτη
<b>Ηλιακή κάλυψη</b>	40 έως 65%
<b>Ειδική ετήσια απολαβή</b>	350 – 450 kWh/m <sup>2</sup> εμβαδού του συλλέκτη



**Πίνακας 6.2.19** Επιλογή τύπου συλλέκτη ανάλογα με την χρήση (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Τεχνολογία Συλλέκτη	Κόστος	Απόδοση (kWh/m <sup>2</sup> /χρόνο)	Τυπική χρήση
Χωρίς κάλυμμα	Χαμηλό	300	Θέρμανση πισίνας
Επίπεδος συλλέκτης (μαύρη μπογιά)	Μεσαίο	650	Θέρμανση πισίνας, ZNX
Επίπεδος συλλέκτης (επιλεκτικός απορροφητής)	Μεσαίο	700	ZNX, Θέρμανση χώρου, Ηλιακός κλιματισμός
Συλλέκτες κενού	Υψηλό	850	Θέρμανση χώρου, Ηλιακός κλιματισμός

**Πίνακας 6.2.20** Διαστασιολόγηση ηλιακών συλλεκτών (πηγή: ΚΑΠΕ)

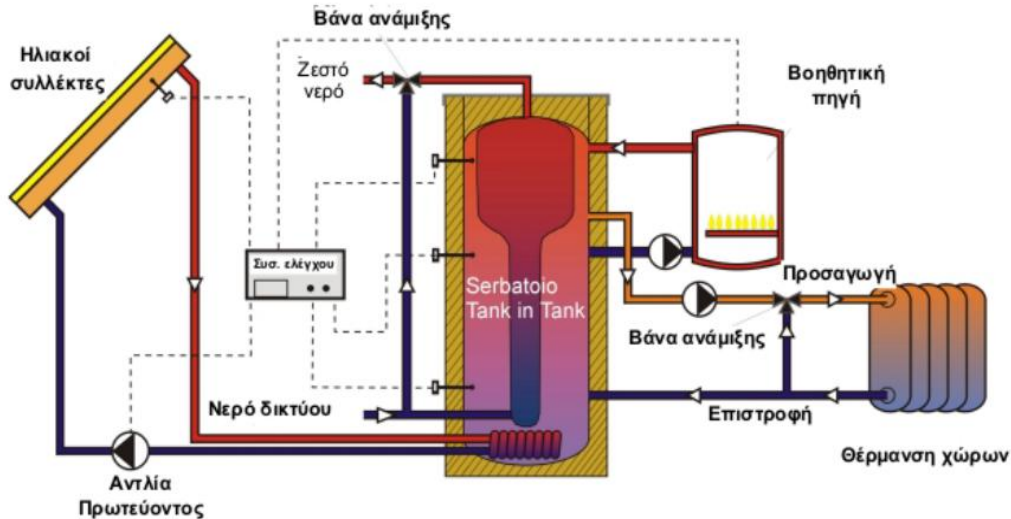
Είδος συλλέκτη	Χρήση	Ειδική απαιτούμενη επιφάνεια (Ελλάδα)
Συλλέκτης χωρίς κάλυμμα	Θέρμανση Πισίνας	m <sup>2</sup> συλλεκτών = 0,8·m <sup>2</sup> πισίνας
Επίπεδος Συλλέκτης (μαύρη μπογιά)	Θέρμανση Πισίνας	m <sup>2</sup> συλλεκτών = 0,6·m <sup>2</sup> πισίνας
Επίπεδος Συλλέκτης (επιλεκτικός)	ZNX	0,5 m <sup>2</sup> συλλεκτών ανά 50 lt κατανάλωσης
Επίπεδος Συλλέκτης (επιλεκτικός)	ZNX Θέρμανση χώρου	m <sup>2</sup> συλλεκτών = 0,2·m <sup>2</sup> χώρου (40-50% κάλυψη)
Συλλέκτες Κενού	Ηλιακός κλιματισμός Βιομηχανία	10m <sup>2</sup> συλλεκτών 1.000m <sup>3</sup> /h ροή αέρα

#### Ηλιακός Συλλέκτης για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης και Θέρμανση χώρων

Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ZNX και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν από 10% – 60% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες).

Γενικά τα συστήματα αυτά αποτελούνται από το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας), το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας), ένα σύστημα βοηθητικής ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου –αερίου- βιομάζας, αντλία θερμότητας), ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fancoils) και ένα σύστημα ελέγχου. Η ιδανική εφαρμογή του συστήματος είναι για συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών (ενδοδαπέδια, fancoils), ενώ για θέρμανση με θερμαντικά σώματα αναμένεται μια μείωση της απόδοσης κατά 20%-25%.

Τα ηλιακά θερμικά συστήματα που χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρου και νερού χρήσης είναι γνωστά και ως “solar combisystems” ή απλά “combi”.



Εικόνα 6.2.46 Σχηματικό διάγραμμα ενός συστήματος "combi" (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Τα Combi μπορούν να συνδυαστούν με συμβατικά θερμαντικά σώματα (ενσωμάτωση σε ήδη εγκατεστημένο σύστημα) και με συστήματα ηλιακού κλιματισμού. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ το απαιτούμενο συλλεκτικό πεδίο είναι το 20% του χώρου για 40 – 50% κάλυψη (πχ. 20 m<sup>2</sup> επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες για 100 m<sup>2</sup> οικία).

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ενός τέτοιου συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Απλό: Το σύστημα είναι απλό και λειτουργεί όπως ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας.
- Οικονομικό: Έχει μικρότερο κόστος συγκριτικά με άλλα πολύπλοκα συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης και ξεχωριστής διαχείρισης νερού χρήσης.
- Εύκολο στην τοποθέτηση: Σε έναν εύχρηστο οδηγό περιέχονται όλες οι πληροφορίες εγκατάστασης, χωρίς επιπλέον πολύπλοκους αυτοματισμούς.
- Άνεση: Παρέχει συνεχόμενη λειτουργία ζεστού νερού χρήσης και θέρμανσης 24 ώρες την ημέρα με μέγιστη εκμετάλλευση της δωρεάν ηλιακής ενέργειας.
- Τέλος στην υπερθέρμανση τους καλοκαιρινούς μήνες: Το νερό που καταναλώνουμε τους καλοκαιρινούς μήνες δεν επιτρέπει στο δοχείο να υπερθερμανθεί. Αν αυτό δεν είναι αρκετό, λόγω του ειδικού σχεδιασμού της δεξαμενής, η βαλβίδα υπερθέρμανσης δίνει τη λύση με τεχνητή κατανάλωση.
- Οικολογικό: Με την πολύ αποδοτική διαχείριση της δωρεάν και πράσινης ηλιακής ενέργειας, αποφεύγονται εκπομπές ρύπων διοξειδίου του άνθρακα CO<sub>2</sub> και αερίων του θερμοκηπίου.

**Πίνακας 6.2.21** Ενδεικτικά οικονομικά μεγέθη συστημάτων (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Σύστημα	Χρήση	Κόστος (με εγκατάσταση)	Χαρακτηριστικά
	Θέρμανση πισίνας	100€/m <sup>2</sup> συλλέκτη	Συλλέκτης χωρίς κάλυμμα, m <sup>2</sup> συλλέκτη ≈ m <sup>2</sup> πισίνας
Θερμοσιφωνικό	Οικιακή: ZNX	1400€	150 lt boiler 2,5 m <sup>2</sup> συλλέκτη μαύρης μογιάς
	Οικιακή: ZNX	1600€	150 lt boiler 2,5 m <sup>2</sup> συλλέκτη blue Ti
Κεντρικό Ηλιακό Σύστημα (ή COMBI)	Οικιακή: ZNX, Θέρμανση	760€/ m <sup>2</sup> συλλέκτη	200 lt boiler 2 × 2,5 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική (ειδική): ZNX, Θέρμανση πισίνας	614€/ m <sup>2</sup> συλλέκτη	5 × 5.000 lt boiler 186 × 2,7 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική (απλή): ZNX, Θέρμανση πισίνας	510€/ m <sup>2</sup> συλλέκτη	6 × 5.000 lt boiler 212 × 2,7 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη
Ηλιακός Κλιματισμός	Οικιακή: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	200.000€ (χωρίς τα fan coil)	35 kW ψύξη (350 – 400 m <sup>2</sup> σπιτιού) 160 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη
	Οικιακή/Επαγγελματική: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	260.000€ (χωρίς τα fan coil)	58 kW ψύξη (580 – 600 m <sup>2</sup> σπιτιού) 270 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη
	Επαγγελματική: ZNX, Θέρμανση, Κλιματισμός	600.000€ (χωρίς τα fan coil)	350 kW ψύξη (3500 m <sup>2</sup> σπιτιού) 1500 m <sup>2</sup> επιλεκτικού συλλέκτη

### 6.2.8.1 Εφαρμογή 8<sup>ου</sup> σεναρίου

Θα εξεταστούν οι περιπτώσεις εγκατάστασης ηλιακού συλλέκτη με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία, για τις οποίες ισχύουν τα ακόλουθα:

- Ετήσια λειτουργία:  $\beta =$  γεωγραφικό πλάτος περιοχής
- Χειμερινή λειτουργία:  $\beta =$  γεωγραφικό πλάτος περιοχής + 15°

Για την περιοχή της Αθήνας με γεωγραφικό πλάτος γ.π. = 37,58° θα ισχύει αντίστοιχα:

- Ετήσια λειτουργία:  $\beta = 37,58^\circ$
- Χειμερινή λειτουργία:  $\beta = 52,58^\circ$

Επίσης, θα εξεταστούν οι περιπτώσεις εγκατάστασης ηλιακού συλλέκτη για κάλυψη καταρχήν αναγκών ZNX και κατά δεύτερον και για υποβοήθηση θέρμανσης.

### Ηλιακό Σύστημα για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης (ZNX)

Για την εξέταση αυτής της περίπτωσης, επιλέχθηκαν με γνώμονα την κάλυψη των αναγκών της κάθε θερμικής ζώνης (ΘΖ) σε ZNX επιλέχθηκαν ηλιακοί συλλέκτες από τις εταιρίες

CALPAK (απλοί) και ΜΑΛΤΕΖΟΣ (επιλεκτικοί συλλέκτες), τα χαρακτηριστικά των οποίων φαίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Με βάση διαθέσιμα  $m^2$  στην οροφή, η εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών γίνεται τηρώντας τις σωστές αποστάσεις και χωρίς να αλληλοσκιάζονται.

Πιο συγκεκριμένα, όσον αφορά τους απλούς ηλιακούς συλλέκτες, επιλέχθηκε το μοντέλο Calpak Giga NS Trien 125/2 τριπλής ενεργείας της εταιρείας Calpak με δοχείο (boiler) 125 lt για την ΘΖ1 και το μοντέλο Calpak Giga NS Trien 200/4 τριπλής ενεργείας της εταιρείας Calpak με δοχείο (boiler) 200 lt για τις ΘΖ3 και ΘΖ4.

Αντίστοιχα, για τους επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες, επιλέχθηκε ο συλλέκτης της εταιρείας ΜΑΛΤΕΖΟΣ διαστάσεων 1,3 x 1,5 με boiler 160 lt για τη ΘΖ1, και για τις ΘΖ2 και ΘΖ3 δυο συλλέκτες 1,3 x 1,5 ανά θερμική ζώνη με boiler 300 lt.

**Πίνακας 6.2.22** Ηλιακοί συλλέκτες που επιλέχθηκαν για την κάλυψη αναγκών σε ΖΝΧ (Πηγές: ΜΑΛΤΕΖΟΣ, CALPAK)

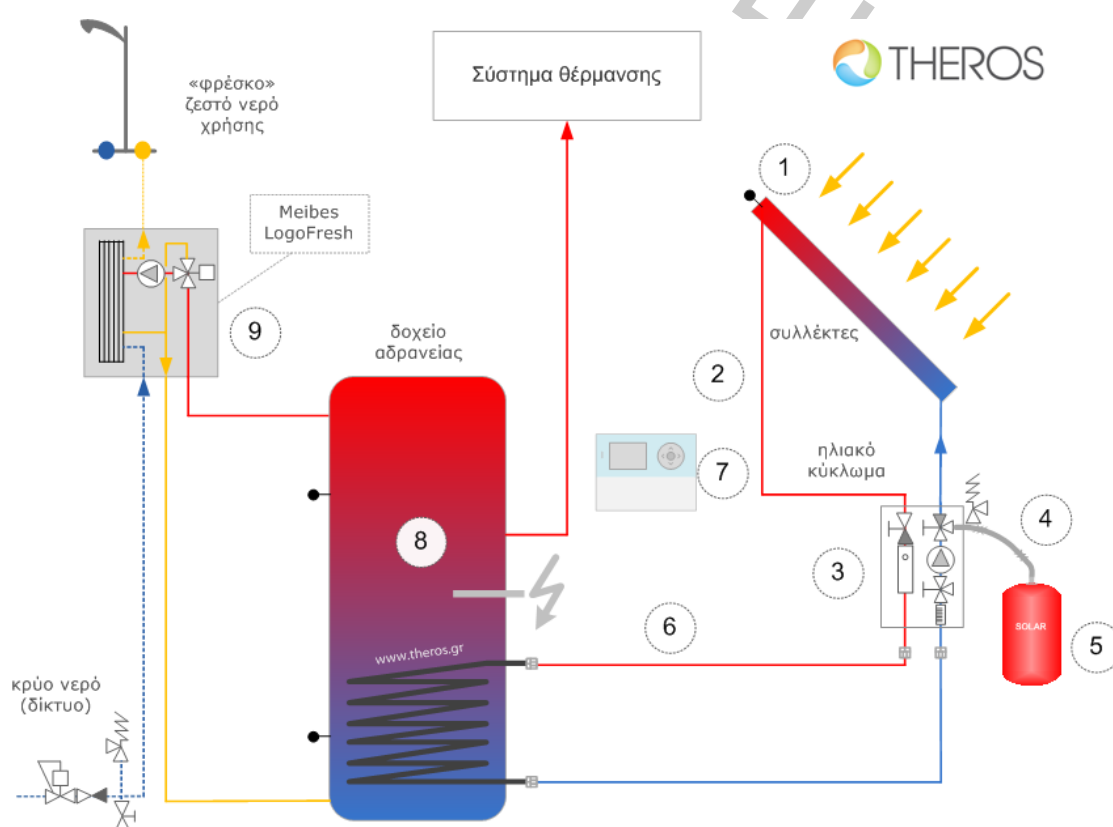
	ΘΖ1	ΘΖ3	ΘΖ4
<b>Απλοί Συλλέκτες</b>			
<b>Τύπος boiler</b>	120 L	200 L	200 L
<b>Συλλεκτική επιφάνεια</b>	2 $m^2$	4 $m^2$	4 $m^2$
<b>Κόστος</b>	1101 €	1737 €	1737 €
<b>Επιλεκτικοί Συλλέκτες</b>			
<b>Τύπος boiler</b>	160 L	300 L	300 L
<b>Συλλεκτική επιφάνεια</b>	1,95	3,9	3,9 $m^2$
<b>Κόστος</b>	1310 €	1575 €	1575 €

### Ηλιακό Σύστημα για παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης και Θέρμανση χώρων

Το ηλιακό σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης και ζεστού νερού που επιλέχθηκε για την εξεταζόμενη περίπτωση κατοικίας είναι το THEROS AK Chili Plus 121AK2000 το οποίο περιλαμβάνει:

- Ηλιακούς συλλέκτες AKOTEC VRK DF πολύ υψηλής απόδοσης με 120 σωλήνες, κατασκευασμένοι 100% στη Γερμανία.
- Ανακλαστήρα από αυτοκόλλητο αλουμίνιο ή ανακλαστική μπογιά νανοτεχνολογίας (δυνατότητα επιλογής τεσσάρων χρωμάτων)
- Ανοξείδωτες ντίζες στήριξης για τους συλλέκτες για ταράτσα
- Σωλήνωση ηλιακού κυκλώματος 40 μέτρων από ανοξείδωτο σπирάλ SS-flex με μόνωση Solar HT-UV υψηλών θερμοκρασιών πάχους 19mm με προστασία UV.
- Όλους τους απαραίτητους συνδέσμους για το ηλιακό κύκλωμα
- Αντλιοστάσιο ηλιακού κυκλώματος 2πλής γραμμής Meibes SolarStation με εξαεριστικό, με αντλία Solar, με βαλβίδα ασφαλείας, ροόμετρο, θερμόμετρα εισόδου & εξόδου, πιεσόμετρο, διαχωριστική αέρα, βαλβίδες πλήρωσης & εκκένωσης, και μονωτικό περίβλημα, κυκλοφορητή Grundfos Solar 15-65 σύνδεση των συλλεκτών σε διάταξη 3 x 40 tubes
- Δοχείο διαστολής Solar για το ηλιακό κύκλωμα

- Ψηφιακός ελεγκτής Grandis 600 με ηλεκτρονικό έλεγχο της ταχύτητας του κυκλοφορητή ηλιακών για μέγιστη απόδοση του συστήματος, έλεγχο αντιστάθμισης θέρμανσης, και επιπλέον λειτουργίες αυτοματισμού
- Ηλεκτρονικός πίνακας (Hager) με ενσωματωμένο αυτοματισμό H-ES, τους απαραίτητους διακόπτες και ασφάλειες, και 3φασικό ψηφιακό μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας ηλεκτρονικό
- Ηλεκτρικές αντιστάσεις στο δοχείο αδρανείας, μέγιστης ισχύος 20kW, 3ph/400V
- Δοχείο αδρανείας 2.000 λίτρων THEROS DA 3πλής ενέργειας με εναλλάκτη ηλιακών, και ηλεκτρική αντίσταση 20kW/3ph/400V
- Αντιψυκτικό έτοιμο μίγμα Tyfo LS (Γερμανία) για συλλέκτες κενού και προστασία ως τους -28°C
- Αυτόματη 3οδη θερμοστατική βαλβίδα 100lt/min για το υπάρχον boiler ZNX



**Εικόνα 6.2.47** Ηλιακό σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης και ηλιακών για την εξεταζόμενη κατοικία από την εταιρία THEROS

Τεχνικά Στοιχεία			
Έκδοση	VRK 2001 DF	VRK 3001 DF	VRK 4000 DF
Σωλήνες κενού	20	30	40
<b>Διαστάσεις</b>			
Μήκος	2200 mm	2200 mm	2200 mm
Πλάτος	1500 mm	2250 mm	3750 mm
Πάχος	120 mm	120 mm	120 mm
Συνολική επιφάνεια	3,20 m <sup>2</sup>	4,90 m <sup>2</sup>	6,40 m <sup>2</sup>
Επιφ. παραθύρου	2,928 m <sup>2</sup>	4,392 m <sup>2</sup>	5,856 m <sup>2</sup>
Βάρος	45,0 kg	67,5 kg	90,0 kg
<b>Απορροφητής</b>			
Επιφάνεια (2 όψεις)	3,259 m <sup>2</sup>	4,889 m <sup>2</sup>	6,518 m <sup>2</sup>
<b>Επιδόσεις <sup>1, 2, 3</sup></b>			
Μέγιστη ισχύς συλλέκτη (15°)	2,159 kW	3,238 kW	4,318 kW
Συντελεστής η0 (0° / 15°)	0,586 / 0,749	0,586 / 0,749	0,586 / 0,749
Συντελεστής η1	1,485 W/(m <sup>2</sup> K)	1,485 W/(m <sup>2</sup> K)	1,485 W/(m <sup>2</sup> K)
Συντελεστής η2	0,002 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,002 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )	0,002 W/(m <sup>2</sup> K <sup>2</sup> )
Θερμοκρασία στασιμότητας	T tube 300 °C / Συλλέκτης 192 °C		
<b>Σημειώσεις</b>			
1.	Τα στοιχεία βασίζονται στην δοκιμή από το εργαστήριο TUV Rheinland (28-05-2008 Κολωνία, Γερμανία), και το οποίο διατίθεται στην σελίδα μας ή με ζήτηση από το τμήμα πωλήσεων.		
2.	Οι συντελεστές απόδοσης είναι για την επιφάνεια παραθύρου (Aperture area) και με ανακλαστήρα.		
3.	Λόγω της αξιοποίησης και της αντανάκλασης οι συλλέκτες VRK αποδίδουν καλύτερα όταν ο ήλιος δεν είναι απόλυτα κάθετος (0°).		

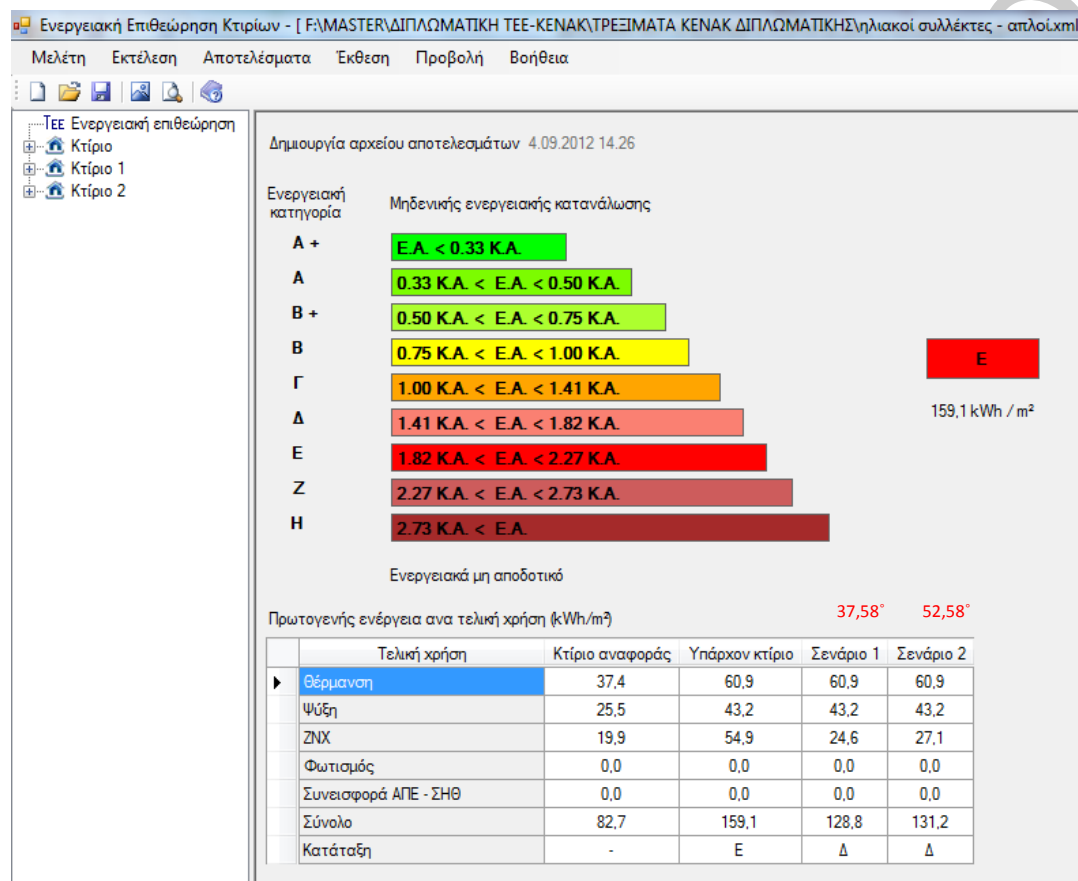
Εικόνα 6.2.48 Προδιαγραφές ηλιακών συλλεκτών Acotec



## 6.2.8.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη

### Ηλιακό σύστημα για κάλυψη ZNX

#### Απλοί



**Εικόνα 6.2.49** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση απλών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ZNX για δύο διαφορετικές κλίσεις συλλεκτών (σενάριο 1 και 2)

Το σενάριο 1 αντιστοιχεί σε κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος Αθήνας = 37,58°), και το σενάριο 2 σε κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος + 15 = 52,58°).

Μετά την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ZNX, η ενεργειακή κατάταξη αναβαθμίζεται και για τα δύο σενάρια στην κατηγορία Δ.

Σενάριο 1 (απλοί ηλιακοί με κλίση =37,58°) – Απόδοση = 1,56

Σενάριο 2 (απλοί ηλιακοί με κλίση =52,58°) – Απόδοση = 1,59

Παρατηρείται ότι η εγκατάσταση των ηλιακών σε κλίση για βέλτιστη λειτουργία είναι σε ετήσια βάση, αφού επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 30,3 kWh/m<sup>2</sup>, σε αντιδιαστολή με τη χειμερινή λειτουργία των συλλεκτών, όπου η εξοικονόμηση είναι 27,9 kWh/m<sup>2</sup>. Αυτό είναι λογική συνέπεια, καθώς επιθυμούμε τη βέλτιστη παρακολούθηση της τροχιάς του ήλιου όλο το χρόνο, και σε μεγαλύτερη κλίση οι συλλέκτες δεν είναι τόσο αποδοτικοί το καλοκαίρι.

Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται αντιστοιχεί στη τελική χρήση για ZNX, καθώς οι άλλοι δύο τομείς της θέρμανσης και της ψύξης παραμένουν ανεπηρέαστοι από αυτήν την επέμβαση.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-KENAK\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ KENAK ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιακοί συλλέκτες - απλό.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,1	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,0	54,6
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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	1,5	1,2	1,2	0,8	0,4	0,1	0,0	0,0	0,2	0,6	1,1	1,4	8,5
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,8	14,4	10,2	1,6	0,9	3,2	5,3	5,1	1,1	0,6	4,5	13,4	78,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εισοσμέες CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	23,9	23,6
Πετρέλαιο	54,1	14,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	78,0	37,9

Εικόνα 6.2.50 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για ετήσια λειτουργία (37,58°)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-KENAK\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ KENAK ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιακοί συλλέκτες - απλό.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,1	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,0	54,6
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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	1,5	1,3	1,2	0,9	0,6	0,3	0,1	0,1	0,3	0,7	1,0	1,4	9,3
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	10,6
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,8	14,4	10,2	1,7	1,0	3,3	5,4	5,2	1,2	0,7	4,5	13,4	78,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εισοσμέες CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	24,7	24,4
Πετρέλαιο	54,1	14,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	10,6	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	78,9	38,7

Εικόνα 6.2.51 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για χειμερινή λειτουργία (52,58°)

Πλέον, υπάρχει συνεισφορά από την ηλιακή ενέργεια για κάλυψη σε ZNX, επομένως η ενεργειακή κατανάλωση ZNX μειώθηκε, και κατ' επέκταση μειώθηκε και η κατανάλωση σε ηλεκτρισμό (προκύπτει από τις ενεργειακές καταναλώσεις ψύξης, ZNX και κυκλοφορητή).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιακοί συλλέκτες - απλοί.xml ] - [ Οικονομοτεχ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τεε Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

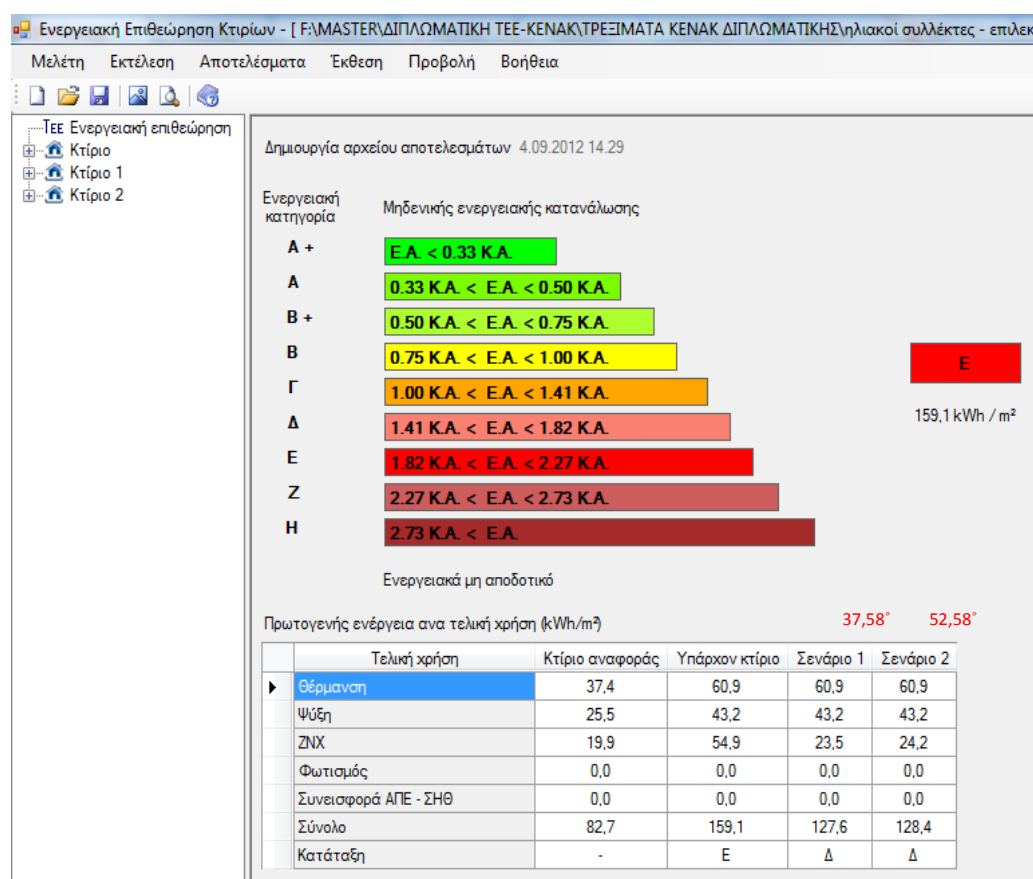
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
► Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	3.871,8	3.919,2
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			4.577,0	4.577,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			30,3	27,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			19,0	17,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			10,3	9,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			7,6	8,3

**Εικόνα 6.2.52** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για εγκατάσταση απλών ηλιακών συλλεκτών με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2)

Από την οικονομοτεχνική ανάλυση προκύπτει ότι χάρη στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (ηλεκτρισμός) λόγω της μείωσης κατανάλωσης ZNX, οι εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώθηκαν κατά 10,3 kg/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και κατά 9,5 (σενάριο 2). Όπως ήταν αναμενόμενο, αφού η εξοικονόμηση στο 1<sup>ο</sup> σενάριο ήταν μεγαλύτερη, και το αρχικό κόστος επένδυσης είναι το ίδιο (αλλάζει μόνο η κλίση των συλλεκτών), η απόσβεση της επένδυσης γίνεται πιο γρήγορα στην πρώτη περίπτωση (7,6 έτη) σε σχέση με τη δεύτερη (8,3 έτη).

## Επιλεκτικοί



**Εικόνα 6.2.53** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ZNX για δύο διαφορετικές κλίσεις συλλεκτών (σενάριο 1 και 2)

Το σενάριο 1 αντιστοιχεί σε κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος Αθήνας = 37,58°), και το σενάριο 2 σε κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος + 15 = 52,58°).

Αντίστοιχα με τους απλούς, και για τους επιλεκτικούς η ενεργειακή κατάταξη αναβαθμίζεται στην κατηγορία Δ και για τις δύο περιπτώσεις κλίσεων των συλλεκτών.

Σενάριο 1 (επιλεκτικοί ηλιακοί με κλίση = 37,58°) – Απόδοση = 1,54

Σενάριο 2 (επιλεκτικοί ηλιακοί με κλίση = 52,58°) – Απόδοση = 1,55

Και στους επιλεκτικούς, η κλίση που συμφέρει καλύτερα από πλευράς εξοικονόμησης είναι το σενάριο 1 (κλίση συλλεκτών για βέλτιστη λειτουργία σε ετήσια βάση). Η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται για τα σενάρια 1, 2 είναι κατ' αντιστοιχία 31,4 kWh/m<sup>2</sup> και 30,7 kWh/m<sup>2</sup>, και οφείλεται αποκλειστικά στην εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που αντιστοιχεί για κατανάλωση ZNX.

Όπως φαίνεται παρακάτω, οι ενεργειακές απαιτήσεις παραμένουν οι ίδιες και για τα δύο σενάρια με αυτές του υπάρχοντος κτηρίου, ενώ λόγω της συνεισφοράς της ηλιακής ενέργειας για ZNX μειώθηκε η ενεργειακή κατανάλωση σε ZNX και η κατανάλωση ηλεκτρισμού.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιακοί συλλέκτες - επιλεκτικοί.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενاريو 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,1	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,0	54,6
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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,7	14,3	10,1	1,6	0,8	3,1	5,3	5,1	1,1	0,6	4,5	13,4	77,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	23,5	23,2
Πετρέλαιο	54,1	14,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	77,6	37,5

88,5

Εικόνα 6.2.54 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για ετήσια λειτουργία (37,58°)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιακοί συλλέκτες - επιλεκτικοί.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενاريو 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,1	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,0	54,6
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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ZNX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	17,7	14,3	10,1	1,6	0,9	3,2	5,3	5,1	1,1	0,6	4,4	13,3	77,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	23,7	23,4
Πετρέλαιο	54,1	14,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	77,9	37,7

Εικόνα 6.2.55 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίση για χειμερινή λειτουργία (52,58°)

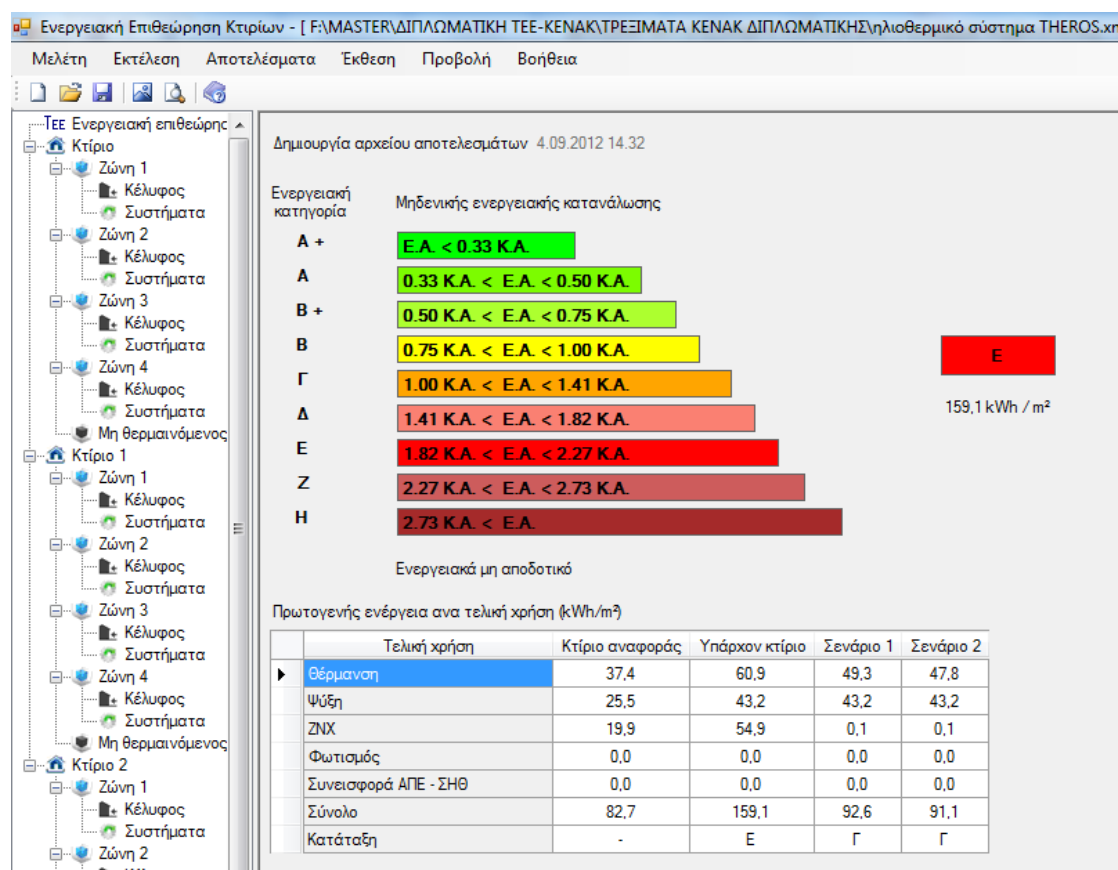
Κόστη και περίοδος αποπληρωμής		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Εξοικονόμηση και κόστη					
►	Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	3.849,1	3.863,9
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			4.638,5	4.638,5
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			31,4	30,7
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			19,8	19,3
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,3	0,3
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			10,7	10,5
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			7,5	7,6

**Εικόνα 6.2.56** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης για εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2)

Και στην περίπτωση των επιλεκτικών, το αρχικό κόστος επένδυσης αποσβένεται πιο γρήγορα για το σενάριο 1 που έχει και την μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας. Συγκριτικά με τους απλούς συλλέκτες, συμπεραίνεται ότι η λύση που συμφέρει περισσότερο τόσο από πλευράς επένδυσης όσο και από πλευράς εξοικονόμησης για την κάλυψη σε ανάγκες σε ZNX, είναι η εγκατάσταση επιλεκτικών συλλεκτών με κλίση για ετήσια λειτουργία (37,58°).



## Ηλιοθερμικό σύστημα για υποβοήθηση θέρμανσης και ZNX



**Εικόνα 6.2.57** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για κάλυψη αναγκών ZNX και υποβοήθηση θέρμανσης με κλίσεις συλλεκτών κενού για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2)

Το σενάριο 1 αντιστοιχεί σε κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος Αθήνας = 37,58°), και το σενάριο 2 σε κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία (ίση με το γεωγραφικό πλάτος + 15 = 52,58°).

Στην περίπτωση εγκατάστασης ηλιοθερμικού συστήματος τα δύο σενάρια αναβαθμίζονται στην κατηγορία Γ της ενεργειακής κατάταξης, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 66,5 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και 68 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 2).

Σενάριο 1 (κλίση συλλεκτών κενού = 37,58°) – Απόδοση = 1,12

Σενάριο 2 (κλίση συλλεκτών κενού = 52,58°) – Απόδοση = 1,10

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα, η χρήση των συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία (52,58°) συμφέρει περισσότερο από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτό είναι λογικό, καθώς με το ηλιοθερμικό σύστημα στοχεύουμε κατά κύριο λόγο στην χειμερινή περίοδο αφού το χρησιμοποιούμε και για κάλυψη αναγκών σε θέρμανση, εκτός από ZNX. Εφόσον ο ήλιος τον χειμώνα κινείται σε χαμηλότερη τροχιά, η κλίση των συλλεκτών θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη ώστε να ακολουθήσουν του ουράνιο θόλο.

Με την εγκατάσταση του ηλιοθερμικού συστήματος, οι ανάγκες σε ZNX καλύπτονται εξολοκλήρου, ενώ στη θέρμανση εξοικονομούνται 11,6 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και 13,1 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 1).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιοθερμικό σύστημα THEROS.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

- Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος
- Κτίριο 2
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14,3	11,1	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	10,2	44,0
Ηλιακή ενέχ	0,0	0,0	2,4	2,8	3,2	3,4	3,6	3,5	3,0	2,5	1,9	1,7	31,5
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	3,7	3,9	5,1	5,8	6,8	7,1	7,5	7,4	6,3	5,3	4,1	3,5	66,5
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	14,3	11,1	6,6	0,0	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	1,8	10,2	59,0

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	15,4	15,2
Πετρέλαιο	43,6	11,5
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	98,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	59,0	26,7

Εικόνα 6.258 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών κενού για ετήσια λειτουργία (37,58°)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ηλιοθερμικό σύστημα THEROS.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατ

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

- Κτίριο 1
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος
- Κτίριο 2
  - Ζώνη 1
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 2
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 3
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Ζώνη 4
    - Κέλυφος
    - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	14,0	10,9	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	9,9	42,7
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	2,1	2,1	2,6	2,8	3,2	3,3	3,5	3,5	3,2	2,8	2,3	2,0	33,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ΖΝΧ	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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	4,2	4,3	5,2	5,7	6,4	6,6	7,0	7,1	6,4	5,7	4,6	4,0	67,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	14,0	10,9	6,4	0,0	0,4	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	1,5	9,9	57,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	15,4	15,2
Πετρέλαιο	42,2	11,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	100,3	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	57,6	26,4

Εικόνα 6.259 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων μετά την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών κενού για χειμερινή λειτουργία (52,58°)

	Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
► Λειτουργικό κόστος (€)		2.879,5	4.471,7	2.897,6	2.834,8
Αρκαίο κόστος επένδυσης (€)				14.452,2	14.452,2
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )				66,4	67,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)				41,8	42,7
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)				0,4	0,4
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )				21,5	21,9
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)				9,2	8,8

**Εικόνα 6.2.60** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης έπειτα από την εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίσεις συλλεκτών κενού για ετήσια και χειμερινή λειτουργία (σενάριο 1 και 2)

Όπως προκύπτει από την οικονομοτεχνική ανάλυση, χάρη στην ηλιακή ενέργεια που χρησιμοποιείται για ΖΝΧ και θέρμανση, μειώνονται σημαντικά οι εκπομπές CO<sub>2</sub>, και συγκεκριμένα κατά 21,5 kg/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και κατά 21,9 kg/m<sup>2</sup> (σενάριο 2).

Πιο συμφέρουσα και από οικονομικής πλευράς, παραμένει η επέμβαση του σεναρίου 2, δηλαδή για κλίση συλλεκτών = 52,58°, καθώς τα έτη απόσβεσης είναι 8,8 (σε αντίθεση με 9,2 έτη του 1<sup>ου</sup> σεναρίου).

## 6.2.9 Βελτίωση συστήματος αερισμού (Μηχανικός Αερισμός)

Στα πλαίσια εξέτασης σεναρίων για την βελτίωση του υπάρχοντος συστήματος, επιλέγεται να εξεταστεί και η εφαρμογή συστήματος μηχανικού αερισμού. Αν και εφαρμόζεται ως επί το πλείστον σε κεντρικές εγκαταστάσεις του τριτογενή τομέα, επιλέχτηκε να εξεταστεί και στα πλαίσια κατοικίας για να διαπιστωθεί εάν και εφόσον αποδίδει τα ίδια οφέλη και αξίζει να προχωρήσει κανείς σε αυτή την επένδυση.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια θεωρητικά στοιχεία για τον μηχανικό αερισμό και έπειτα εξετάζεται η εφαρμογή συγκεκριμένου σεναρίου για την μελέτη περίπτωσης.

### Θεωρητικό Μέρος

Με την αφαίρεση του μολυσμένου, παλιού αέρα και την αντικατάστασή του με φρέσκο, επεξεργασμένο αέρα μπορεί να βελτιωθεί το εσωτερικό περιβάλλον των σπιτιών κατά πολύ.

Σήμερα περνάμε όλο και περισσότερο χρόνο στα σπίτια μας. Στην πραγματικότητα, η έρευνα δείχνει ότι το 50% του χρόνου μας αναλώνεται στο σπίτι, είτε ξύπνιοι είτε κατά τη διάρκεια του ύπνου. Έτσι, η ποιότητα του αέρα που αναπνέουμε στο σπίτι είναι πολύ σημαντικός παράγοντας.

Υπάρχουν διάφορες εν εξελίξει μελέτες που διερευνούν τη σχέση μεταξύ αλλεργιών και την ποιότητα του εσωτερικού αέρα (IAQ). Οι περισσότερες από αυτές είναι στραμμένες προς την ίδια κατεύθυνση: την ανάγκη για μια υψηλότερη παροχή φρέσκου αέρα στα σπίτια. Παράλληλα έχουμε την απαίτηση για αύξηση της ενεργειακής απόδοσης και την ανάκτηση της ενέργειας.

Το σύστημα μηχανικού αερισμού μπορεί να είναι ένα αυτόνομο τοπικό ή κεντρικό σύστημα αερισμού (προσαγωγή νωπού αέρα χωρίς άλλη επεξεργασία εκτός από φιλτράρισμα του αέρα) ή/και εξαερισμού (απαγωγή και απόρριψη εσωτερικού αέρα) ή/και τμήμα ενός δικτύου αερισμού με κεντρική κλιματιστική μονάδα (Κ.Κ.Μ.) διαχείρισης αέρα (θέρμανση, ψύξη, ύγρανση, αφύγρανση, φιλτράρισμα αέρα), δηλαδή πλήρης κλιματισμός και προσαγωγή του απαιτούμενου νωπού αέρα για το χώρο ή την θερμική ζώνη.

Ο αερισμός του κτηρίου είναι ένας βασικός παράγοντας που επιδρά στα συστήματα θέρμανσης/ψύξης και κατά συνέπεια επηρεάζει την τελική ενεργειακή απόδοση του κτηρίου.

Σύμφωνα με τα ευρωπαϊκά πρότυπα, στους υπολογισμούς των θερμικών και ψυκτικών φορτίων μιας θερμικής ζώνης (ή του συνόλου του κτηρίου) λαμβάνονται υπόψη τρεις τύποι αερισμού:

- Ο αερισμός μέσω χαραμάδων κουφωμάτων (διείσδυση αέρα)
- Ο ελεγχόμενος φυσικός αερισμός από τη χρήση κουφωμάτων
- Ο μηχανικός αερισμός, μέσω συστημάτων αερισμού - εξαερισμού – κλιματισμού

Για τον αερισμό λαμβάνονται υπόψη τα εξής:

- a) Σε όλα τα κτήρια υπάρχει αερισμός λόγω αεροστεγανότητας του κτηρίου (διείσδυση αέρα από χαραμάδες κουφωμάτων, κ.α.) καθ' όλο το 24ωρο.
- b) Φυσικός αερισμός εφαρμόζεται μόνο στα κτήρια κατοικίας, όπως και στο κτήριο αναφοράς κατοικίας. Σε περίπτωση που ένα κτήριο κατοικίας διαθέτει μηχανικό αερισμό, τότε λαμβάνεται υπόψη μόνο για το υπό μελέτη ή υπό επιθεώρηση κτήριο και όχι για το κτήριο αναφοράς, στο οποίο και σε αυτή την περίπτωση εφαρμόζεται φυσικός αερισμός. Όταν υπάρχει μηχανικός αερισμός σε μια κατοικία, τότε κατά τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, ο φυσικός αερισμός μειώνεται κατά το ποσό του νωπού αέρα που προσάγεται από το σύστημα του μηχανικού αερισμού.
- c) Μηχανικός αερισμός με την έννοια που ορίζεται παραπάνω εφαρμόζεται σε όλα τα κτήρια του τριτογενούς τομέα.

Σε όλα τα νέα ή/και ριζικώς ανακαινιζόμενα κτήρια σύμφωνα με τον Κ.Εν.Α.Κ. θα πρέπει να υπάρχει σύστημα ανάκτησης θερμότητας μεταξύ του απορριπτόμενου στο εξωτερικό περιβάλλον αέρα και του προσαγόμενου νωπού αέρα.

#### 6.2.9.1 Εφαρμογή 9<sup>ου</sup> σεναρίου

Για τους υπολογισμούς της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου πρέπει να καθορίζονται από το σύστημα μηχανικού αερισμού ή/και εξαερισμού τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Η παροχή νωπού αέρα [ $m^3/h$ ]
- Η απαγωγή αέρα από τη θερμική ζώνη [ $m^3/h$ ]
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα προσαγωγής αέρα [ $W/m^3/s$ ]
- Η ειδική ηλεκτρική ισχύς του ανεμιστήρα απαγωγής αέρα [ $W/m^3/s$ ]
- Ο βαθμός απόδοσης του συστήματος ανάκτησης [%]

Η θερμοκρασία προσαγωγής του αέρα θεωρείται ίση με την εξωτερική θερμοκρασία της περιοχής, ενώ η θερμοκρασία του απορριπτόμενου αέρα θεωρείται ίση με τη θερμοκρασία της θερμικής ζώνης, τόσο για το υπό μελέτη κτήριο όσο και για το κτήριο αναφοράς. Για το κτήριο αναφοράς λαμβάνεται ότι η προσαγωγή νεπού αέρα είναι ίση με τις ελάχιστες απαιτήσεις αερισμού ανά χρήση κτηρίου ή θερμικής ζώνης.

Για την μελέτη του σεναρίου της βελτίωσης του αερισμού στην εξεταζόμενη κατοικία, επιλέχτηκε η εταιρία SystemAir. Στη συνέχεια, ακολουθεί η περιγραφή του συστήματος μηχανικού αερισμού και κλιματισμού.

#### Περιγραφή συστήματος μηχανικού αερισμού.

Κατά τη διάρκεια του εξαερισμού της κατοικίας, αποβάλλουμε από το χώρο και τη θερμική ή ψυκτική ενέργεια του κλιματισμένου αέρα. Με τη χρήση συσκευής Μονάδας Ανάκτησης Ενέργειας, η θερμική ή ψυκτική ενέργεια που αποβάλλεται στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω ενός εναλλάκτη αέρα-αέρα, μεταδίδεται στον εισερχόμενο νεπό αέρα.

Η συσκευή αυτή αποτελείται από έναν ανεμιστήρα εξαερισμού, έναν ανεμιστήρα προσαγωγής νεπού αέρα και τον πυρήνα της συσκευής, το εναλλάκτη αέρα-αέρα. Σακόφιλτρα (κατηγορίας F7) θα φιλτράρουν τον νεπό εισερχόμενο αέρα και φίλτρα (κατηγορίας G3) θα φιλτράρουν τον αέρα του εξαερισμού. Ο εναλλάκτης θα είναι περιστροφικού τύπου, που έχει από τους μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης (85%). Οι ανεμιστήρες θα είναι τεχνολογίας EC (Electronically Commutated) για τη μέγιστη εξοικονόμηση ενέργειας. Η ηλεκτρονική πλακέτα του ανεμιστήρα θα εξασφαλίσει τη βέλτιστη λειτουργία του χωρίς θερμικές απώλειες και θορύβους. Το κέλυφος της Μονάδας Ανάκτησης Ενέργειας είναι από διπλά τοιχώματα με θερμική και ακουστική μόνωση. Η συσκευή είναι επίσης εφοδιασμένη με ηλεκτρική αντίσταση για περιπτώσεις πολύ χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Τέλος το ηλεκτρονικό χειριστήριο της Μονάδας Ανάκτησης Ενέργειας δίνει δυνατότητες ελέγχου ποσότητας αέρα προσαγωγής ή επιστροφής, θερμοκρασίας, χρονοπρογραμματισμού, ενδείξεις αλλαγής φίλτρων και μπορεί να συνδεθεί με πληθώρα αισθητηρίων (ποιότητας αέρα, υγρασίας, παρουσίας κ.λπ.). Κατά τις νυχτερινές ώρες του καλοκαιριού που ο εξωτερικός αέρας μπορεί να είναι σε κατάλληλη και ευχάριστη θερμοκρασία, η συσκευή έχει τη δυνατότητα του free cooling όπου ο εναλλάκτης αέρα-αέρα δεν μεταδίδει την ενέργεια του εξερχόμενου αέρα στον εισερχόμενο.

Η συσκευή τοποθετείται σε κάποιο βοηθητικό χώρο (πατάρι) ή εντός της ψευδοροφής. Η μη δημιουργία συμπυκνωμάτων κάνει πιο ευέλικτη την εγκατάσταση της συσκευής.

Ο αέρας διοχετεύεται και απάγεται μέσω δικτύου αγωγών και στομιών σε κάθε χώρο. Πριν από κάθε στόμιο τοποθετείται ρυθμικό διάφραγμα ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή ποσότητα αέρα.

**Πίνακας 6.2.23** Χαρακτηριστικά μέρη επιλεγμένου μηχανικού αερισμού και κόστη για κάθε ζώνη.

<b>Ισόγειο διαμέρισμα</b>			
<b>ΤΥΠΟΣ</b>	<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΤΕΜΑΧΙΑ</b>	<b>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (€)</b>
<b>ΑΕΡΙΣΜΟΣ</b>			
VR 400 DCV	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 400 m <sup>3</sup> /h	1	2706
BALANCE-E-100	ΣΤΟΜΙΑ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ	4	49,2
BALANCE-S-100	ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ	4	49,2



SPI-100	ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΑΕΡΑ	8	393,6
IGC-100	ΣΤΟΜΙΑ ΛΗΨΗΣ-ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ	2	36,9
	ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ	10	430,5
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		1200
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΖΩΝΗΣ</b>			<b>4865,4</b>

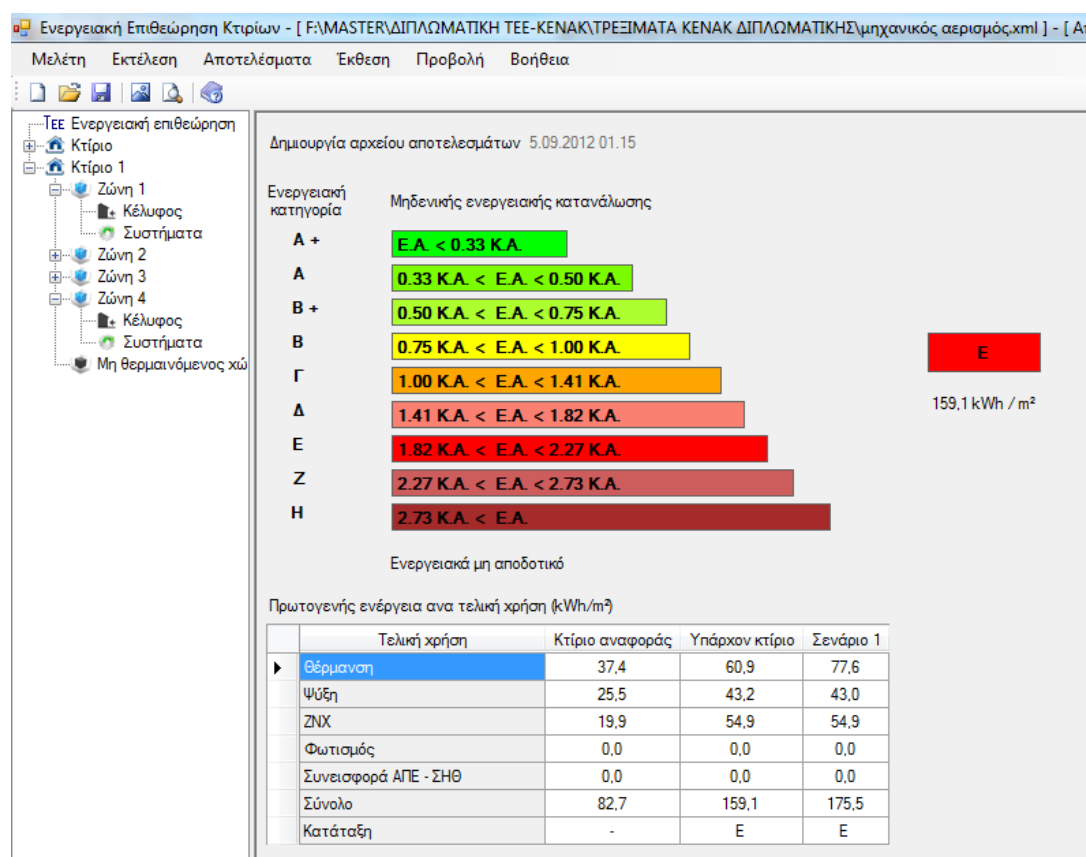
<b>Ισόγειο γραφείο</b>			
ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (€)
<b>ΑΕΡΙΣΜΟΣ</b>			
VR 400 DCV	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 400 m <sup>3</sup> /h	1	2706
BALANCE-E-100	ΣΤΟΜΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ	4	49,2
BALANCE-S-100	ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ	4	49,2
SPI-100	ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΑΕΡΑ	8	393,6
IGC-100	ΣΤΟΜΙΑ ΛΗΨΗΣ-ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ	2	36,9
	ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ	10	430,5
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		1200
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΖΩΝΗΣ</b>			<b>4865,4</b>

<b>1ος όροφος διαμέρισμα</b>			
ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (€)
<b>ΑΕΡΙΣΜΟΣ</b>			
VR 700 DCV	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 700 m <sup>3</sup> /h	1	3198
BALANCE-E-100	ΣΤΟΜΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ	6	73,8
BALANCE-S-100	ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ	6	73,8
SPI-100	ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΑΕΡΑ	12	590,4
IGC-100	ΣΤΟΜΙΑ ΛΗΨΗΣ-ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ	2	36,9
	ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ	10	430,5
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		1200
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΖΩΝΗΣ</b>			<b>5603,4</b>

<b>2ος όροφος διαμέρισμα</b>			
ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΤΕΜΑΧΙΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΙΜΗ (€)
<b>ΑΕΡΙΣΜΟΣ</b>			
VR 700 DCV	ΜΟΝΑΔΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 700 m <sup>3</sup> /h	1	3198
BALANCE-E-100	ΣΤΟΜΙΑ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗΣ ΑΕΡΑ	6	73,8
BALANCE-S-100	ΣΤΟΜΙΑ ΠΡΟΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ	6	73,8
SPI-100	ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ ΑΕΡΑ	12	590,4
IGC-100	ΣΤΟΜΙΑ ΛΗΨΗΣ-ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΝΩΠΟΥ ΑΕΡΑ	2	36,9
	ΕΥΚΑΜΠΤΟΙ ΑΕΡΑΓΩΓΟΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΑΕΡΑ	10	430,5
	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ		1200
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΖΩΝΗΣ</b>			<b>5603,4</b>



### 6.2.9.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.61** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης έπειτα από την εφαρμογή μηχανικού αερισμού (σενάριο 1)

Από τα αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης έπειτα από την εφαρμογή του μηχανικού αερισμού, παρατηρείται ότι όχι μόνο δεν βελτιώνεται, αλλά μάλιστα χειροτερεύει η ενεργειακή κατάταξη (παραμένει κατηγορία E αλλά με περισσότερη κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας).

Σενάριο 1 (μηχανικός αερισμός) – Απόδοση = 2,12

Ο τομέας της θέρμανσης καταναλώνει επιπλέον 16,7 kWh/m<sup>2</sup>, ενώ στην ψύξη εξοικονομούνται μόλις 0,2 kWh/m<sup>2</sup>.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\μηχανικός αερισμός.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλω

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Κτίριο 1

Ζώνη 1

Κέλυφος

Συστήματα

Ζώνη 2

Κέλυφος

Συστήματα

Ζώνη 3

Κέλυφος

Συστήματα

Ζώνη 4

Κέλυφος

Συστήματα

Μη θερμαινόμενος χώ

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,2	7,3	4,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,7	30,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	9,1	14,5	13,8	2,9	0,0	0,0	0,0	41,8
Υγγραση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

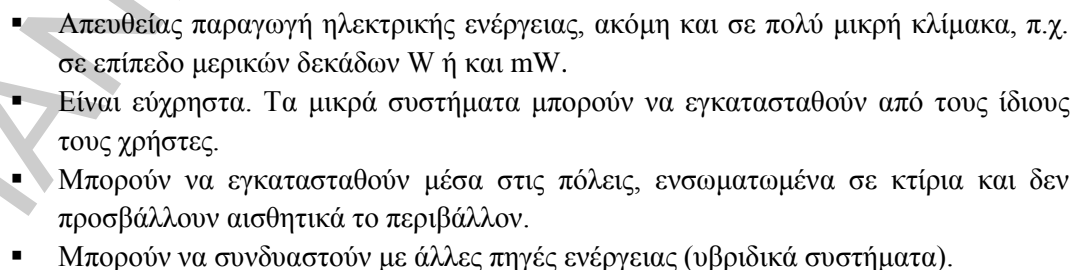
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,2	9,2	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	4,0	12,1	57,5
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	3,1	5,3	5,0	1,0	0,0	0,0	0,0	14,8
ΖΝΧ	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια από φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	18,3	15,0	11,2	3,4	2,0	4,3	6,4	6,2	2,2	2,6	5,7	14,0	91,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	41,7	41,2
Πετρέλαιο	49,6	13,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκσκή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	91,3	54,3

Εικόνα 6.2.62 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων έπειτα από την εφαρμογή μηχανικού αερισμού

Όπως μπορεί να παρατηρηθεί, ο ηλεκτρισμός έχει αυξηθεί αρκετά, και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το λογισμικό προκειμένου να δημιουργήσει συνθήκες άνεσης χώρου (20°C) χρησιμοποιεί την απαραίτητη ηλεκτρική ενέργεια προκειμένου να τις εξασφαλίσει (εάν λόγω χάρη η μονάδα ανάκτησης ενέργειας προθερμαίνει το εξωτερικό αέρα έως τους 17°C, οι υπόλοιποι 3°C θα καλυφθούν από ηλεκτρισμό), ενώ παράλληλα η χρήση ανεμιστήρων επιβαρύνει επιπλέον την κατάσταση. Ίσως θα έπρεπε να παρέχεται η δυνατότητα στον χρήστη του λογισμικού να επιλέγει ο ίδιος μια προκαθορισμένη θερμοκρασία άνεσης χώρου, αν και πάλι, λόγω του υψηλού συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας για τον ηλεκτρισμό, οι καταναλώσεις αν όχι υψηλότερες θα ήταν στα ίδια επίπεδα, γεγονός που καθιστά μια τέτοια επέμβαση για κατοικίες μη ενδεδειγμένο. Από την άλλη, ένας από τους λόγους που ορίζονται συγκεκριμένες συνθήκες χώρου είναι ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Τα αποτελέσματα στην οικονομοτεχνική ανάλυση δείχνουν ακριβώς την αδυναμία της επέμβασης αυτής όχι μόνο να συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας σε μια κατοικία, αλλά και η υποβίβαση της ενεργειακής κατάστασης έχει αντίκτυπο και στις εκπομπές ρύπων, εξαιτίας της αυξημένης κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας.

▪ Απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ακόμη και σε πολύ μικρή κλίμακα, π.χ. σε επίπεδο μερικών δεκάδων W ή και mW.
- Είναι εύχρηστα. Τα μικρά συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν από τους ίδιους τους χρήστες.
- Μπορούν να εγκατασταθούν μέσα στις πόλεις, ενσωματωμένα σε κτίρια και δεν προσβάλλουν αισθητικά το περιβάλλον.
- Μπορούν να συνδυαστούν με άλλες πηγές ενέργειας (υβριδικά συστήματα).

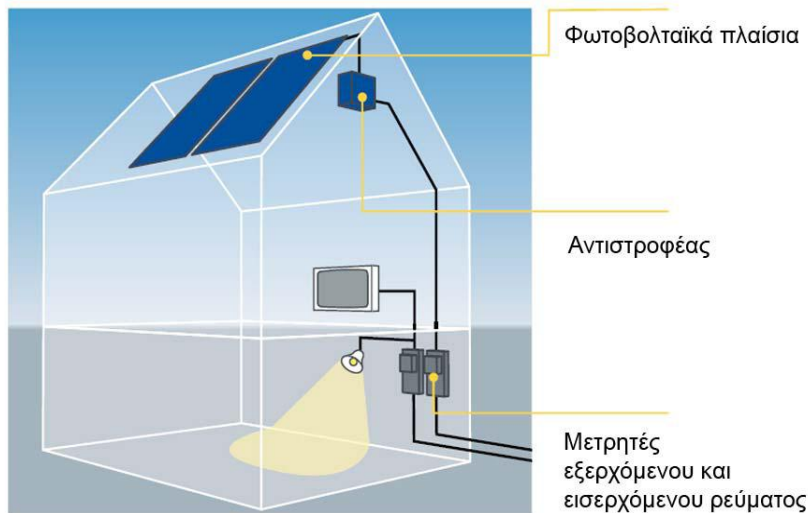
- Είναι βαθμωτά συστήματα, δηλ. μπορούν να επεκταθούν σε μεταγενέστερη φάση για να αντιμετωπίσουν τις αυξημένες ανάγκες των χρηστών, χωρίς μετατροπή του αρχικού συστήματος.
- Λειτουργούν αθόρυβα, εκπέμπουν μηδενικούς ρύπους, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- Οι απαιτήσεις συντήρησης είναι σχεδόν μηδενικές.
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και αξιοπιστία κατά τη λειτουργία. Οι εγγυήσεις που δίνονται από τους κατασκευαστές για τις Φ/Β γεννήτριες είναι περισσότερο από 25 χρόνια καλής λειτουργίας.

Τα Φ/Β συστήματα μπορούν να συμβάλουν σημαντικά στη λεγόμενη «Διάσπαρτη Παραγωγή Ενέργειας» (Distributed Power Generation), η οποία αποτελεί το νέο μοντέλο ανάπτυξης σύγχρονων ενεργειακών συστημάτων παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η διαφοροποίηση στην παραγωγή ενέργειας, που προσφέρεται από τα Φ/Β συστήματα, σε συνδυασμό με την κατά μεγάλο ποσοστό ανεξάρτηση από το πετρέλαιο και την αποφυγή περαιτέρω ρύπανσης του περιβάλλοντος, μπορούν να δημιουργήσουν συνθήκες οικονομικής ανάπτυξης σε ένα νέο ενεργειακό τοπίο που αυτή τη στιγμή διαμορφώνεται στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Μελέτες έχουν δείξει ότι, κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά συστήματα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης περίπου 1,1 κιλών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ (1 kW) αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους.

Επιπλέον, η υποκατάσταση ρυπογόνων καυσίμων από φωτοβολταϊκά συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λ.π.). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.

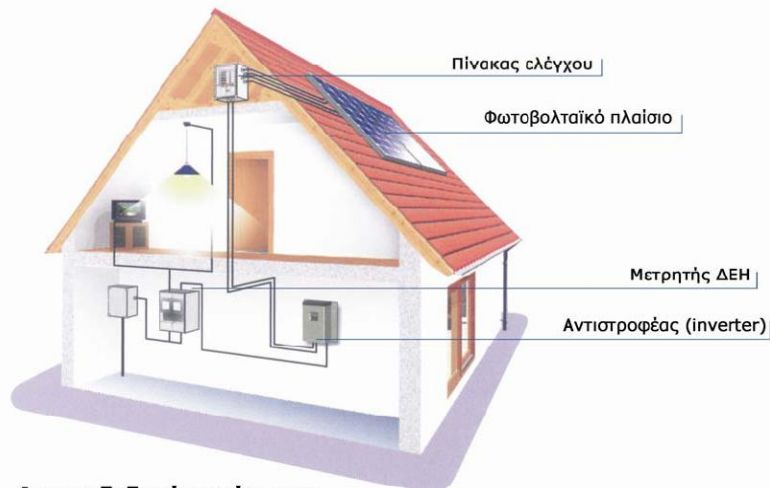
Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα αποτελείται από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια (φωτοβολταϊκή γεννήτρια που ακουμπά σε κάποια μεταλλική βάση στήριξης), και τον αντιστροφέα (inverter) που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα που παράγουν τα φωτοβολταϊκά σε εναλλασσόμενο της ίδιας ποιότητας με το ρεύμα της ΔΕΗ. Το ρεύμα αυτό περνά από ένα μετρητή και διοχετεύεται στο δίκτυο.



Εικόνα 6.2.64 Διάταξη φωτοβολταϊκού συστήματος σε οικεία (Πηγή: ΣΕΦ)

Υπάρχουν δύο τρόποι να χρησιμοποιήσει κανείς τα φωτοβολταϊκά. Σε συνεργασία με το δίκτυο της ΔΕΗ ή ανεξάρτητα από αυτό.

- a) Ένα σύστημα παραγωγής ηλεκτρισμού με φωτοβολταϊκά μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με το δίκτυο της ΔΕΗ (**διασυνδεδεμένο σύστημα**). Στην περίπτωση αυτή, πουλάει κανείς το ηλιακό ρεύμα στο δίκτυο έναντι μιας ορισμένης από το νόμο τιμής και συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ όπως και σήμερα για να καλύψει τυχόν ανάγκες του. Έχει δηλαδή ένα διπλό μετρητή για την καταμέτρηση της εισερχόμενης και εξερχόμενης ενέργειας.

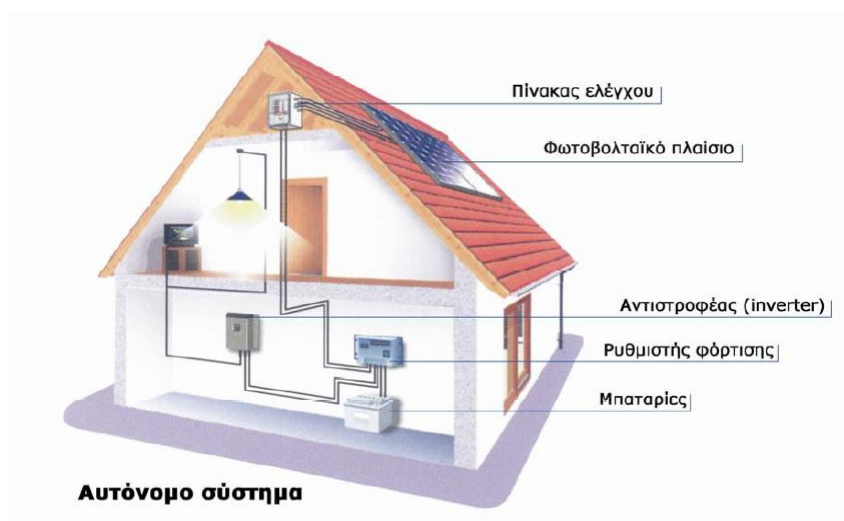


**Διασυνδεδεμένο σύστημα**  
(ανταλλάσσει ενέργεια με το δίκτυο της ΔΕΗ)

Εικόνα 6.2.65 Διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: ΣΕΦ)

- b) Εναλλακτικά, μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μπορεί να αποτελεί ένα αυτόνομο σύστημα που να καλύπτει το σύνολο των ενεργειακών αναγκών ενός κτηρίου ή μιας

επαγγελματικής χρήσης. Για τη συνεχή εξυπηρέτηση του καταναλωτή, η εγκατάσταση θα πρέπει να περιλαμβάνει και μια μονάδα αποθήκευσης (μπαταρίες) και διαχείρισης της ενέργειας.



Εικόνα 6.2.66 Αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα (Πηγή: ΣΕΦ)

Όταν τα φωτοβολταϊκά εκτεθούν στην ηλιακή ακτινοβολία, μετατρέπουν ένα 5-19% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική (με τη σημερινή τεχνολογία, η οποία πάντως βελτιώνεται). Το πόσο ακριβώς είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από την τεχνολογία που χρησιμοποιούμε. Υπάρχουν π.χ. τα λεγόμενα μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά, τα φωτοβολταϊκά “λεπού υμενίου” (thin-film, όπως είναι τα άμορφα [a-Si], τα μικρομορφικά [μ-Si], τα CIS-CIGS, CdTe, κλπ.). Η επιλογή του είδους των φωτοβολταϊκών είναι συνάρτηση των αναγκών, του διαθέσιμου χώρου ή ακόμα και της οικονομικής ευχέρειας του χρήστη.



**Πίνακας 6.2.24** Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών (Πηγή: ΣΕΦ)

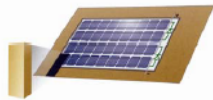




Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών			
ΤΥΠΟΣ	'Λεπτού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά
Εμφάνιση			
Απόδοση ανά μονάδα επιφάνειας	a-Si: 4,5-6,5% μ-Si: 8-9% CIS-CIGS: 6-12% CdTe: 6-11%	11-16%	11-19%
Επιφάνεια ανά kWp	9-25 m <sup>2</sup>	7-9 m <sup>2</sup>	5,5-9 m <sup>2</sup>

Για να διαπιστωθεί εάν ένα κτήριο είναι κατάλληλο να δεχτεί φωτοβολταϊκά, θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

i. Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ένας πρόχειρος κανόνας είναι ότι χρειάζονται 1-1,5 m<sup>2</sup> για κάθε 100 Watt (για τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Χρειάζεται περίπου 7-10 m<sup>2</sup>/kWp για κεραμοσκεπή και 15 m<sup>2</sup>/kWp για δώμα ή οικόπεδο. Αν πάλι επιλεγούν άμορφα φωτοβολταϊκά, το συνολικό κόστος θα είναι περίπου το ίδιο ή και μικρότερο, θα απαιτηθεί όμως περίπου διπλάσια επιφάνεια.

Είναι σημαντικό ο χώρος να είναι κατά το δυνατόν 100% ασκίαστος καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας. Διαφορετικά, το σύστημά θα λειτουργεί με μικρότερη απόδοση. Ο συνηθέστερος κανόνας που χρησιμοποιείται για να εξασφαλιστεί ότι το σύστημά δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτήριο, δέντρο, κ.λπ) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.





**Πίνακας 6.2.25** Ενδεικτικές απώλειες ισχύος από σκίαση (Πηγή:ΣΕΦ)

Απώλειες από σκίαση			
			
Τρόπος σκίασης	Σκίαση (%)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules)	Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules)
	0,15%	-3,7%	-1,7%
	2,6%	-16,7%	-7%
	11,1%	-36,5%	-30,5%
	12,5%	-18,3%	-17%

ii. Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό. Αποκλίσεις από το Νότο είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.

iii. Η σωστή κλίση του φωτοβολταϊκού σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο. Συνήθως επιλέγεται μια κλίση που να δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Στην Ελλάδα, η βέλτιστη κλίση είναι γύρω στις 25°-30°.

**Πίνακας 6.2.26** Ενδεικτική απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς (Πηγή: ΣΕΦ)

Ενδεικτική απόδοση ανάλογα με τον προσανατολισμό και την κλίση			
Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο	Προσανατολισμός		
	Νότιος	Νοτιοανατολικός Νοτιοδυτικός	Ανατολικός Δυτικός
0° 	90%	90%	90%
15° 	98%	95%	88%
30° 	100%	95%	85%
90° 	60%	60%	50%

Αναφορικά με το κόστος των φωτοβολταϊκών, σε αντίθεση με τα περισσότερα προϊόντα και υπηρεσίες που καταναλώνουμε, αυτό πέφτει διαχρονικά. Η νέα νομοθεσία δίνει κίνητρα ώστε, σε κάθε περίπτωση, να συντελείται απόσβεση του συστήματος και να προκύπτει και ένα λογικό κέρδος. Οι περισσότερες τράπεζες πλέον καλύπτουν έως και το 100% της αξίας του φωτοβολταϊκού με ιδιαίτερα ευνοϊκά επιτόκια.

### ΗΛΙΑΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ

**Ισχύς φωτοβολταϊκού**  
(κιλοβάτ, kWp)

**Ετήσια έσοδα (€)**  
εγγυημένα για 25 χρόνια

1	600 – 800
3	1.800 – 2.400
5	3.000 – 4.000
7	4.200 – 5.600
10	6.000 – 8.000

\* Με την ταρifa που ισχύει για όσους υπογράμουν σύμβαση την περίοδο 1/2 - 31/7/2012

**Εικόνα 6.2.67** Ενδεικτικά έσοδα με βάση την εγκατεστημένη ισχύ φωτοβολταϊκών (Πηγή: ΣΕΦ)

### 6.2.10.1 Εφαρμογή 10<sup>ο</sup> σεναρίου

Δεδομένου ότι το λογισμικό δεν έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει την επένδυση σε διασυνδεδεμένο στο δίκτυο σύστημα, στο παρόν σενάριο εξετάζεται για αυτόνομο σύστημα (κάλυψη συνόλου ή μέρους των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια).

Το αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα που εξετάστηκε στο σενάριο αυτό, βασίστηκε στη διαθέσιμη επιφάνεια στην ταράτσα της κατοικίας χωρίς σκίαση, και αποτελείται από τα κάτωθι στοιχεία:

- Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια
- Τον αντιστροφέα (inverter)
- Τις μπαταρίες (συσσωρευτές)
- Τους ρυθμιστές φόρτισης
- Τον πίνακα ελέγχου

Ο Φ/Β σταθμός που θα κατασκευαστεί, θα είναι ονομαστικής ισχύος 6,75 kWp, και θα είναι πλήρης, αποτελούμενος από 27 γεννήτριες των 250 Wp. Η απόδοση του κάθε πλαισίου είναι 15,3%.

ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΕΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ	
<b>Είδος:</b>	Μονοκρυσταλλικά Panel Πυριτίου
<b>Κατασκευαστής:</b>	Solar Fabrik
<b>Τύπος:</b>	Pro L3 mono
<b>Ονομαστική Ισχύς (P<sub>mp</sub>):</b>	250 Wp
<b>Μέγιστη Τάση Συστήματος:</b>	1000 V
<b>Διαστάσεις:</b>	1650 X 991 mm
<b>Βάρος</b>	19.5 kg

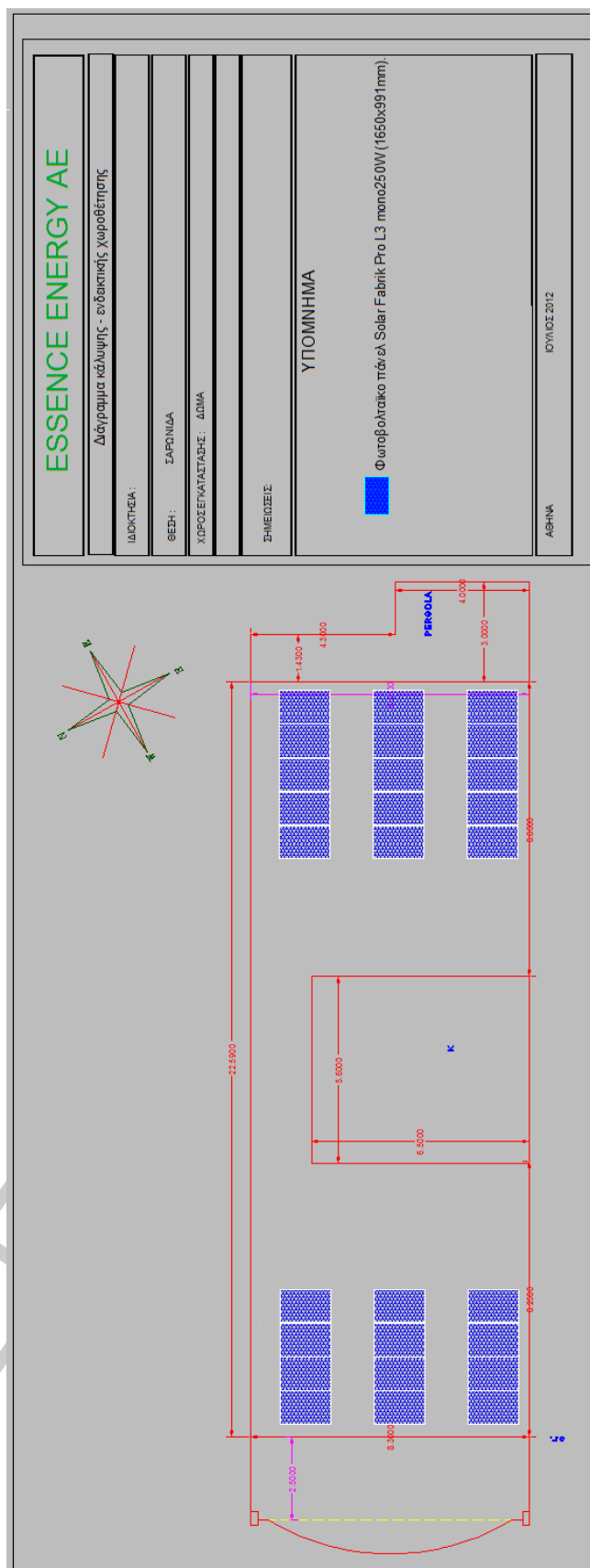
Θα περιλαμβάνει 13 αυτόνομους μετατροπείς τάσεως (micro-inverters) της εταιρείας ENECSYS ονομαστικής ισχύος εξόδου 480 W καθένας από τους οποίους θα συνδέεται με δύο πάνελ, και έναν αυτόνομο μετατροπέα τάσεως (micro-inverter) της εταιρείας ENECSYS ονομαστικής ισχύος 240 W που θα συνδέεται με ένα πάνελ, ενώ θα περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις DC/AC.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΤΑΣΕΩΣ (INVERTERS)	
<b>Κατασκευαστής:</b>	ENECSYS, Αγγλία
<b>Τύπος:</b>	SMI-D480W-60-UK, SMI-S2400W-60-UK
<b>Ονομαστική Ισχύς Εξόδου:</b>	480 W, 240W

Ως βοηθητική συσκευή που φροντίζει να μεγιστοποιεί τη ζωή των μπαταριών επιλέγεται το Sunny Island 5048 με ονομαστική ισχύ 5000 W και μέγιστη 6500 W, κόστος 3275,1 €, ενώ η τάση που απαιτεί για τη μπαταρία είναι 48V.

Σύμφωνα με το λογισμικό, το μέγιστο φορτίο που μπορούν να καλύψουν οι γεννήτριες είναι 45,76kWh. Η βοηθητική συσκευή δουλεύει στα 48V. Επομένως  $45760\text{Wh}/48\text{V} = 1104\text{Ah}$  οπότε πρέπει η συστοιχία μας να είναι μία (1) και 12μπαταρίες\*4V η μπαταρία=48V. Οι μπαταρίες είναι Rolls 4 KS 21PS των 4V και με κόστος 880 € έκαστη, 1104AH 4V 10 χρόνια εγγύηση.

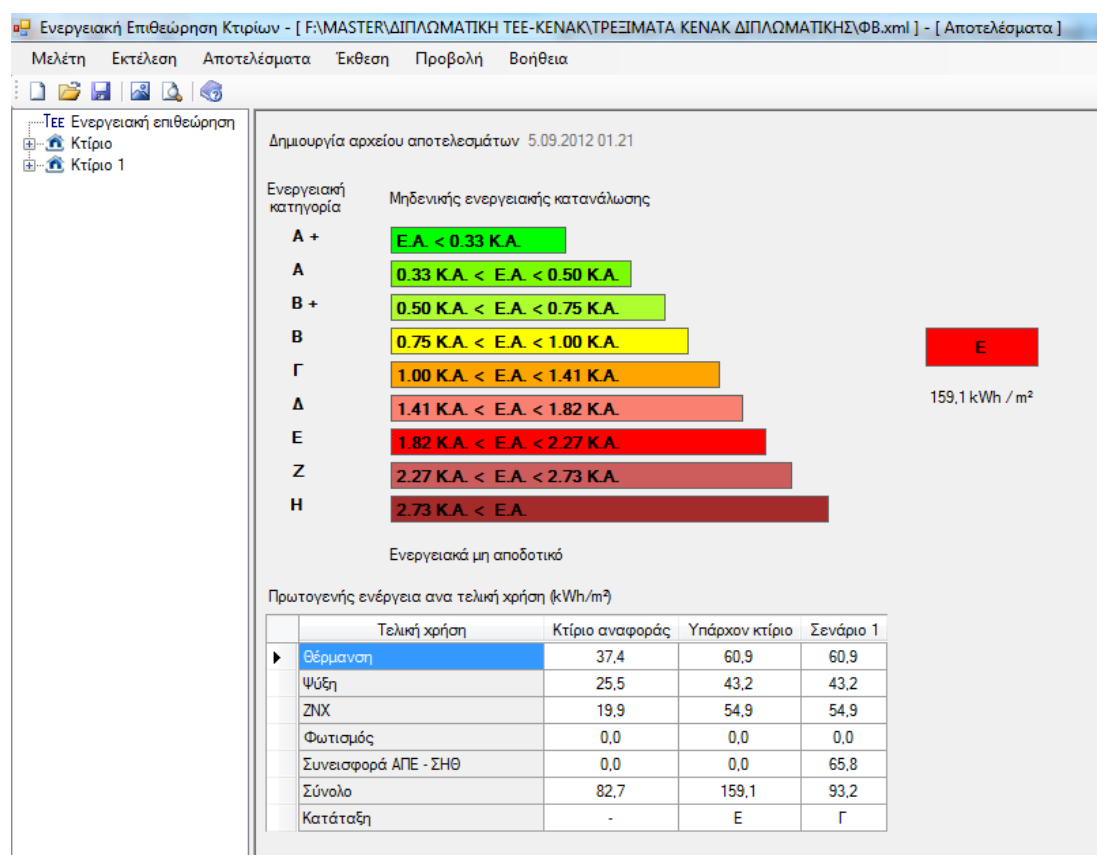
Το συνολικό κόστος της εγκατάστασης ανέρχεται σε **26.800€**.



**Εικόνα 6.2.68** Ενδεικτική χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πλαισίων στην ταράτσα της εξεταζόμενης κατοικίας.



### 6.2.10.2 Αποτελέσματα – Ενεργειακή κατάταξη



**Εικόνα 6.2.69** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης έπειτα από την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (σενάριο 1)

Όπως αναφέρθηκε και νωρίτερα, με την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος δεν υπάρχει επέμβαση στα φορτία της θέρμανσης, ψύξης ή ZNX αλλά η ενεργειακή εξοικονόμηση επέρχεται από τη συνεισφορά της ΑΠΕ. Το μέγεθος τελικά της εξοικονομούμενης πρωτογενούς ενέργειας είναι 65,8 kWh/m<sup>2</sup>, κατατάσσοντας την επέμβαση στην ενεργειακή κατηγορία Γ.

Σενάριο 1 (αυτόνομο φωτοβολταϊκό σύστημα) – Απόδοση = 1,13

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ΦΒ.xml ] - [ Απαιτήσεις - Κατανάλωση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Κτίριο 1

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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
ΖHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	16,3	13,1	9,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,5	12,0	54,6
Ηλεκτρική 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	3,1	5,3	5,1	1,0	0,0	0,0	0,0	14,9
ΖHX	2,0	1,8	2,0	1,7	1,5	1,2	1,1	1,1	1,2	1,5	1,7	1,9	18,9
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	1,2	1,3	1,7	2,0	2,4	2,5	2,7	2,6	2,2	1,8	1,3	1,1	22,7
Σύνολο	18,3	15,0	10,9	2,5	2,0	4,3	6,5	6,2	2,2	1,5	5,1	13,9	88,5

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	12,6	12,5
Πετρέλαιο	54,1	14,3
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	0,0	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	88,5	26,7

**Εικόνα 6.2.70** Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων έπειτα από την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.

Όπως παρατηρείται στα αποτελέσματα της κατανάλωσης ενέργειας και καυσίμων, ο ηλεκτρισμός έχει μειωθεί κατά το ποσό συνεισφοράς από το φωτοβολταϊκό σύστημα (22,7 kWh/m<sup>2</sup>).

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\ΦΒ.xml ] - [ Οικονομοτεχ ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
Κτίριο  
Κτίριο 1

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	3.221,3
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			26.797,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			65,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			41,4
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,8
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			21,5
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			21,4

**Εικόνα 6.2.71** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης έπειτα από την εφαρμογή αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος.

Όπως προκύπτει από την οικονομοτεχνική ανάλυση, με την εγκατάσταση αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος, χάρη στη μείωση της κατανάλωσης ηλεκτρισμού (χειρότερος συντελεστής πρωτογενούς ενέργειας), πέρα από τη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνονται και οι εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 21,5 kg/m<sup>2</sup>. Το λειτουργικό κόστος μειώνεται κατά 1250,4 € ετησίως, και αυτό έχει ως συνέπεια η απόσβεση της επένδυσης να γίνεται έπειτα από 21,4 έτη.

### 6.3 Προτεινόμενος Συνδυασμός Επεμβάσεων

Στα πλαίσια της διερεύνησης των επεμβάσεων που εξοικονομούν ενέργεια και λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα από τις ανωτέρω επεμβάσεις, εξετάζονται ακολούθως συνδυασμοί κάποιων από τις επεμβάσεις που προαναφέρθηκαν.

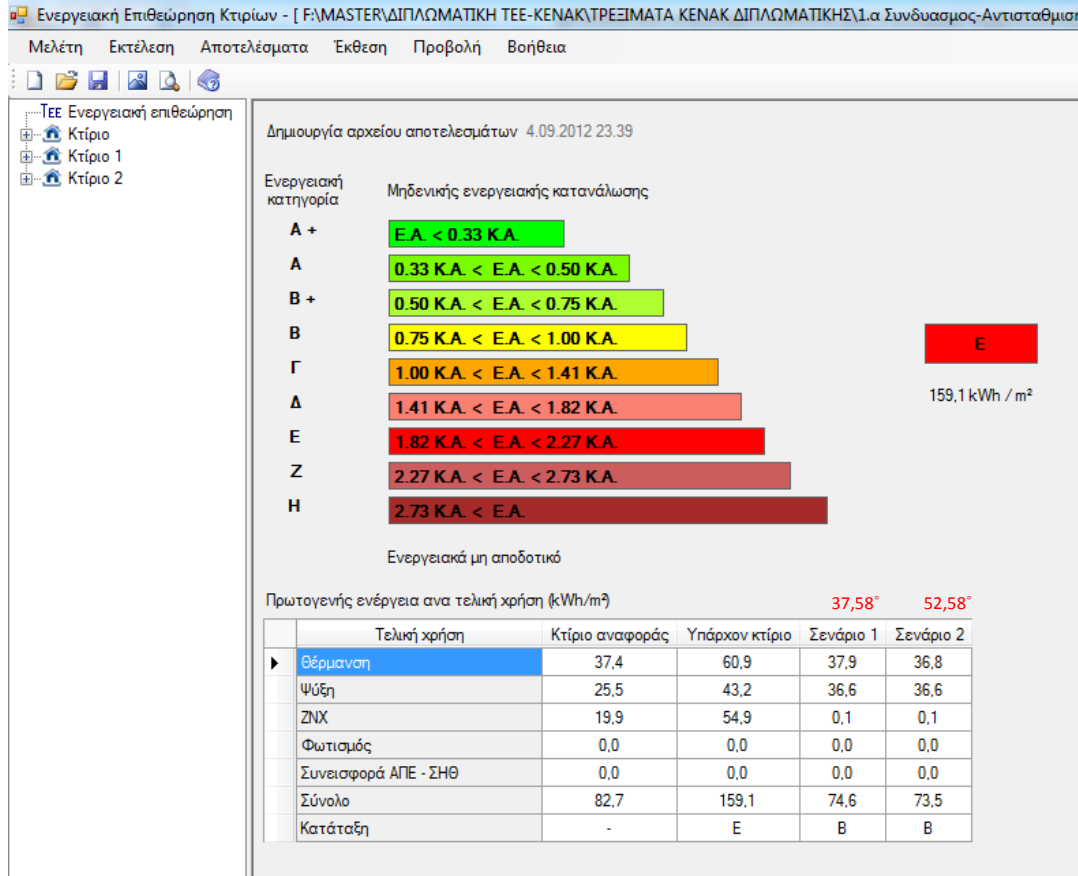
**Πίνακας 6.3.1** Συνδυασμοί Επεμβάσεων που εξετάζονται

Εξεταζόμενοι Συνδυασμοί Επεμβάσεων				
1α - i	Αντιστάθμιση Γ	Ηλιοθερμική εγκ. (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας Pellet	
1α - ii	Αντιστάθμιση Γ	Ηλιοθερμική εγκ. (κλίση=γεωγρ. πλ + 15)	Λέβητας Pellet	
1β - i	Αντιστάθμιση Β	Ηλιοθερμική εγκ. (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας Pellet	
1β - ii	Αντιστάθμιση Β	Ηλιοθερμική εγκ. (κλίση=γεωγρ. πλ + 15)	Λέβητας Pellet	
2α - i	Εξ. μόνωση 50mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2α - ii	Εξ. μόνωση 80mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2α - iii	Εξ. μόνωση 100mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2β - i	Εξ. μόνωση 50mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2β - ii	Εξ. μόνωση 80mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2β - iii	Εξ. μόνωση 100mm	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2γ - i	Εξ. μόνωση 50mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2γ - ii	Εξ. μόνωση 80mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2γ - iii	Εξ. μόνωση 100mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
2δ - i	Εξ. μόνωση 50mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης.
2δ - ii	Εξ. μόνωση 80mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης.
2δ - iii	Εξ. μόνωση 100mm	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	Λέβητας ΦΑ συμπύκνωσης
3α - i	Κουφώματα PVC	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	
3α - ii	Κουφώματα PVC	Αντιστάθμιση Γ	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	
3β - i	Κουφώματα PVC	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.)	
3β - ii	Κουφώματα PVC	Αντιστάθμιση Β	Επιλεκτικοί ηλιακοί (κλίση=γεωγρ. πλ.+15)	

### 6.3.1 Αντιστάθμιση – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet

Εξετάζονται οι υποπεριπτώσεις:

- a) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ – Ηλιοθερμικό Σύστημα με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία – Λέβητας Pellet



**Εικόνα 6.3.1** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 1a (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία)

Σενάριο 1(ηλιοθερμικό με κλίση=37,58°, αντιστάθμιση Γ κατηγορία, λέβητας pellet) – Απόδοση = 0,90

Σενάριο 2 (ηλιοθερμικό με κλίση=52,58°, αντιστάθμιση Γ κατηγορία, λέβητας pellet) – Απόδοση = 0,89

Και οι δύο περιπτώσεις αναβαθμίζουν τον κτήριο στην ενεργειακή κατάταξη Β. Καλύτερος συνδυασμός αποδεικνύεται αυτός του 2<sup>ου</sup> σεναρίου, κάτι που είναι λογικό καθώς η διαφοροποίησή τους έγκειται στην κλίση των συλλεκτών, και το ηλιοθερμικό σύστημα αποδίδει καλύτερα σε μεγαλύτερη κλίση λόγω του ότι ο ήλιος κινείται σε χαμηλότερη τροχιά το χειμώνα. Για αυτό, και η διαφοροποίηση των δύο σεναρίων είναι στον τομέα της θέρμανσης, όπου το σενάριο 2 εξοικονομεί επιπλέον 1,1 kWh/m<sup>2</sup>.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\1.α Συνδυασμος-Αντισταθμισ Γ..Ηλιοθερμικα..Pellet.mtl

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	12,0	9,3	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	8,6	37,1
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	1,8	1,9	2,4	2,8	3,2	3,4	3,5	3,5	3,0	2,5	1,9	1,7	31,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	4,5	4,3	0,8	0,0	0,0	0,0	12,6
ZHX	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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	3,7	4,0	5,1	5,8	6,8	7,1	7,5	7,4	6,3	5,3	4,1	3,5	66,6
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	12,0	9,3	5,6	0,0	0,4	2,6	4,5	4,3	0,8	0,0	1,5	8,6	49,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	13,1	13,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	98,2	0,0
Βιομάζα	36,6	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	49,7	13,0

Εικόνα 6.3.2 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1a\_i (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\1.α Συνδυασμος-Αντισταθμισ Γ..Ηλιοθερμικα..Pellet.mtl

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	11,8	9,1	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	36,0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	2,1	2,1	2,6	2,8	3,2	3,3	3,5	3,5	3,2	2,8	2,3	2,0	33,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,6	4,5	4,3	0,8	0,0	0,0	0,0	12,6
ZHX	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
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	4,2	4,3	5,2	5,7	6,4	6,6	7,0	7,1	6,4	5,7	4,6	4,0	67,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,8	9,1	5,4	0,0	0,4	2,6	4,5	4,3	0,8	0,0	1,3	8,4	48,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	13,1	13,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	100,3	0,0
Βιομάζα	35,6	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	48,7	13,0

Εικόνα 6.3.3 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1a\_ii (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία)

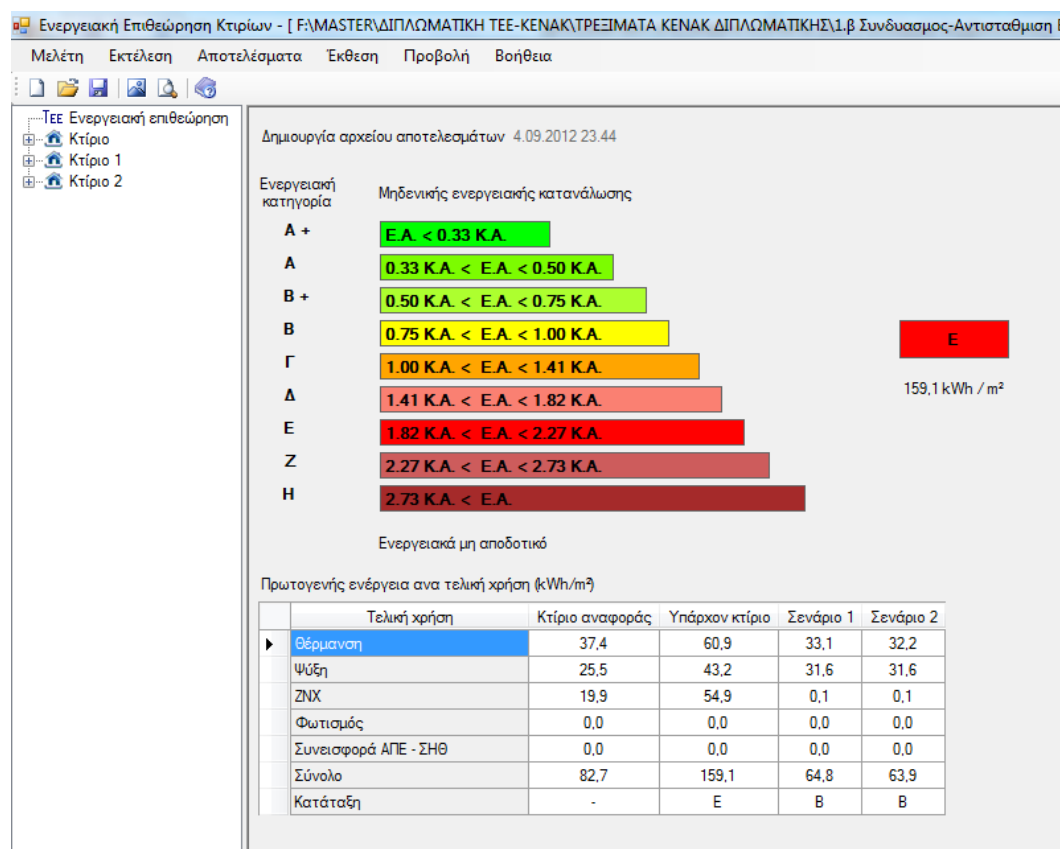
**Εικόνα 6.3.4** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 1α (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία)

Χάρη στην εξοικονόμηση ενέργειας από την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση και ΖΝΧ, αλλά και στην αντικατάσταση του πετρελαίου με βιομάζα, επιτεύχθηκε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 84,5 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 1) και 85,5 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 2).

Παράλληλα, επιτυγχάνεται σημαντική μείωση στις εκπομπές CO<sub>2</sub> της τάξης των 35,3 kg/m<sup>2</sup> και για τα δύο σενάρια. Το αρχικό κόστος επένδυσης αποσβένεται και στις δύο περιπτώσεις σε 8,9 έτη. Αυτό οφείλεται στη σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους χάρη στο μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας.



**β) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Β – Ηλιοθερμικό Σύστημα με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία – Λέβητας Pellet**



**Εικόνα 6.3.5** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 1b (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία)

Σενάριο 1(ηλιοθερμικό με κλίση=37,58°, αντιστάθμιση Β κατηγορία, λέβητας pellet) – Απόδοση = 0,78

Σενάριο 2 (ηλιοθερμικό με κλίση=52,58°, αντιστάθμιση Β κατηγορία, λέβητας pellet) – Απόδοση = 0,77

Καλύτερος συνδυασμός αποδεικνύεται αυτός του 2<sup>ου</sup> σεναρίου, όπως και στον προηγούμενο συνδυασμό, με το δεύτερο σενάριο να υπερτερεί όμως μόλις κατά 0,9 kWh/m<sup>2</sup>. Τα δύο σενάρια κατατάσσουν το κτήριο πλέον στην ενεργειακή κατηγορία Β.

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\1.β Συνδυασμος-Αντισταθμιση Β..Ηλιοθερμικα..Pellet..

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,5	8,1	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	7,5	32,3
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	1,8	1,9	2,4	2,8	3,2	3,4	3,5	3,5	3,0	2,5	1,9	1,7	31,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	3,9	3,7	0,7	0,0	0,0	0,0	10,9
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
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	3,7	4,0	5,1	5,8	6,8	7,1	7,5	7,4	6,3	5,3	4,1	3,5	66,6
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,5	8,1	4,9	0,0	0,3	2,3	3,9	3,7	0,7	0,0	1,3	7,5	43,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	11,3	11,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτρική	98,2	0,0
Βιομάζα	31,9	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	43,2	11,2

Εικόνα 6.3.6 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1b\_i (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\1.β Συνδυασμος-Αντισταθμιση Β..Ηλιοθερμικα..Pellet..

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,3	8,0	4,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	7,3	31,4
Ηλεκτρική ενέργεια για θέρμανση χώρων	2,1	2,1	2,6	2,8	3,2	3,3	3,5	3,5	3,2	2,8	2,3	2,0	33,1
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,3	3,9	3,7	0,7	0,0	0,0	0,0	10,9
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
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	4,2	4,3	5,2	5,7	6,4	6,6	7,0	7,1	6,4	5,7	4,6	4,0	67,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,3	8,0	4,7	0,0	0,3	2,3	3,9	3,7	0,7	0,0	1,1	7,3	42,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	11,3	11,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκτρική	100,3	0,0
Βιομάζα	31,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	42,3	11,2

Εικόνα 6.3.7 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 1b\_ii (κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία)

**Εικόνα 6.3.8** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 1b (σενάριο 1-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για ετήσια λειτουργία, σενάριο 2-κλίση συλλεκτών ηλιοθερμικού για χειμερινή λειτουργία)

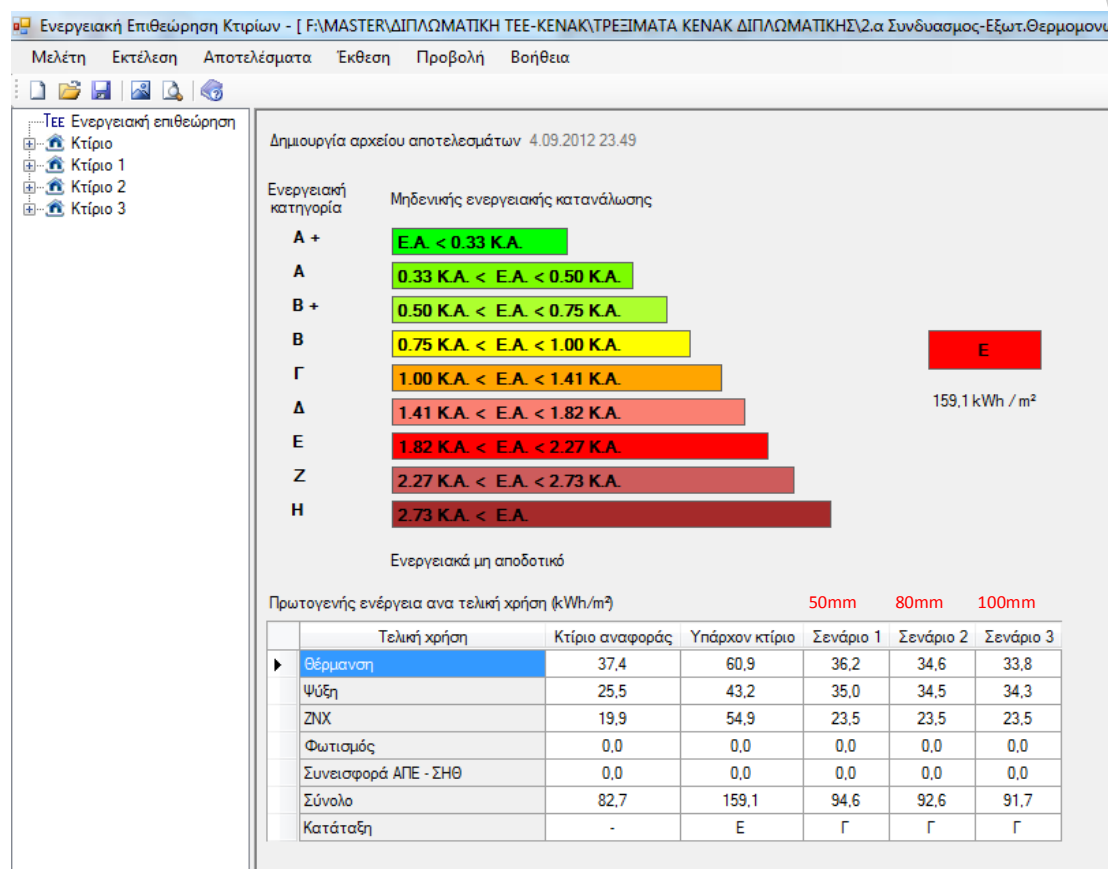
Για τους ίδιους λόγους που ειπώθηκαν στον προηγούμενο συνδυασμό, η εξοικονόμηση ενέργειας πλέον φτάνει τις 94,3 kWh/m<sup>2</sup>. (σενάριο 1) και 95,2 kWh/m<sup>2</sup> (σενάριο 2). Οι δε εκπομπές CO<sub>2</sub> μειώνονται κατά 37 kg/m<sup>2</sup> και για τα δύο σενάρια. Ο χρόνος απόσβεσης του αρχικού κόστους επένδυσης είναι 9,2 έτη και για τις δύο περιπτώσεις. Ο κύριος λόγος μείωσης του λειτουργικού κόστους είναι η φύση της πηγής ενέργειας. Η βιβλιοθήκη του λογισμικού, στην οποία είναι καταχωρημένα τα κόστη των καυσίμων, δίνει προβάδισμα στη χρήση των pellet, των οποίων το κόστος αγοράς είναι σημαντικά μικρότερο του φυσικού αερίου και του πετρελαίου.

### 6.3.2 Αντιστάθμιση – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.

Για το ηλιακό σύστημα κάλυψης αναγκών σε ZNX χρησιμοποιούνται επιλεκτικοί συλλέκτες, και η εξωτερική θερμομόνωση αφορά τόσο τοιχοποιία όσο και οροφή.

Εξετάζονται οι υποπεριπτώσεις:

- a) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ – Ηλιακό Σύστημα με κλίση συλλεκτών για **ετήσια** λειτουργία (= γ.π. Αθήνας) – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α. – Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής με πάχη μόνωσης 50mm – 80mm – 100mm



**Εικόνα 6.3.9** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2a (σενάριο 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Το κάθε σενάριο του συνδυασμού που εξετάζεται αφορά σε τρία διαφορετικά πάχη μόνωσης: 50mm, 80mm και 100mm.

Και τα τρία σενάρια αναβαθμίζουν το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Γ. Η αποδοτικότερη επέμβαση αντιστοιχεί στο 3<sup>ο</sup> σενάριο με πάχος μονωτικού υλικού 100mm.

Σενάριο 1 (μόνωση πάχους 50mm)– Απόδοση = 1,14

Σενάριο 2 (μόνωση πάχους 80mm) – Απόδοση = 1,12

Σενάριο 3 (μόνωση πάχους 100mm) – Απόδοση = 1,11

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.α Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομνοωση\_Αντισταθμιση Γ.Η

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,7	7,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,3	28,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,8	13,9	13,3	2,8	0,0	0,0	0,0	40,1
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,2	8,2	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,4	33,7
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	2,6	4,2	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	12,0
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταικά - ΣΗΘ	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	11,7	9,4	6,6	1,2	0,8	2,6	4,2	4,0	1,0	0,6	3,0	8,8	53,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,6	20,4
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	33,3	6,5
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	53,9	26,9

Εικόνα 6.3.10 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a\_i (πάχος μόνωσης 50mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.α Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομνοωση\_Αντισταθμιση Γ.Η

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,7	13,1	2,8	0,0	0,0	0,0	39,6
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,8	7,8	5,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	7,1	32,2
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	2,5	4,2	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	11,9
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταικά - ΣΗΘ	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	11,2	9,0	6,3	1,2	0,8	2,6	4,2	4,0	1,0	0,6	2,9	8,5	52,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,4	20,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	31,8	6,2
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	52,2	26,4

Εικόνα 6.3.11 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a\_ii (πάχος μόνωσης 80mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-KENAK\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.α Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση-Αντισταθμιση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,2	6,5	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,9	26,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,6	13,0	2,8	0,0	0,0	0,0	39,4
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,6	7,7	5,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,9	31,5
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	2,5	4,1	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	11,8
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,0	8,9	6,2	1,1	0,8	2,6	4,1	4,0	1,0	0,6	2,8	8,3	51,4

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,4	20,2
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	31,0	6,1
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	51,4	26,3

Εικόνα 6.3.12 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2a\_iii (πάχος μόνωσης 100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-KENAK\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.α Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση-Αντισταθμιση ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο 1

Κτίριο 2

Κτίριο 3

Κόστος και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	2.412,4	2.348,1	2.317,7
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			53.730,2	56.230,5	57.552,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			64,4	66,4	67,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			40,5	41,8	42,4
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,6	1,7	1,7
Μείωση εκπομπών CO2 (kg/m <sup>2</sup> )			21,4	21,8	22,0
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			26,1	26,5	26,7

Εικόνα 6.3.13 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2a (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm)

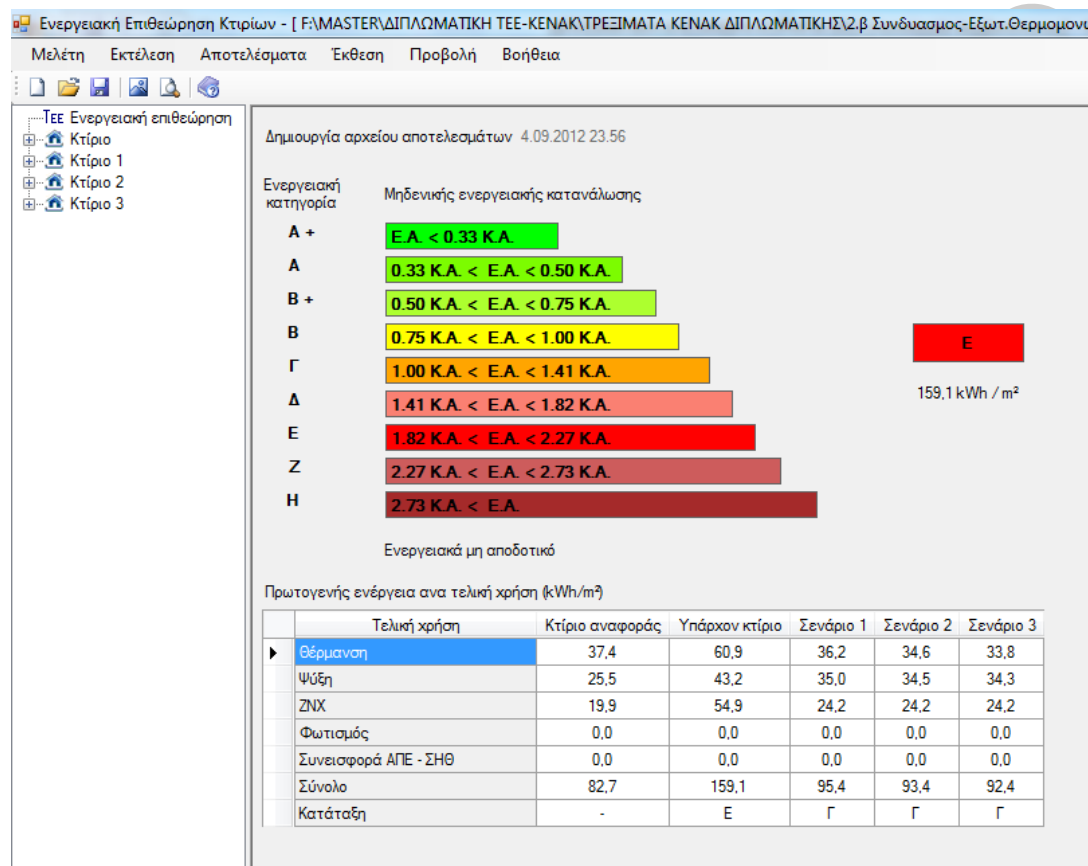
Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται χάρη στην ηλιακή ενέργεια που χρησιμοποιείται για κάλυψη σε ανάγκες ZNX, στην αντικατάσταση του πετρελαίου με Φ.Α., στις διατάξεις αυτοματισμού και στην εξωτερική θερμομόνωση είναι κατ' αντιστοιχία σεναρίων 64,4 kWh/m<sup>2</sup>, 66,6 kWh/m<sup>2</sup> και 67,4 kWh/m<sup>2</sup>.

Παράλληλα, η μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> είναι 21,4 kg/m<sup>2</sup>, 21,8 kg/m<sup>2</sup> και 22 kg/m<sup>2</sup>. Από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 3.

Από πλευράς απόσβεσης επένδυσης, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο 1<sup>ο</sup> σενάριο, με πολύ όμως μικρή διαφορά από τα άλλα δύο. Ωστόσο, παραμένουν και οι τρεις επιλογές ασύμφορες οικονομικά καθώς ξεπερνούν τα 2<sup>ο</sup> έτη και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εξωτερική θερμομόνωση.



- β) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ – Ηλιακό Σύστημα με κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία (= γ.π. Αθηνas+15°) – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α. – Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής με πάχη μόνωσης 50mm – 80mm – 100mm**



**Εικόνα 6.3.14** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2b (σενάριο 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Το κάθε σενάριο του συνδυασμού που εξετάζεται αφορά σε τρία διαφορετικά πάχη μόνωσης: 50mm, 80mm και 100mm.

Και τα τρία σενάρια αναβαθμίζουν το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Γ. Η αποδοτικότερη επέμβαση αντιστοιχεί στο 3<sup>ο</sup> σενάριο με πάχος μονωτικού υλικού 100mm.

Σενάριο 1 – Απόδοση = 1,15 (πάχος μόνωσης 50mm)

Σενάριο 2 – Απόδοση = 1,13 (πάχος μόνωσης 80mm)

Σενάριο 3 – Απόδοση = 1,12 (πάχος μόνωσης 100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.β Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση\_Αντισταθμιση Γ..Η

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,7	7,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,3	28,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,8	13,9	13,3	2,8	0,0	0,0	0,0	40,1
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,2	8,2	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,4	33,7
Ηλεκτρική 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	2,6	4,2	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	12,0
ZHX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,6	9,4	6,6	1,3	0,9	2,7	4,2	4,0	1,0	0,6	3,0	8,8	54,1

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,8	20,6
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	33,3	6,5
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	54,1	27,1

Εικόνα 6.3.15 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b\_i (πάχος μόνωσης 50mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.β Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση\_Αντισταθμιση Γ..Η

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,7	13,1	2,8	0,0	0,0	0,0	39,6
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,8	7,8	5,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	7,1	32,2
Ηλεκτρική 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	2,5	4,2	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	11,9
ZHX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,2	9,0	6,3	1,2	0,9	2,7	4,2	4,0	1,0	0,6	2,9	8,4	52,5

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,7	20,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	31,8	6,2
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	52,5	26,7

Εικόνα 6.3.16 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b\_ii (πάχος μόνωσης 80mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.β Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση\_Αντισταθμισο

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τεε Ενεργειακή επιθεώρησ

Κτίριο

Κτίριο 1

Κτίριο 2

Κτίριο 3

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,2	6,5	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,9	26,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,6	13,0	2,8	0,0	0,0	0,0	39,4
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,6	7,7	5,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,9	31,5
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	2,5	4,1	4,0	0,8	0,0	0,0	0,0	11,8
ZNX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	11,0	8,9	6,2	1,2	0,9	2,7	4,1	4,0	0,6	2,8	8,3	8,3	51,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,6	20,4
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	31,0	6,1
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	51,7	26,4

Εικόνα 6.3.17 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2b\_iii (πάχος μόνωσης 100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.β Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομονωση\_Αντισταθμισο

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

Τεε Ενεργειακή επιθεώρησ

Κτίριο

Κτίριο 1

Κτίριο 2

Κτίριο 3

Κόστος και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστος	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	2.427,0	2.362,7	2.332,4
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			57.091,3	56.230,5	57.552,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			63,7	65,7	66,7
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			40,1	41,3	41,9
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,8	1,7	1,7
Μείωση εκπομπών CO2 (kg/m <sup>2</sup> )			21,1	21,5	21,8
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			27,9	26,7	26,9

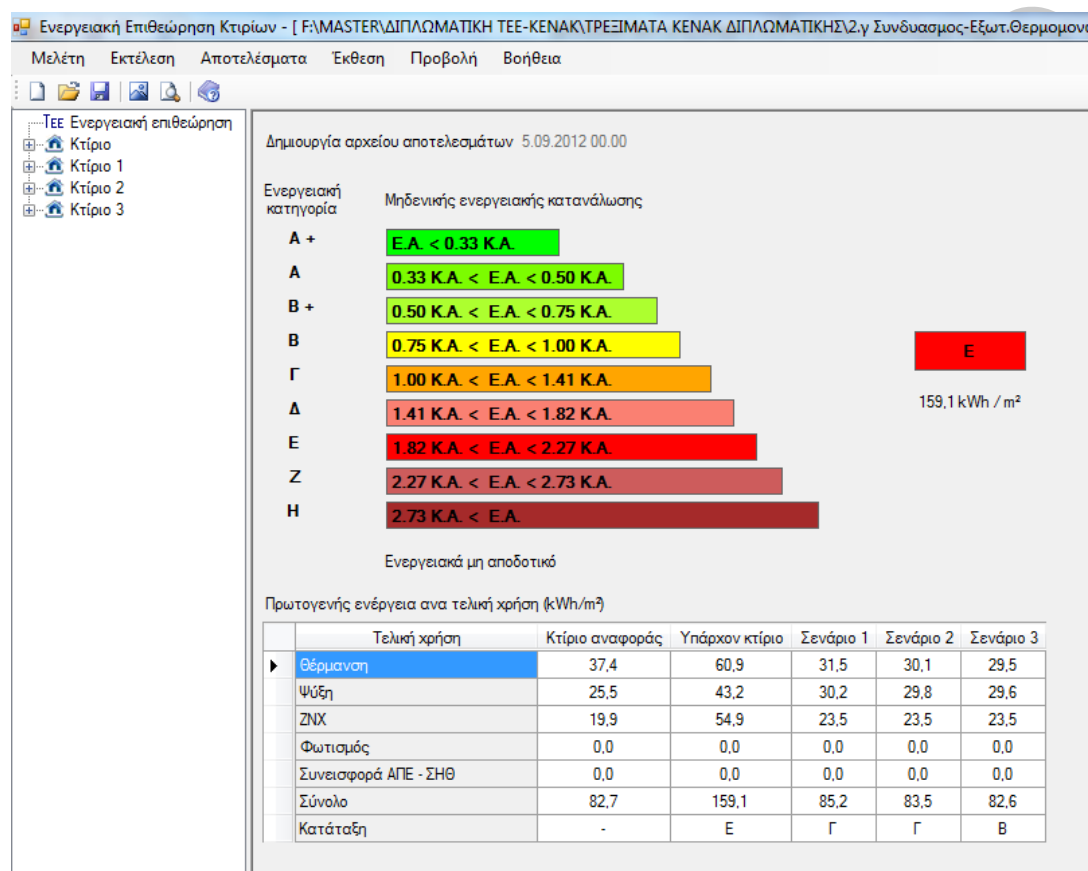
Εικόνα 6.3.18 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2b (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται χάρη στην ηλιακή ενέργεια που χρησιμοποιείται για κάλυψη σε ανάγκες ZNX, στην αντικατάσταση του πετρελαίου με Φ.Α., στις διατάξεις αυτοματισμού και στην εξωτερική θερμομόνωση είναι κατ' αντιστοιχία σεναρίων 63,7 kWh/m<sup>2</sup>, 65,7 kWh/m<sup>2</sup> και 66,7 kWh/m<sup>2</sup>.

Παράλληλα, η μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> είναι 21,1 kg/m<sup>2</sup>, 21,5 kg/m<sup>2</sup> και 21,8 kg/m<sup>2</sup>. Από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 3.

Από πλευράς απόσβεσης επένδυσης, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο 2<sup>ο</sup> σενάριο, με πολύ όμως μικρή διαφορά από το 3<sup>ο</sup>. Ωστόσο, παραμένουν και οι τρεις επιλογές ασύμφορες οικονομικά καθώς ξεπερνούν τα 20 έτη και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εξωτερική θερμομόνωση.

- ο) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού **B** – Ηλιακό Σύστημα με κλίση συλλεκτών για **ετήσια** λειτουργία (= γ.π. Αθηνas) – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α. – Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής με πάχη μόνωσης 50mm – 80mm – 100mm



**Εικόνα 6.3.19** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2c (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Το κάθε σενάριο του συνδυασμού που εξετάζεται αφορά σε τρία διαφορετικά πάχη μόνωσης: 50mm, 80mm και 100mm.

Τα δύο πρώτα σενάρια αναβαθμίζουν το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Γ, ενώ το 3<sup>ο</sup> σενάριο ανεβαίνει οριακά στην κατηγορία Β. Η αποδοτικότερη επέμβαση λοιπόν, αντιστοιχεί στο 3<sup>ο</sup> σενάριο με πάχος μονωτικού υλικού 100mm.

Σενάριο 1 – Απόδοση = 1,03 (50mm)

Σενάριο 2 – Απόδοση = 1,01 (80mm)

Σενάριο 3 – Απόδοση = 1,00 (100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.γ Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομωωση\_Αντισταθμιση Β.Η

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2
- Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,7	7,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,3	28,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,8	13,9	13,3	2,8	0,0	0,0	0,0	40,1
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
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,9	7,1	4,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,5	29,3
Ηλεκτρική 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	0,3	2,2	3,6	3,5	0,7	0,0	0,0	0,0	10,4
ΖΝΧ	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,3	8,3	5,9	1,1	0,7	2,2	3,6	3,5	0,8	0,6	2,8	7,9	47,9

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	18,9	18,7
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	29,0	5,7
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκσκή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	47,9	24,4

Εικόνα 6.3.20 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c\_i (πάχος μόνωσης 50mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.γ Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομωωση\_Αντισταθμιση Β

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Κελυφος
  - Συστήματα
  - Κελυφος
  - Συστήματα
  - Κελυφος
  - Συστήματα
  - Μη θερμαινόμενος
  - Κτίριο 1
    - Κελυφος
    - Συστήματα
    - Κελυφος
    - Συστήματα
    - Κελυφος
    - Συστήματα
  - Κτίριο 2
    - Κελυφος
    - Συστήματα

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,7	13,1	2,8	0,0	0,0	0,0	39,6
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
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,5	6,8	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,2	28,0
Ηλεκτρική 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	0,3	2,2	3,6	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	10,3
ΖΝΧ	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλεκτρική ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,0	8,0	5,6	1,1	0,7	2,2	3,6	3,4	0,8	0,6	2,7	7,6	46,4

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	18,8	18,6
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	27,6	5,4
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλεκσκή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	46,4	24,0

Εικόνα 6.3.21 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c\_ii (πάχος μόνωσης 80mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.γ Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομωωση-Αντισταθμισ Β

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο

Σενάριο 3

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,2	6,5	4,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	5,9	26,7
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,6	13,0	2,8	0,0	0,0	0,0	39,4
Υγραση	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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,4
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,2	3,6	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	10,2
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	9,8	7,9	5,5	1,1	0,7	2,2	3,6	3,4	0,8	0,6	2,6	7,4	45,7

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	18,7	18,5
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	27,0	5,3
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	45,7	23,8

Εικόνα 6.3.22 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2c\_iii (πάχος μόνωσης 100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.γ Συνδυασμος-Εξωτ.Θερμομωωση-Αντισταθμισ Β

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

Κτίριο 1

Κτίριο 2

Κτίριο 3

Κόστη και περίοδος αποπληρωμής

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2	Σενάριο 3
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7			
Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			56.087,2	58.587,5	59.909,0
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			73,9	75,6	76,4
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			46,4	47,5	48,0
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			1,5	1,5	1,5
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			23,9	24,2	24,4
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			24,2	24,7	25,0

Εικόνα 6.3.23 Αποτελέσματα οικονομιοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2c (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντιστοίχα)

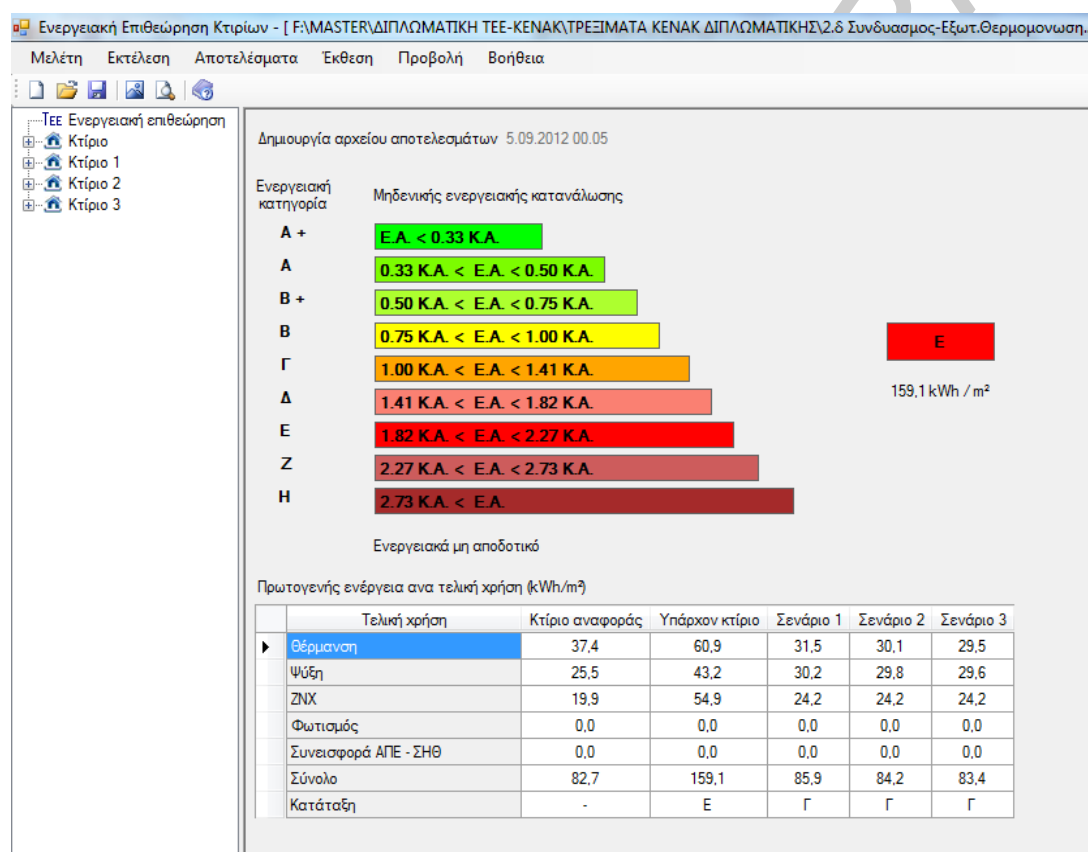
Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται χάρη στην ηλιακή ενέργεια που χρησιμοποιείται για κάλυψη σε ανάγκες ZNX, στην αντικατάσταση του πετρελαίου με Φ.Α., στις διατάξεις αυτοματισμού και στην εξωτερική θερμομόνωση είναι κατ' αντιστοιχία σεναρίων 73,9 kWh/m<sup>2</sup>, 75,6 kWh/m<sup>2</sup> και 76,4 kWh/m<sup>2</sup>. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε σχέση με τους συνδυασμούς 2<sup>α</sup> και 2<sup>β</sup> οφείλεται κυρίως χάρη στην αναβάθμιση της κατηγορίας των διατάξεων αυτοματισμού.

Παράλληλα, η μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> είναι 23,9 kg/m<sup>2</sup>, 24,2 kg/m<sup>2</sup> και 24,4 kg/m<sup>2</sup>. Από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 3.



Από πλευράς απόσβεσης επένδυσης, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο 1<sup>ο</sup> σενάριο, με πολύ όμως μικρή διαφορά από το 2<sup>ο</sup>. Ωστόσο, παραμένουν και οι τρεις επιλογές ασύμφορες οικονομικά καθώς ξεπερνούν τα 20 έτη και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εξωτερική θερμομόνωση.

- d) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού **B** – Ηλιακό Σύστημα με κλίση συλλεκτών για **χειμερινή** λειτουργία (= γ.π. Αθηνas+15°) – Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α. – Εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής με πάχη μόνωσης 50mm – 80mm – 100mm



Εικόνα 6.3.24 Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 2d (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Το κάθε σενάριο του συνδυασμού που εξετάζεται αφορά σε τρία διαφορετικά πάχη μόνωσης: 50mm, 80mm και 100mm.

Και τα τρία σενάρια αναβαθμίζουν το κτήριο στην ενεργειακή κατηγορία Γ. Η διαφορά στην κατάταξη σε σχέση με τον προηγούμενο συνδυασμό οφείλεται στην κλίση των ηλιακών συλλεκτών, οι οποίοι αποδίδουν καλύτερα σε μικρή κλίση όταν πρόκειται για κάλυψη μόνο σε ανάγκες ZNX. Η αποδοτικότερη επέμβαση αντιστοιχεί στο 3<sup>ο</sup> σενάριο με πάχος μονωτικού υλικού 100mm.

Σενάριο 1 – Απόδοση = 1,04 (πάχος μόνωσης 50mm)

Σενάριο 2 – Απόδοση = 1,02 (πάχος μόνωσης 80mm)

Σενάριο 3 – Απόδοση = 1,01 (πάχος μόνωσης 100mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.6 Συνδυασμός-Εξωτ.Θερμομόνωση-Αντιστάθμιση Β..H

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2  
 Κτίριο 3

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,7	7,0	4,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,3	28,6
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,8	13,3	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	40,1
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,9	7,1	4,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	6,5	29,3
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	0,3	2,2	3,6	3,5	0,7	0,0	0,0	0,0	10,4
ZNX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,3	8,3	5,9	1,2	0,8	2,4	3,6	3,5	0,9	0,6	2,7	7,8	48,1

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	19,2	19,0
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	29,0	5,7
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	48,1	24,7

Εικόνα 6.3.25 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d\_i (πάχος μόνωσης 50mm)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\2.6 Συνδυασμός-Εξωτ.Θερμομόνωση-Αντιστάθμιση Β..H

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Έκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση  
 Κτίριο  
 Κτίριο 1  
 Κτίριο 2  
 Κτίριο 3

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,3	6,7	4,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	6,0	27,3
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	8,7	13,7	13,1	2,8	0,0	0,0	0,0	39,6
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

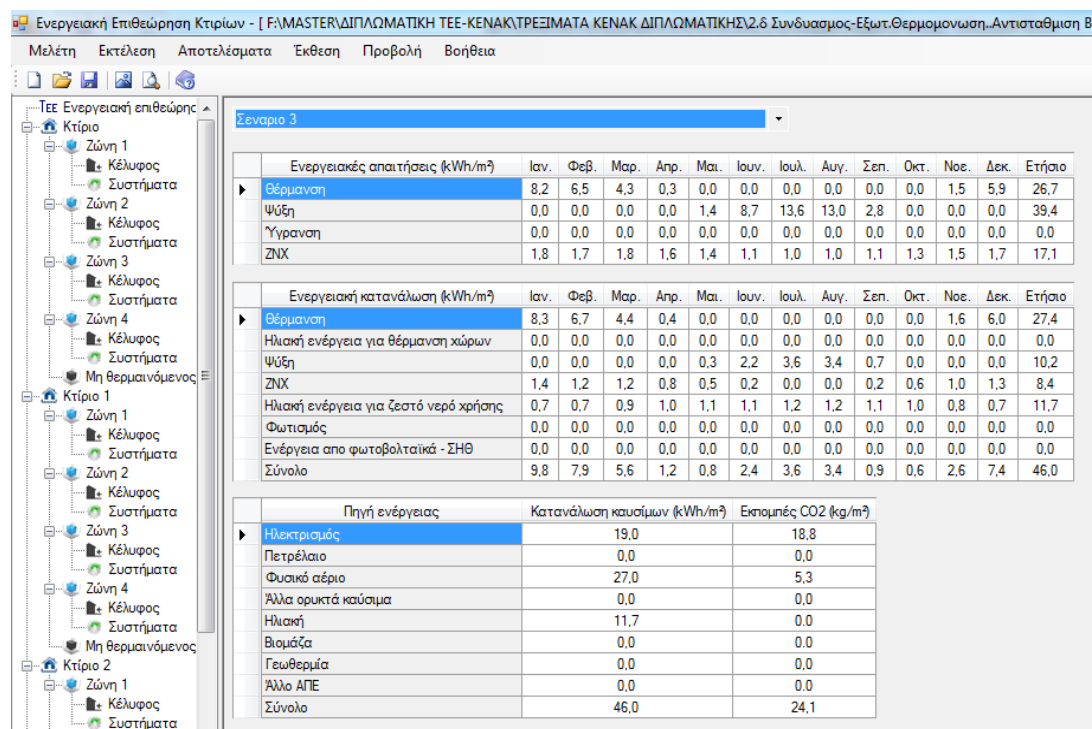
  

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	8,5	6,8	4,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,2	28,0
Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,2	3,6	3,4	0,7	0,0	0,0	0,0	10,3
ZNX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	9,9	8,0	5,7	1,2	0,8	2,4	3,6	3,4	0,9	0,6	2,6	7,5	46,7

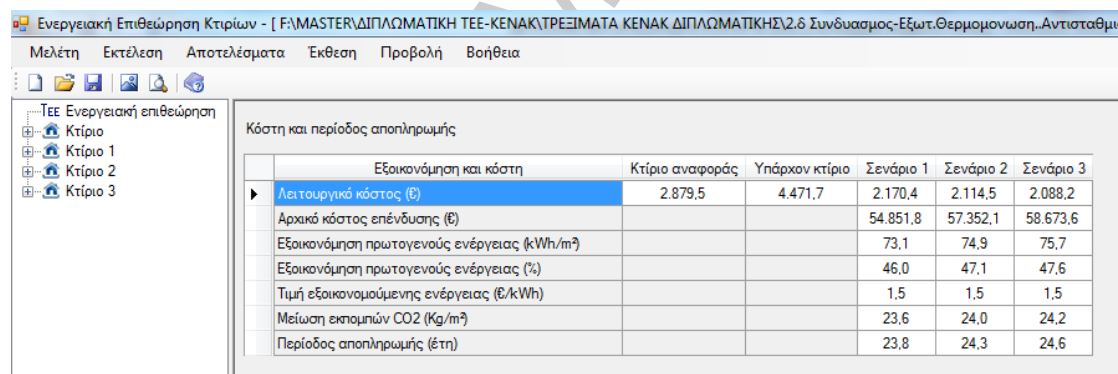
  

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	19,1	18,9
Πετρέλαιο	0,0	0,0
Φυσικό αέριο	27,6	5,4
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	46,7	24,3

Εικόνα 6.3.26 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d\_ii (πάχος μόνωσης 80mm)



Εικόνα 6.3.27 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων για συνδυασμό 2d\_iii (πάχος μόνωσης 100mm)



Εικόνα 6.3.28 Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 2d (σενάρια 1, 2, 3 για πάχη μόνωσης 50mm, 80mm, 100mm αντίστοιχα)

Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται χάρη στην ηλιακή ενέργεια που χρησιμοποιείται για κάλυψη σε ανάγκες ZNX, στην αντικατάσταση του πετρελαίου με Φ.Α., στις διατάξεις αυτοματισμού και στην εξωτερική θερμομόνωση είναι κατ' αντιστοιχία σεναρίων 73,1 kWh/m<sup>2</sup>, 74,9 kWh/m<sup>2</sup> και 75,7 kWh/m<sup>2</sup>. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση σε σχέση με τους συνδυασμούς 2<sup>α</sup> και 2<sup>β</sup> οφείλεται κυρίως χάρη στην αναβάθμιση της κατηγορίας των διατάξεων αυτοματισμού.

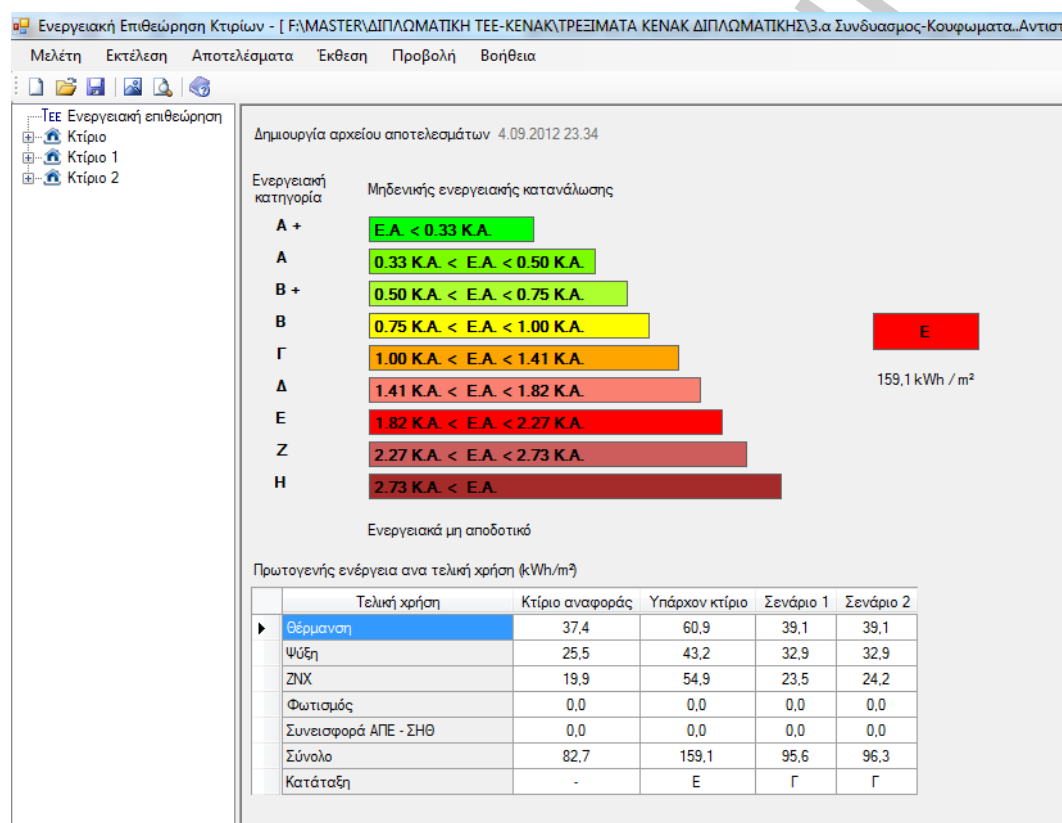
Παράλληλα, η μείωση των εκπομπών σε CO<sub>2</sub> είναι 23,6 kg/m<sup>2</sup>, 24 kg/m<sup>2</sup> και 24,2 kg/m<sup>2</sup>. Από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης η πιο συμφέρουσα επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 3.

Από πλευράς απόσβεσης επένδυσης, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή που αντιστοιχεί στο 1<sup>ο</sup> σενάριο, με πολύ όμως μικρή διαφορά από το 2<sup>ο</sup>. Ωστόσο, παραμένουν και οι τρεις επιλογές ασύμφορες οικονομικά καθώς ξεπερνούν τα 20 έτη και αυτό οφείλεται κατά κύριο λόγο στην εξωτερική θερμομόνωση.

### 6.3.3 Αντιστάθμιση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα

Εξετάζονται οι υποπεριπτώσεις:

- a) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Γ – Ηλιακό σύστημα για ZNX με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία – Κουφώματα PVC



**Εικόνα 6.3.29** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 3a (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία)

Τα σενάρια 1 και 2 αντιστοιχούν σε διαφορετικές κλίσεις ηλιακών συλλεκτών, για ετήσια λειτουργία (37,58°) και για χειμερινή λειτουργία (52,58°).

Και τα δύο σενάρια αναβαθμίζουν την ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου στην Γ κατάταξη. Μεγαλύτερη εξοικονόμηση παρουσιάζει το 1<sup>ο</sup> σενάριο, λόγω του ότι οι ηλιακοί συλλέκτες για κάλυψη αναγκών σε ZNX λειτουργούν καλύτερα με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (ετήσια λειτουργία).

Σενάριο 1 – Απόδοση = 1,16 (37,58°)

Σενάριο 2 – Απόδοση = 1,16 (52,58°)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\3.α Συνδυασμος-Κουφωματα..Αντισταθμιση Γ..Ηλιακοι Z

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,6	6,1	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,5	24,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	13,0	12,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,7
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,7	8,5	5,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,7	34,8
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	0,4	2,4	4,0	3,8	0,8	0,0	0,0	0,0	11,4
ZHX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	12,1	9,7	6,7	1,2	0,8	2,5	4,0	3,8	0,9	0,6	3,0	9,1	54,3

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	19,9	19,7
Πετρέλαιο	34,4	9,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	54,3	28,8

Εικόνα 6.3.30 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3a\_i (κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\3.α Συνδυασμος-Κουφωματα..Αντισταθμιση Γ..Ηλιακοι Z

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
  - Κτίριο 1
    - Κύλιφος
    - Συστήματα
    - Κτίριο 2
      - Κύλιφος
      - Συστήματα
      - Κτίριο 1
        - Κύλιφος
        - Συστήματα
        - Μη θερμαινόμενος
        - Κτίριο 1
          - Κύλιφος
          - Συστήματα
          - Κτίριο 2
            - Κύλιφος
            - Συστήματα
            - Κτίριο 1
              - Κύλιφος
              - Συστήματα
              - Κτίριο 2
                - Κύλιφος
                - Συστήματα

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,6	6,1	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,5	24,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	13,0	12,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,7
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
ZHX	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,7	8,5	5,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	7,7	34,8
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	0,4	2,4	4,0	3,8	0,8	0,0	0,0	0,0	11,4
ZHX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	12,1	9,7	6,8	1,2	0,9	2,6	4,0	3,8	1,0	0,6	2,9	9,0	54,6

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	20,2	20,0
Πετρέλαιο	34,4	9,1
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	54,6	29,1

Εικόνα 6.3.31 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3a\_ii (κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία)

Εξοικονόμηση και κόστη	Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	2.731,8	2.746,4
Άρακό κόστος επένδυσης (€)			21.868,9	21.868,9
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			63,5	62,8
Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			39,9	39,5
Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,7	0,7
Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (Kg/m <sup>2</sup> )			19,5	19,2
Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			12,6	12,7

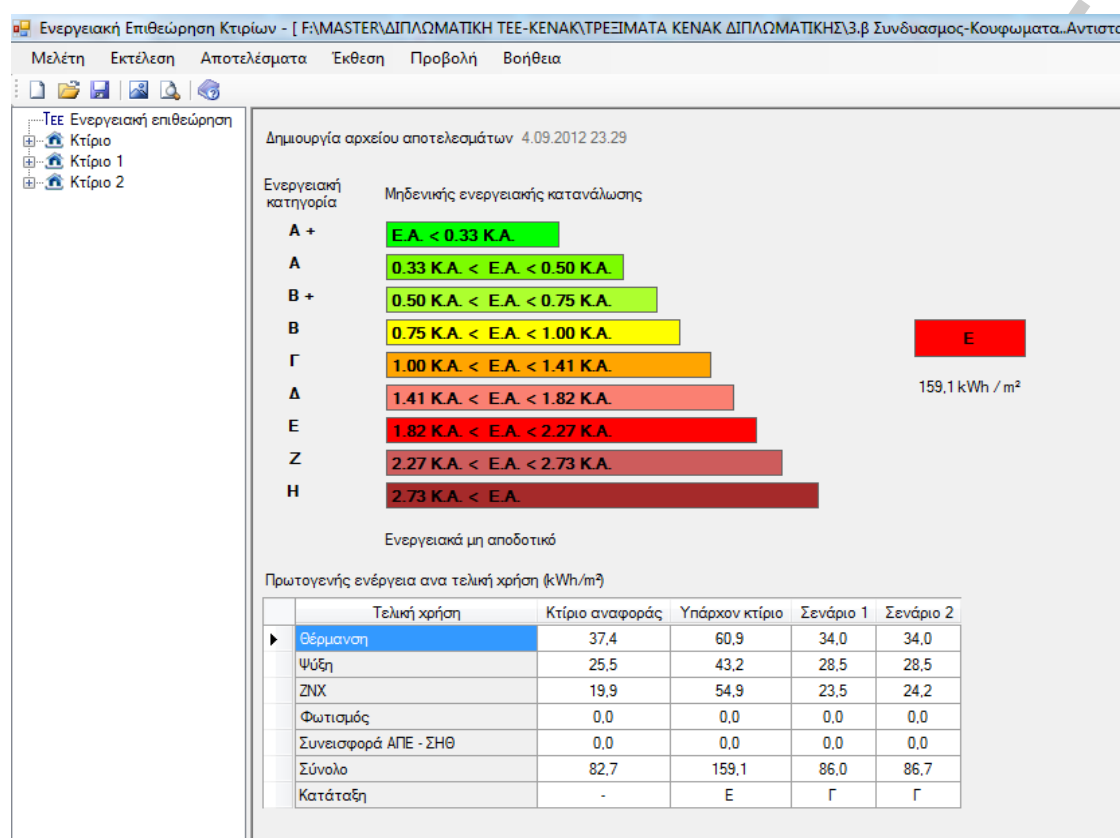
**Εικόνα 6.3.32** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 3α (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία)

Χάρη στην χρήση ηλιακής ενέργειας για κάλυψη αναγκών σε ZNX, στις διατάξεις αυτοματισμού και στην αντικατάσταση των κουφωμάτων, η ενεργειακή εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται ανά σενάριο είναι 63,5 kWh/m<sup>2</sup> και 62,8 kWh/m<sup>2</sup>. Αντίστοιχα, οι επακόλουθες μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι 19,5 kg/m<sup>2</sup> και 19,2 kg/m<sup>2</sup>.

Η αποδοτικότερη επέμβαση τόσο ενεργειακά όσο και επενδυτικά είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 1.



**β) Αντιστάθμιση κατηγορίας διατάξεων αυτοματισμού Β – Ηλιακό σύστημα για ZNX με κλίσεις για ετήσια και χειμερινή λειτουργία – Κουφώματα PVC**



**Εικόνα 6.3.33** Αποτελέσματα ενεργειακής κατάταξης συνδυασμού 3b (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία)

Τα σενάρια 1 και 2 αντιστοιχούν σε διαφορετικές κλίσεις ηλιακών συλλεκτών, για ετήσια λειτουργία (37,58°) και για χειμερινή λειτουργία (52,58°).

Και τα δύο σενάρια αναβαθμίζουν την ενεργειακή κατηγορία του κτηρίου στην Γ κατάταξη. Μεγαλύτερη εξοικονόμηση παρουσιάζει το 1<sup>ο</sup> σενάριο, λόγω του ότι οι ηλιακοί συλλέκτες για κάλυψη αναγκών σε ZNX λειτουργούν καλύτερα με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (ετήσια λειτουργία).

Σενάριο 1 – Απόδοση = 1,04 (37,58°)

Σενάριο 2 – Απόδοση = 1,05 (52,58°)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\3.β Συνδυασμος-Κουφωματα..Αντισταθμιση Β..Ηλιακοι Ζ]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 1

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,6	6,1	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,5	24,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	13,0	12,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,7
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,3	7,4	4,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,7	30,2
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	0,3	2,1	3,4	3,3	0,7	0,0	0,0	0,0	9,8
ZNX	1,5	1,2	1,1	0,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	8,1
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	12,2
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
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,7	8,6	6,0	1,1	0,7	2,1	3,4	3,3	0,8	0,6	2,7	8,1	48,2

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	18,3	18,1
Πετρέλαιο	29,8	7,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	12,2	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	48,2	26,0

Εικόνα 6.3.34 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3b\_i (κλίση συλλεκτών για ετήσια λειτουργία)

Ενεργειακή Επιθεώρηση Κτιρίων - [ F:\MASTER\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΤΕΕ-ΚΕΝΑΚ\ΤΡΕΞΙΜΑΤΑ ΚΕΝΑΚ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ\3.β Συνδυασμος-Κουφωματα..Αντισταθμιση Β..Ηλιακοι ZNX]

Μελέτη Εκτέλεση Αποτελέσματα Εκθεση Προβολή Βοήθεια

ΤΕΕ Ενεργειακή επιθεώρηση

- Κτίριο
- Κτίριο 1
- Κτίριο 2

Σενάριο 2

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	7,6	6,1	4,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	5,5	24,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	8,3	13,0	12,4	2,7	0,0	0,0	0,0	37,7
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	1,8	1,7	1,8	1,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	17,1

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m <sup>2</sup> )	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	9,3	7,4	4,9	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	6,7	30,2
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	0,3	2,1	3,4	3,3	0,7	0,0	0,0	0,0	9,8
ZNX	1,4	1,2	1,2	0,8	0,5	0,2	0,0	0,0	0,2	0,6	1,0	1,3	8,4
Ηλιακή ενέργεια για ζεστό νερό χρήσης	0,7	0,7	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	11,7
Φωτισμός	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ενέργεια απο φωτοβολταϊκά - ΣΗΘ	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	10,7	8,6	6,0	1,2	0,8	2,3	3,4	3,3	0,9	0,6	2,7	8,0	48,4

Πηγή ενέργειας	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )	Εκπομπές CO2 (kg/m <sup>2</sup> )
Ηλεκτρισμός	18,6	18,4
Πετρέλαιο	29,8	7,9
Φυσικό αέριο	0,0	0,0
Άλλα ορυκτά καύσιμα	0,0	0,0
Ηλιακή	11,7	0,0
Βιομάζα	0,0	0,0
Γεωθερμία	0,0	0,0
Άλλο ΑΠΕ	0,0	0,0
Σύνολο	48,4	26,3

Εικόνα 6.3.35 Αποτελέσματα ενεργειακών απαιτήσεων και καταναλώσεων συνδυασμού 3b\_ii (κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία)

Εξοικονόμηση και κόστη		Κτίριο αναφοράς	Υπάρχον κτίριο	Σενάριο 1	Σενάριο 2
▶	Λειτουργικό κόστος (€)	2.879,5	4.471,7	2.430,5	2.445,2
	Αρχικό κόστος επένδυσης (€)			24.226,0	24.226,0
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (kWh/m <sup>2</sup> )			73,1	72,4
	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)			46,0	45,5
	Τιμή εξοικονομούμενης ενέργειας (€/kWh)			0,7	0,7
	Μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> (kg/m <sup>2</sup> )			22,2	22,0
	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)			11,9	12,0

**Εικόνα 6.3.36** Αποτελέσματα οικονομοτεχνικής ανάλυσης συνδυασμού 3b (σενάρια 1, 2 για κλίσεις συλλεκτών για ετήσια και χειμερινή λειτουργία)

Χάρη στην χρήση ηλιακής ενέργειας για κάλυψη αναγκών σε ZNX, στις διατάξεις αυτοματισμού και στην αντικατάσταση των κουφωμάτων, η ενεργειακή εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται ανά σενάριο είναι 73,1 kWh/m<sup>2</sup> και 72,4 kWh/m<sup>2</sup>. Αντίστοιχα, οι επακόλουθες μειώσεις στις εκπομπές CO<sub>2</sub> είναι 22,2 kg/m<sup>2</sup> και 22 kg/m<sup>2</sup>.

Η αποδοτικότερη επέμβαση τόσο ενεργειακά όσο και επενδυτικά είναι αυτή που αντιστοιχεί στο σενάριο 1.

## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 7.1 Συμπεράσματα ανάλυσης

Μια γενικότερη παρατήρηση που προκύπτει σύμφωνα με τα αποτελέσματα από το λογισμικό, είναι ότι το κτήριο αναφοράς θα έχει πάντα προβάδισμα σε σχέση με τις επεμβάσεις που εξετάζονται μεμονωμένα και δεν αφορούν σε ηλιακά συστήματα, καθώς περιλαμβάνει κάλυψη των αναγκών σε ZNX από ηλιακούς συλλέκτες σε ποσοστό 15%.

Επιπλέον, καθώς το κτήριο που εξετάζεται δεν αφορά παλιά κατοικία, αλλά οικοδομήθηκε το 2003, οι επεμβάσεις κατά κάποιο τρόπο «αδικούνται», καθώς δεν μπορούν να αποτυπώσουν στο βαθμό που τους αναλογεί την συμβολή τους στην ενεργειακή εξοικονόμηση και στην καλύτερη ενεργειακή κατάταξη.

Πιο συγκεκριμένα, οι συντελεστές θερμοπερατότητας της εξωτερικής τοιχοποιίας και της οροφής του ισχύοντος κτηρίου, είναι λίγο μεγαλύτεροι από τα μέγιστα επιτρεπτά όρια που δίνει ο ΚΕΝΑΚ ( $U_{\text{τοιχοπ.}} = 0,64 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{mzx}} = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Δεδομένου και του γεγονότος ότι το κτήριο αναφοράς λειτουργεί με βάση τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές, το μέγεθος της αναμενόμενης βελτίωσης της ενεργειακής κατάταξης θα είναι μικρότερο, απ' όταν θα εξεταζόταν σε μια αμόνωτη ή μερικώς μονωμένη κατοικία.

Αντίστοιχα, οι συντελεστές θερμοπερατότητας των κουφωμάτων της εξεταζόμενης κατοικίας είναι μεν μεγαλύτεροι από τους μέγιστους επιτρεπτούς για την κλιματική ζώνη Β σύμφωνα με τα πρότυπα από τον ΚΕΝΑΚ ( $U_{\text{κουφωμάτων}} = 3,7 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{mzx}} = 3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ), αλλά δεν έχουν μεγάλη διαφορά. Για τον λόγο αυτό, το μέγεθος της εξοικονομούμενης ενέργειας από τα κουφώματα δεν αντικατοπτρίζει την πραγματική συνεισφορά που θα είχε η αντικατάστασή τους με πολύ καλύτερα ενεργειακά κουφώματα σε κατοικία εξοπλισμένη με πολύ κακής ποιότητας κουφωμάτων.

Μια σημαντική διαπίστωση είναι ότι τα αποτελέσματα των σεναρίων αντικατάστασης κουφωμάτων είναι πιο ενθαρρυντικά συγκριτικά με τις επεμβάσεις μόνωσης, καθώς η διαφορά  $U-U_{\text{max}}$  είναι μεγαλύτερη στα κουφώματα από ότι στην τοιχοποιία.

Σενάριο	Κατάταξη	Καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )			
		Θέρμανση	Ψύξη	Σύνολο	Απόσβεση
Υπάρχον κτήριο	E – 1,92	60,9	43,2	159,1	-
κουφώματα PVC	Δ – 1,68	45,4	39	139,3	21
κουφώματα θδ	Δ – 1,77	50,9	40,4	146,2	53,1
Εξωτ. Θερμ. Τοιχοπ. 50mm	Δ – 1,82	53,1	42,2	150,2	86,7
Εξωτ. Θερμ. Τοιχοπ. 80mm	Δ – 1,79	51,1	41,9	147,9	72,5
Εξωτ. Θερμ. Τοιχοπ. 100mm	Δ – 1,78	50,2	41,8	146,9	67,3
Εξωτ. Θερμομ. Οροφής 50mm	E – 1,89	59,7	42,2	157,5	146,6
Εξωτ. Θερμομ. Οροφής 80mm	E – 1,71	57,1	30,4	142,5	28,6
Εξωτ. Θερμομ. Οροφής 100mm	E – 1,88	59,2	42,5	156,7	30,1

Εξωτ. Θερμομ. Τοιχ. & Οροφής 50mm	$\Delta - 1,79$	51,6	41,3	147,9	96,9
Εξωτ. Θερμομ. Τοιχ. & Οροφής 80mm	$\Delta - 1,75$	49,3	40,8	145,1	83,7
Εξωτ. Θερμομ. Τοιχ. & Οροφής 100mm	$\Delta - 1,74$	48,2	40,6	143,8	77,3

Αξίζει να αναφερθεί επίσης, ότι τα αποτελέσματα από την εισαγωγή αντιστάθμισης στον λέβητα (θερμοστάτες αντιστάθμισης – κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού, επιπλέον θερμοστάτες χώρου – κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) αποφέρει σημαντική επίδραση στην τελική κατανάλωση ενέργειας. Αυτή η διαπίστωση είναι σημαντική ιδιαίτερα συγκριτικά με τις επεμβάσεις εξωτερικής θερμομόνωσης, αντικατάστασης κουφωμάτων και αντικατάστασης συστήματος θέρμανσης με λέβητες Φ.Α. και βιομάζας, οι οποίες έχουν πολύ μεγαλύτερο αρχικό κόστος επένδυσης και είναι πιο πολύπλοκες συγκριτικά με την απλή εγκατάσταση της αντιστάθμισης.

Επιπλέον, ο λέβητας πετρελαίου που είχε επιλεγεί για το εξεταζόμενο κτήριο, είχε πολύ καλό βαθμό απόδοσης και δεδομένου ότι δεν ήταν υπερδιαστασιολογημένος (επαληθεύτηκε από τη σχέση 4.1 της TOTEE) και ήταν σε καλή κατάσταση, οι συγκρίσεις με λέβητες pellet, συμπύκνωσης Φ.Α. και μ-ΣΗΘ, αν και παρουσιάζουν βελτίωση στην ενεργειακή κατάσταση, δεν αποτυπώνουν το ίδιο μέγεθος σε απόσβεση και σε εξοικονόμηση, όπως εάν θα επρόκειτο για παλιό λέβητα σε κακή κατάσταση.

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα των σεναρίων για κάθε επέμβαση και συνδυασμό επεμβάσεων του προηγούμενου κεφαλαίου, και λαμβάνοντας ως σενάριο 0 την παρούσα κατάσταση, εξάγονται οι συγκεντρωτικοί πίνακες που παρουσιάζονται ακολούθως.

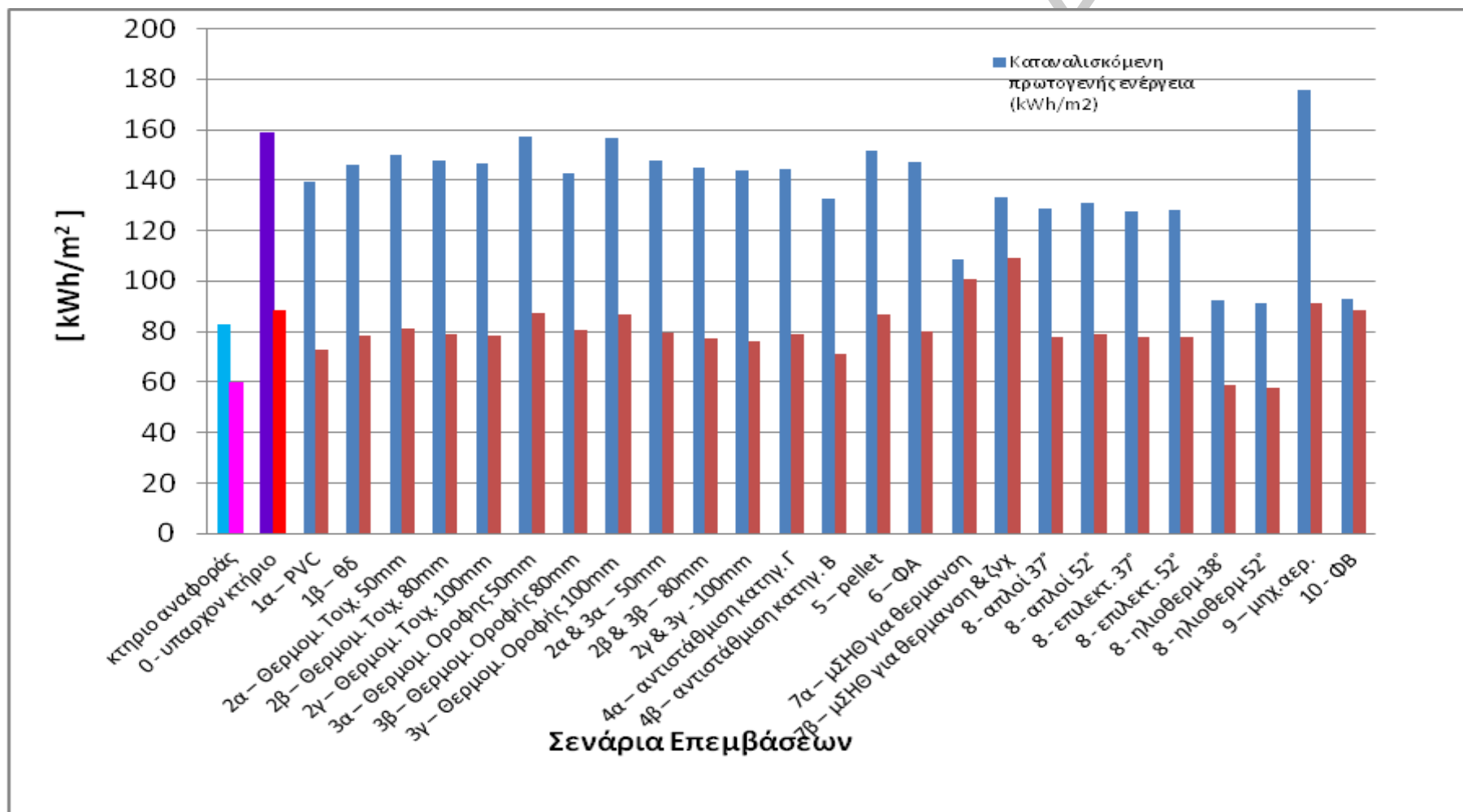
**Πίνακας 7.1.1** Ενεργειακή κατάταξη και καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια ανά τελική χρήση για κάθε σενάριο επέμβασης.

Σενάριο	Κατάταξη	Καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )				
		Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Συνεισφ. ΑΠΕ-ΣΗΘ	Σύνολο
Κτήριο Αναφοράς	-	37,4	25,5	19,9		<b>82,7</b>
0 – Υπάρχον κτήριο	E – 1,92	60,9	43,2	54,9	-	<b>159,1</b>
1 – Κουφώματα PVC	Δ – 1,68	45,4	39	54,9	-	<b>139,3</b>
1 – Κουφώματα Θερμοδ/πή	Δ – 1,77	50,9	40,4	54,9		<b>146,2</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ. 50mm	Δ – 1,82	53,1	42,2	54,9	-	<b>150,2</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ. 80mm	Δ – 1,79	51,1	41,9	54,9		<b>147,9</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ.100mm	Δ – 1,78	50,2	41,8	54,9		<b>146,9</b>
3 – Θερμομ. Οροφής 50mm	E – 1,89	59,7	42,2	54,9	-	<b>157,5</b>
3 – Θερμομ. Οροφής 80mm	E – 1,71	57,1	30,4	54,9		<b>142,5</b>
3 – Θερμομ. Οροφής100mm	E – 1,88	59,2	42,5	54,9		<b>156,7</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 50mm	Δ – 1,79	51,6	41,3	54,9	-	<b>147,9</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 80mm	Δ – 1,75	49,3	40,8	54,9		<b>145,1</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 100mm	Δ – 1,74	48,2	40,6	54,9		<b>143,8</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Γ	Δ – 1,74	52,8	36,6	54,9	-	<b>144,3</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Β	Δ – 1,60	46	31,6	54,9		<b>132,5</b>
5 – λέβητας pellet	E – 1,89	53,8	43,2	54,9	-	<b>151,9</b>
6 – λέβητας ΦΑ	Δ – 1,78	49,2	43,2	54,9	-	<b>147,3</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση	Γ – 1,31	71	43,2	54,9	60,6	<b>108,6</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση & ZNX	Δ – 1,61	70,9	43,2	28,6	9,7	<b>133</b>
8 - απλοί ηλιακοί (37,58°)	Δ – 1,56	60,9	43,2	24,6	-	<b>128,8</b>
8 - απλοί ηλιακοί (52,58°)	Δ – 1,59	60,9	43,2	27,1		<b>131,2</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (37,58°)	Δ – 1,54	60,9	43,2	23,5		<b>127,6</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (52,58°)	Δ – 1,55	60,9	43,2	24,2		<b>128,4</b>
8 – ηλιοθερμικό (37,58°)	Γ – 1,12	49,3	43,2	0,1		<b>92,6</b>
8 – ηλιοθερμικό (52,58°)	Γ – 1,10	47,8	43,2	0,1		<b>91,1</b>
9 – μηχανικός αερισμός	E – 2,12	57,5	14,8	18,9		<b>175,5</b>
10 - Φωτοβολταϊκά	Γ – 1,13	60,9	43,2	54,9	65,8	<b>93,2</b>



Πίνακας 7.1.2 Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για κάθε σενάριο επέμβασης.

Σενάριο	Ενεργειακή κατανάλωση ετησίως (kWh/m <sup>2</sup> )						
	Θέρμανση	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	Ψύξη	ZNX	Ηλιακή ενέργεια για ZNX	Ενέργεια από ΑΠΕ-ΣΗΘ	Σύνολο
Κτήριο Αναφοράς	33,2		8,8	18,1	3,2		<b>60,1</b>
0 – Υπάρχον κτήριο	54,6		14,9	18,9			<b>88,5</b>
1 – Κουφώματα PVC	40,5		13,4	18,9			<b>72,9</b>
1 – Κουφώματα θερμοδ.	45,5		13,9	18,9			<b>78,3</b>
2 – Θερμομ. Τοιχ. 50mm	47,5		14,5	18,9			<b>81</b>
2 – Θερμομ. Τοιχ. 80mm	45,7		14,4	18,9			<b>79,1</b>
2 – Θερμομ. Τοιχ.100mm	44,8		14,4	18,9			<b>78,2</b>
3 – Θερμ. Οροφής 50mm	53,5		14,8	18,9			<b>87,3</b>
3 – Θερμ. Οροφής 80mm	51,3		10,5	18,9			<b>80,7</b>
3 – Θερμ. Οροφής100mm	53		14,7	18,9			<b>86,7</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 50mm	46,2		14,2	18,9			<b>79,4</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 80mm	44,1		14,1	18,9			<b>77,1</b>
2&3 - Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 100mm	43,1		14,1	18,9			<b>76</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Γ	47,3		12,6	18,9			<b>78,8</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Β	41,1		10,9	18,9			<b>71</b>
5 – λέβητας pellet	52,9		14,9	18,9			<b>86,7</b>
6 – λέβητας ΦΑ	46		14,9	18,9			<b>79,9</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση	66,8		14,9	18,9		20,9	<b>100,6</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση & ZNX	66,8		14,9	27,2		29,4	<b>108,9</b>
8 - απλοί ηλιακοί (37,58°)	54,6		14,9	8,5	11,7		<b>78</b>
8 - απλοί ηλιακοί (52,58°)	54,6		14,9	9,3	10,6		<b>78,9</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (37,58°)	54,6		14,9	8,1	12,2		<b>77,6</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (52,58°)	54,6		14,9	8,4	11,7		<b>77,9</b>
8 – ηλιοθερμικό (37,58°)	44	31,5	14,9		66,5		<b>59</b>
8 – ηλιοθερμικό (52,58°)	42,7	33,1	14,9		67,2		<b>57,6</b>
<b>9 – μηχανικός αερισμός</b>	<b>57,5</b>		<b>14,8</b>	<b>18,9</b>			<b>91,3</b>
10 - Φωτοβολταϊκά	54,6		14,9	18,9		22,7	<b>88,5</b>



**Διάγραμμα 7.1-1** Αποτύπωση καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας και ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε σενάριο επεμβάσεων και Σύγκριση με αντίστοιχες καταναλώσεις κτηρίου αναφοράς και υπάρχοντος κτηρίου.

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά οι πιο συμφέρουσες επεμβάσεις, αξιολογώντας τις υποπεριπτώσεις του κάθε σεναρίου.

Όσον αφορά τις μεμονωμένες επεμβάσεις, οι πιο αποδοτικές από πλευράς εξοικονόμησης ενέργειας είναι:

- Από τις δύο επιλογές των κουφωμάτων, τα κουφώματα PVC έχουν καλύτερη απόδοση από αυτά με τη θερμοδιακοπή, πετυχαίνοντας απόδοση 1,68 έναντι 1,77 του δευτερεύοντος. Αυτό είναι λογική συνέπεια, καθώς τα κουφώματα PVC έχουν καλύτερο συντελεστή θερμοπερατότητας ( $U_{PVC} = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K} < U_{\theta\theta} = 2,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ ). Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι 12,4% έναντι 8,1% των θερμοδιακοπόμενων, ενώ και η απόσβεσή τους γίνεται σε λιγότερα χρόνια δεδομένου και του χαμηλότερου κόστους τους σε σχέση με τα κουφώματα με θερμοδιακοπή. (κατάταξη Δ)
- Από τις τρεις επιλογές των διαφορετικών παχών μόνωσης της εξωτερικής τοιχοποιίας και της ταράτσας, όπως ήταν αναμενόμενο, η επιλογή πάχους μόνωσης 100mm είναι η καλύτερη επιλογή με απόδοση 1,74 και εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 9,6%. (κατάταξη Δ)
- Από τις δύο επιλογές του συστήματος αντισταθμίσεως, η προσθήκη συστήματος θερμοδομέτρησης στα σώματα κατατάσσει την κατηγορία διατάξεων αυτοματισμών Β καλύτερη ενεργειακά σε σχέση με τη Γ, πετυχαίνοντας απόδοση 1,6 και εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 16,7%. (κατάταξη Δ)
- Η επιλογή της αντικατάστασης του υπάρχοντος λέβητα εξετάστηκε για λέβητα pellet και λέβητα συμπίκνωσης φυσικού αερίου. Τελικά, ο λέβητας συμπίκνωσης Φ.Α. αποδεικνύεται καλύτερη επιλογή, καθώς ανεβαίνει στην κατηγορία Δ σε σχέση με τον pellet που παραμένει στην Ε, με απόδοση 1,78. Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας που επιτυγχάνεται αγγίζει το 7,4% σε σχέση με τον λέβητα pellet που φτάνει το 4,5%. Αν και η απόσβεση του λέβητα συμπίκνωσης γίνεται αργότερα σε σχέση με τον λέβητα βιομάζας, η διαφορά ωστόσο κρίνεται αμελητέα, αν λάβει κανείς υπόψη τη μεγαλύτερη διαφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η καλύτερη κατάταξη του λέβητα συμπίκνωσης σε σχέση με τον λέβητα βιομάζας εξηγείται από το γεγονός ότι ο λέβητας συμπίκνωσης Φ.Α. έχει πολύ καλό βαθμό απόδοσης (1,07), κατά συνέπεια οι ενεργειακές καταναλώσεις μειώνονται πολύ περισσότερο και αντισταθμίζουν τον μεγαλύτερο συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας του φυσικού αερίου (1,05) σε σχέση με τη βιομάζα (1).
- Όσον αφορά το σύστημα μ-σηθ με κινητήρα Otto και καύσιμο Φ.Α., φαίνεται ότι αποδίδει καλύτερα χωρίς τη σύνδεση με το ζεστό νερό χρήσης, καθώς ανεβαίνει στην κατάταξη Γ με απόδοση 1,31 έναντι της Δ με απόδοση 1,61 στην περίπτωση κάλυψης και αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης, και αυτό συμβαίνει διότι δεν λαμβάνεται η συνολική συνεισφορά στη δεύτερη περίπτωση. Η εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας είναι αρκετά υψηλή, φτάνοντας στο 31,7%. Αν και η συνεισφορά από ΣΗΘ στις ενεργειακές καταναλώσεις είναι μεγαλύτερη στην περίπτωση της σύνδεσης και με ZNX ( $29,4 \text{ kWh/m}^2$ ), σε σχέση με την περίπτωση της κάλυψης μόνο αναγκών σε θέρμανση ( $20,9 \text{ kWh/m}^2$ ), το λογισμικό φαίνεται να υπολογίζει ως τελική συνεισφορά από ΣΗΘ την ενέργεια κατά τη διάρκεια της θερμής περιόδου -Μάιο έως Σεπτέμβριο- ( $= 3,3 \text{ kWh/m}^2 * 2,9 = 9,7 \text{ kWh/m}^2$ ).

- Η εξέταση της εγκατάστασης ηλιακού συστήματος για κάλυψη σε ανάγκες ζεστού νερού χρήσης απέδειξε ότι η λύση της κλίσης ίσης με το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας (για ετήσια λειτουργία των συλλεκτών  $-37,58^\circ$ ) αποδίδει καλύτερα και για τους δύο τύπους συλλεκτών. Το γεγονός αυτό έρχεται να επιβεβαιώσει ότι η χρήση των ηλιακών για κάλυψη αναγκών σε ZNX είναι για όλη τη διάρκεια του έτους και με κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής επιτυγχάνεται η βέλτιστη παρακολούθηση της τροχιάς του ήλιου όλο το χρόνο. Συγκριτικά με τους δύο τύπους ηλιακών συλλεκτών που εξετάστηκαν, η καλύτερη επιλογή είναι αυτή των επιλεκτικών συλλεκτών, επιτυγχάνοντας την καλύτερη απόδοση (1,54) και τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (19,8). Όλα τα σενάρια που εξετάστηκαν για χρήση ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη αναγκών σε ZNX κατατάσσονται στην ίδια κατηγορία, τη Δ.
- Αναφορικά με το ηλιοθερμικό σύστημα που εξετάστηκε για την υποβοήθηση και σε ανάγκες θέρμανσης, καλύτερη επιλογή αποτελεί η επιλογή της κλίσης για χειμερινή κυρίως χρήση ( $52,58^\circ$ ). Το γεγονός αυτό αιτιολογείται καθώς εξαρχής με την επιλογή της ηλιοθερμικής εγκατάστασης στοχεύαμε κατά κύριο στη χειμερινή περίοδο, αφού θέλαμε παράλληλα με τις ανάγκες σε ZNX να καλύψουμε και ανάγκες θέρμανσης. Ο ήλιος την περίοδο του χειμώνα κινείται σε πιο χαμηλή τροχιά και έτσι οι συλλέκτες για να αποδίδουν καλύτερα τη χειμερινή περίοδο θα πρέπει να αυξηθεί η κλίση τους προκειμένου να ακολουθούν την τροχιά του ήλιου. Η απόδοση φτάνει το 1,10 καθιστώντας αυτήν την επιλογή την καλύτερη ενεργειακά από τις μεμονωμένες επεμβάσεις, ανεβάζοντάς την στη Γ κατηγορία, και επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας κατά 42,7%.
- Όσον αφορά την εξέταση του μηχανικού αερισμού, το λογισμικό έχει υποβιβάσει την κατάταξη του κτηρίου στην ενεργειακή κατηγορία E, λόγω των ανεβασμένων καταναλώσεων στη θέρμανση. Το φορτίο της θέρμανσης καλύπτεται από δύο πηγές ενέργειας, ρεύμα και πετρέλαιο. Αν και η κατανάλωση σε πετρέλαιο μειώθηκε, ωστόσο αυξήθηκε σημαντικά η ηλεκτρική κατανάλωση, τόσο από το αναγόμενο μέρος για κάλυψη θερμικού φορτίου, όσο και από τη χρήση των ανεμιστήρων. Δεδομένου του υψηλού συντελεστή πρωτογενούς ενέργειας του ηλεκτρισμού (2,9) τελικά, οι κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας αυξάνεται σημαντικά. Το πρόβλημα εντοπίζεται στην μη ύπαρξη πεδίου στο λογισμικό με δυνατότητα καθορισμού της επιθυμητής θερμοκρασίας άνεσης χώρου, ώστε να μην χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό για να ανεβάσει τη θερμοκρασία απαραίτητα στους  $20^\circ\text{C}$ .
- Όσον αφορά την εξέταση αυτόνομης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης, επιτυγχάνεται η δεύτερη καλύτερη απόδοση μετά τα ηλιοθερμικά (1,13) και ανεβαίνει στην ενεργειακή κατάταξη στην κατηγορία Γ. Η δε εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας φτάνει το 41,4%. Η συνεισφορά των ΦΒ είναι μεγάλη, διότι το κτίριο έχει υψηλές καταναλώσεις ηλεκτρικής ενέργειας για ZNX, ψύξη και κυκλοφορητές.

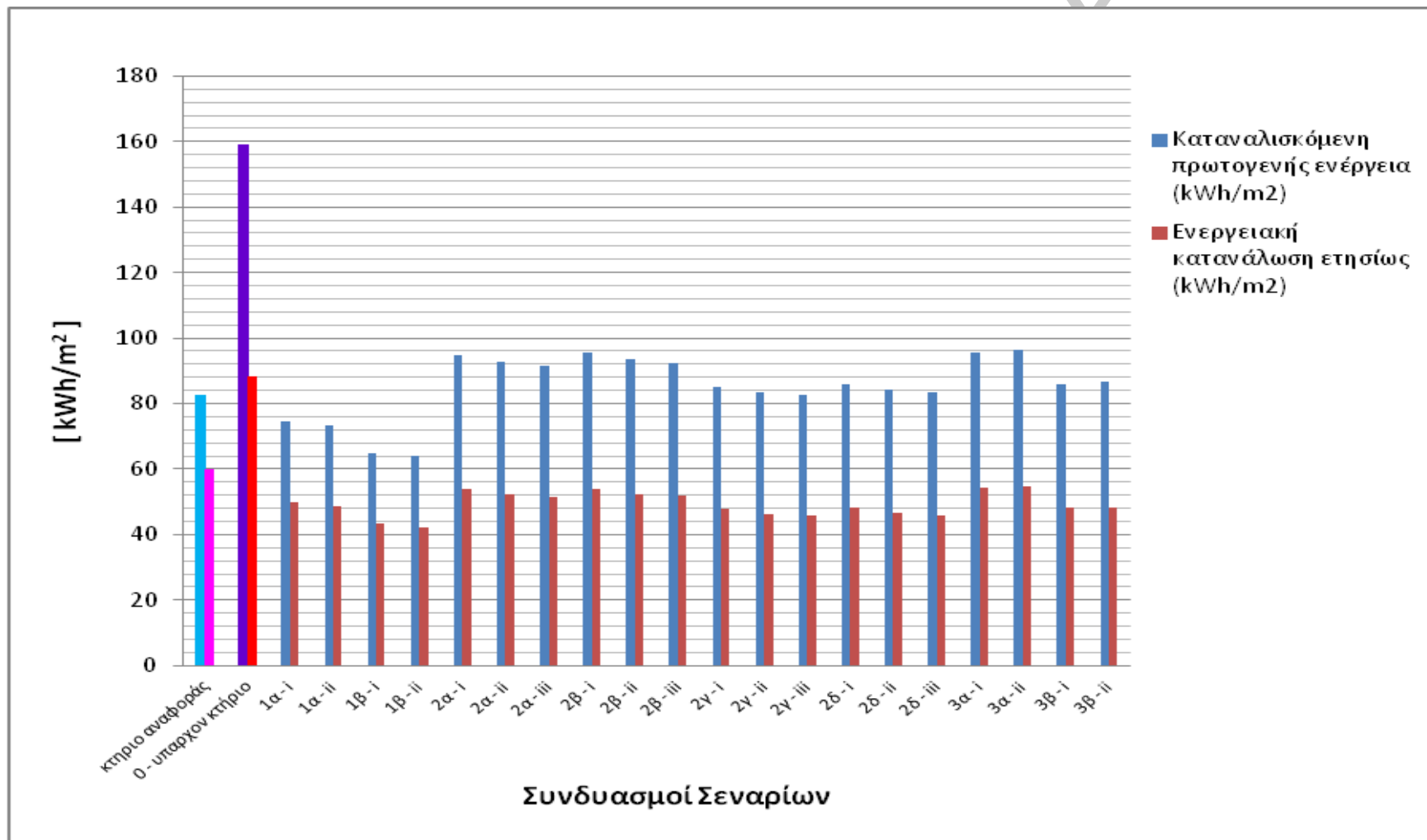
**Πίνακας 7.1.3** Ενεργειακή κατάταξη και κατανάλωση πρωτογενούς ανά τελική χρήση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων.

Συνδυασμός σεναρίων	Κατάταξη	Καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια (kWh/m <sup>2</sup> )				
		Θέρμανση	Ψύξη	ZNX	Συνεισφορά ΑΠΕ-ΣΗΘ	Σύνολο
<b>1α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet					
<b>1<sup>α</sup></b> – (κλίση 37,58°)	B – 0,90	37,9	36,6	0,1		<b>74,6</b>
<b>1<sup>α</sup></b> – (κλίση 52,58°)	B – 0,89	36,8	36,6	0,1		<b>73,5</b>
<b>1β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet					
<b>1<sup>β</sup></b> – (κλίση 37,58°)	B – 0,78	33,1	31,6	0,1		<b>64,8</b>
<b>1<sup>β</sup></b> – (κλίση 52,58°)	B – 0,77	32,2	31,6	0,1		<b>63,9</b>
<b>2α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
<b>2<sup>α</sup></b> - (μόνωση 50mm)	Γ – 1,14	36,2	35	23,5		<b>94,6</b>
<b>2<sup>α</sup></b> - (μόνωση 80mm)	Γ – 1,12	34,6	34,5	23,5		<b>92,6</b>
<b>2<sup>α</sup></b> -(μόνωση 100mm)	Γ – 1,11	33,8	34,3	23,5		<b>91,7</b>
<b>2β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
<b>2<sup>β</sup></b> - (μόνωση 50mm)	Γ – 1,15	36,2	35	24,2		<b>95,4</b>
<b>2<sup>β</sup></b> - (μόνωση 80mm)	Γ – 1,13	34,6	34,5	24,2		<b>93,4</b>
<b>2<sup>β</sup></b> -(μόνωση 100mm)	Γ – 1,12	33,8	34,3	24,2		<b>92,4</b>
<b>2γ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
<b>2<sup>γ</sup></b> - (μόνωση 50mm)	Γ – 1,03	31,5	30,2	23,5		<b>85,2</b>
<b>2<sup>γ</sup></b> - (μόνωση 80mm)	Γ – 1,01	30,1	29,8	23,5		<b>83,5</b>
<b>2<sup>γ</sup></b> -(μόνωση 100mm)	B – 1,00	29,5	29,6	23,5		<b>82,6</b>
<b>2δ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
<b>2<sup>δ</sup></b> - (μόνωση 50mm)	Γ – 1,04	31,5	30,2	24,2		<b>85,9</b>
<b>2<sup>δ</sup></b> - (μόνωση 80mm)	Γ – 1,02	30,1	29,8	24,2		<b>84,2</b>
<b>2<sup>δ</sup></b> -(μόνωση 100mm)	Γ – 1,01	29,5	29,6	24,2		<b>83,4</b>
<b>3α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC					
<b>3<sup>α</sup></b> – (κλίση 37,58°)	Γ – 1,16	39,1	32,9	23,5		<b>95,6</b>
<b>3<sup>α</sup></b> – (κλίση 52,58°)	Γ – 1,16	39,1	32,9	24,2		<b>96,3</b>
<b>3β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC					
<b>3<sup>β</sup></b> – (κλίση 37,58°)	Γ – 1,04	34	28,5	23,5		<b>86</b>
<b>3<sup>β</sup></b> – (κλίση 52,58°)	Γ – 1,05	34	28,5	24,2		<b>86,7</b>

**Πίνακας 7.1.4** Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων

Σενάριο	Ενεργειακή κατανάλωση ετησίως (kWh/m <sup>2</sup> )						
	Θέρμανση	Ηλιακή ενέργεια για θέρμανση χώρων	Ψύξη	ZNX	Ηλιακή ενέργεια για ZNX	Ενέργεια από ΑΠΕ-ΣΗΘ	Σύνολο
<b>1α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet						
1 <sup>α</sup> – (κλίση 37,58°)	37,1	31,6	12,6		66,6		49,7
1 <sup>α</sup> – (κλίση 52,58°)	36	33,1	12,6		67,2		48,7
<b>1β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet						
1 <sup>β</sup> – (κλίση 37,58°)	32,3	31,6	10,9		66,6		43,2
1 <sup>β</sup> – (κλίση 52,58°)	31,4	33,1	10,9		67,2		42,3
<b>2α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.						
2 <sup>α</sup> - (μόνωση 50mm)	33,7		12	8,1	12,2		53,9
2 <sup>α</sup> - (μόνωση 80mm)	32,2		11,9	8,1	12,2		52,2
2 <sup>α</sup> -(μόνωση 100mm)	31,5		11,8	8,1	12,2		51,4
<b>2β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.						
2 <sup>β</sup> - (μόνωση 50mm)	33,7		12	8,4	11,7		54,1
2 <sup>β</sup> - (μόνωση 80mm)	32,2		11,9	8,4	11,7		52,5
2 <sup>β</sup> -(μόνωση 100mm)	31,5		11,8	8,4	11,7		51,7
<b>2γ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.						
2 <sup>γ</sup> - (μόνωση 50mm)	29,3		10,4	8,1	12,2		47,9
2 <sup>γ</sup> - (μόνωση 80mm)	28		10,3	8,1	12,2		46,4
2 <sup>γ</sup> -(μόνωση 100mm)	27,4		10,2	8,1	12,2		45,7
<b>2δ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.						
2 <sup>δ</sup> - (μόνωση 50mm)	29,3		10,4	8,4	11,7		48,1
2 <sup>δ</sup> - (μόνωση 80mm)	28		10,3	8,4	11,7		46,7
2 <sup>δ</sup> -(μόνωση 100mm)	27,4		10,2	8,4	11,7		46
<b>3α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC						
3 <sup>α</sup> – (κλίση 37,58°)	34,8		11,4	8,1	12,2		54,3
3 <sup>α</sup> – (κλίση 52,58°)	34,8		11,4	8,4	11,7		54,6
<b>3β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC						
3 <sup>β</sup> – (κλίση 37,58°)	30,2		9,8	8,1	12,2		48,2
3 <sup>β</sup> – (κλίση 52,58°)	30,2		9,8	8,4	11,7		48,4





**Διάγραμμα 7.1-2** Αποτύπωση καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας και ενεργειακής κατανάλωσης για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων και Σύγκριση με αντίστοιχες καταναλώσεις κτηρίου αναφοράς και υπάρχοντος κτηρίου.

Όσον αφορά στους εξεταζόμενους συνδυασμούς επεμβάσεων, τα πιο αποδοτικά σενάρια ανά συνδυασμό είναι:

- Όσον αφορά τον 1<sup>ο</sup> συνδυασμό που εξετάστηκε, πρέπει αρχικά να επισημανθεί ότι και στις δύο υπο-περιπτώσεις καλύτερη επιλογή ήταν αυτή με τους συλλέκτες σε κλίση για χειμερινή λειτουργία (όπως είχε διαπιστωθεί και στη μεμονωμένη περίπτωση του ηλιοθερμικού συστήματος). Συνολικά, βέλτιστη θεωρείται η επιλογή 1β\_ii η οποία περιλαμβάνει εγκατάσταση αντιστάθμισης με σύστημα θερμιδομέτρησης (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού), ηλιοθερμικό σύστημα με κλίση=52,58° και αντικατάσταση του υπάρχοντα λέβητα με λέβητα pellet. Με την επέμβαση αυτή επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 59,8% και το κτήριο κατατάσσεται ενεργειακά στην κατηγορία Β (απόδοση 0,77).
- Όσον αφορά στο 2<sup>ο</sup> συνδυασμό επεμβάσεων, η βέλτιστη επιλογή θεωρείται η εξωτερική θερμομόνωση τοιχοποιίας και οροφής με μόνωση πάχους 100mm, εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη σε ZNX με κλίση για ετήσια χρήση (37,58°), εισαγωγή αντιστάθμισης με σύστημα θερμιδομέτρησης (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) και αντικατάσταση του υπάρχοντα λέβητα με λέβητα συμπύκνωσης Φ.Α.. Η επέμβαση αυτή ανέρχεται στην κατηγορία Γ (απόδοση 1,00) της ενεργειακής κατάταξης, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας ίσης με 48%.
- Όσον αφορά στον 3<sup>ο</sup> συνδυασμό, η καλύτερη ενεργειακά επιλογή είναι η εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη σε ZNX με κλίση για ετήσια χρήση (37,58°), η αντικατάσταση των κουφωμάτων με κουφώματα pvc και εισαγωγή αντιστάθμισης με σύστημα θερμιδομέτρησης (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού). Με αυτόν τον συνδυασμό επιτυγχάνεται εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας 46% και το κτήριο κατατάσσεται πλέον στη Γ κατηγορία της ενεργειακής κατάταξης.

**Πίνακας 7.1.5** Κατανάλωση καυσίμων για κάθε σενάριο επέμβασης εξοικονόμησης ενέργειας και σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς.

Σενάριο	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )					
	Ηλεκτρισμός	Πετρέλαιο	Φυσικό αέριο	Ηλιακή	Βιομάζα	Σύνολο
Κτήριο αναφοράς	9,2	50,9		3,2		<b>60,1</b>
0 – Υπάρχον κτήριο	34,3	54,1				<b>88,5</b>
1 – Κουφώματα PVC	32,8	40,1				<b>72,9</b>
1 – Κουφώματα Θερμοδ/πή	33,3	45				<b>78,3</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ. 50mm	34	47				<b>81</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ. 80mm	33,9	45,2				<b>79,1</b>
2 – Θερμομ. Τοιχοπ.100mm	33,8	44,4				<b>78,2</b>
3 – Θερμομ. Οροφής 50mm	34,2	53,1				<b>87,3</b>
3 – Θερμομ. Οροφής 80mm	29,8	50,9				<b>80,7</b>
3 – Θερμομ. Οροφής100mm	34,1	52,6				<b>86,7</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 50mm	33,6	45,7				<b>79,4</b>
2&3 – Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 80mm	33,5	43,6				<b>77,1</b>
2&3 - Θερμομ. Τοιχοπ. & Οροφής 100mm	33,4	42,6				<b>76</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Γ	32	46,9				<b>78,8</b>
4 – αντιστάθμιση κατηγ. Β	30,2	40,7				<b>71</b>
5 – λέβητας pellet	34,3				52,4	<b>86,7</b>
6 – λέβητας ΦΑ	34,3		45,5			<b>79,9</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση	24,6		66,3			<b>100,6</b>
7 – μΣΗΘ για θέρμανση & ZNX	12,3		93,5			<b>108,9</b>
8 - απλοί ηλιακοί (37,58°)	23,9	54,1		11,7		<b>78</b>
8 - απλοί ηλιακοί (52,58°)	24,7	54,1		10,6		<b>78,9</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (37,58°)	23,5	54,1		12,2		<b>77,6</b>
8 - επιλεκτικοί ηλιακοί (52,58°)	23,7	54,1		11,7		<b>77,9</b>
8 – ηλιοθερμικό (37,58°)	15,4	43,6		98		<b>59</b>
8 – ηλιοθερμικό (52,58°)	15,4	42,2		100,3		<b>57,6</b>
<b>9 – μηχανικός αερισμός</b>	<b>41,7</b>	<b>49,6</b>				<b>91,3</b>
10 - Φωτοβολταϊκά	12,6	54,1				<b>88,5</b>

**Πίνακας 7.1.6** Κατανάλωση καυσίμων για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας και σύγκριση με υπάρχον κτήριο και κτήριο αναφοράς.

Σενάριο	Κατανάλωση καυσίμων (kWh/m <sup>2</sup> )					
	Ηλεκτρισμός	πετρέλαιο	Φυσικό αέριο	Ηλιακή	Βιομάζα	Σύνολο
<b>1α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet					
1 <sup>α</sup> – (κλίση 37,58°)	13,1			98,2	36,6	49,7
1 <sup>α</sup> – (κλίση 52,58°)	13,1			100,3	35,6	48,7
<b>1β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα – Λέβητας Pellet					
1 <sup>β</sup> – (κλίση 37,58°)	11,3			98,2	31,9	43,2
1 <sup>β</sup> – (κλίση 52,58°)	11,3			100,3	31	42,3
<b>2α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
2 <sup>α</sup> - (μόνωση 50mm)	20,6		33,3	12,2		53,9
2 <sup>α</sup> - (μόνωση 80mm)	20,4		31,8	12,2		52,2
2 <sup>α</sup> -(μόνωση 100mm)	20,4		31	12,2		51,4
<b>2β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
2 <sup>β</sup> - (μόνωση 50mm)	20,8		33,3	11,7		54,1
2 <sup>β</sup> - (μόνωση 80mm)	20,7		31,8	11,7		52,5
2 <sup>β</sup> -(μόνωση 100mm)	20,6		31	11,7		51,7
<b>2γ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
2 <sup>γ</sup> - (μόνωση 50mm)	18,9		29	12,2		47,9
2 <sup>γ</sup> - (μόνωση 80mm)	18,8		27,6	12,2		46,4
2 <sup>γ</sup> -(μόνωση 100mm)	18,7		27	12,2		45,7
<b>2δ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.					
2 <sup>δ</sup> - (μόνωση 50mm)	19,2		29	11,7		48,1
2 <sup>δ</sup> - (μόνωση 80mm)	19,1		27,6	11,7		46,7
2 <sup>δ</sup> -(μόνωση 100mm)	19		27	11,7		46
<b>3α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC					
3 <sup>α</sup> – (κλίση 37,58°)	19,9	34,4		12,2		54,3
3 <sup>α</sup> – (κλίση 52,58°)	20,2	34,4		11,7		54,6
<b>3β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC					
3 <sup>β</sup> – (κλίση 37,58°)	18,3	29,8		12,2		48,2
3 <sup>β</sup> – (κλίση 52,58°)	18,6	29,8		11,7		48,4

Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι πιο αποδοτικές ενεργειακά επεμβάσεις, οι πιο συμφέρουσες επενδυτικά και αυτές που συνδυάζουν την καλύτερη ενεργειακή επίδοση σε σχέση με την απόσβεση της επένδυσης.

Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι καθώς το λογισμικό TEE-KENAK είναι προσανατολισμένο κυρίως για χρήση από μηχανικούς στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου, οι δυνατότητες που περιέχει στην οικονομική ανάλυση είναι περιορισμένες. Αυτό συμβαίνει, κατά κύριο λόγο, λόγω της μη δυνατότητας στον χρήστη για τον καθορισμό του λειτουργικού κόστους, αλλά και τη μη ύπαρξη πληροφοριών στο πώς υπολογίζεται το λειτουργικό κόστος κάθε επέμβασης (τιμές πετρελαίου, φυσικού αερίου κτλ). Ακόμη δεν υπάρχει η δυνατότητα να καθορισθούν από τη μεριά του χρήστη, τόσο το επιτόκιο προεξόφλησης, ενδεχόμενες αυξομειώσεις στις τιμές πετρελαίου, ηλεκτρικής ενέργειας, κτλ, όσο και η διάρκεια ζωής της επένδυσης. Τα προηγούμενα, όπως είναι φανερό, επηρεάζουν άμεσα τη Παρούσα Αξία αλλά και το Χρόνο Αποπληρωμής της επένδυσης. Πρέπει ακόμα να επισημανθεί η δυσκολία εισαγωγής και υπολογισμού της αρχικής δαπάνης όσον αφορά τα κουφώματα, και πρέπει επίσης να υπογραμμίσουμε την μη δυνατότητα του λογισμικού TEE KENAK να υπολογίσει τα κέρδη από διασύνδεση του παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας από Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού - Θερμότητας ή εγκατάστασης φωτοβολταϊκών.

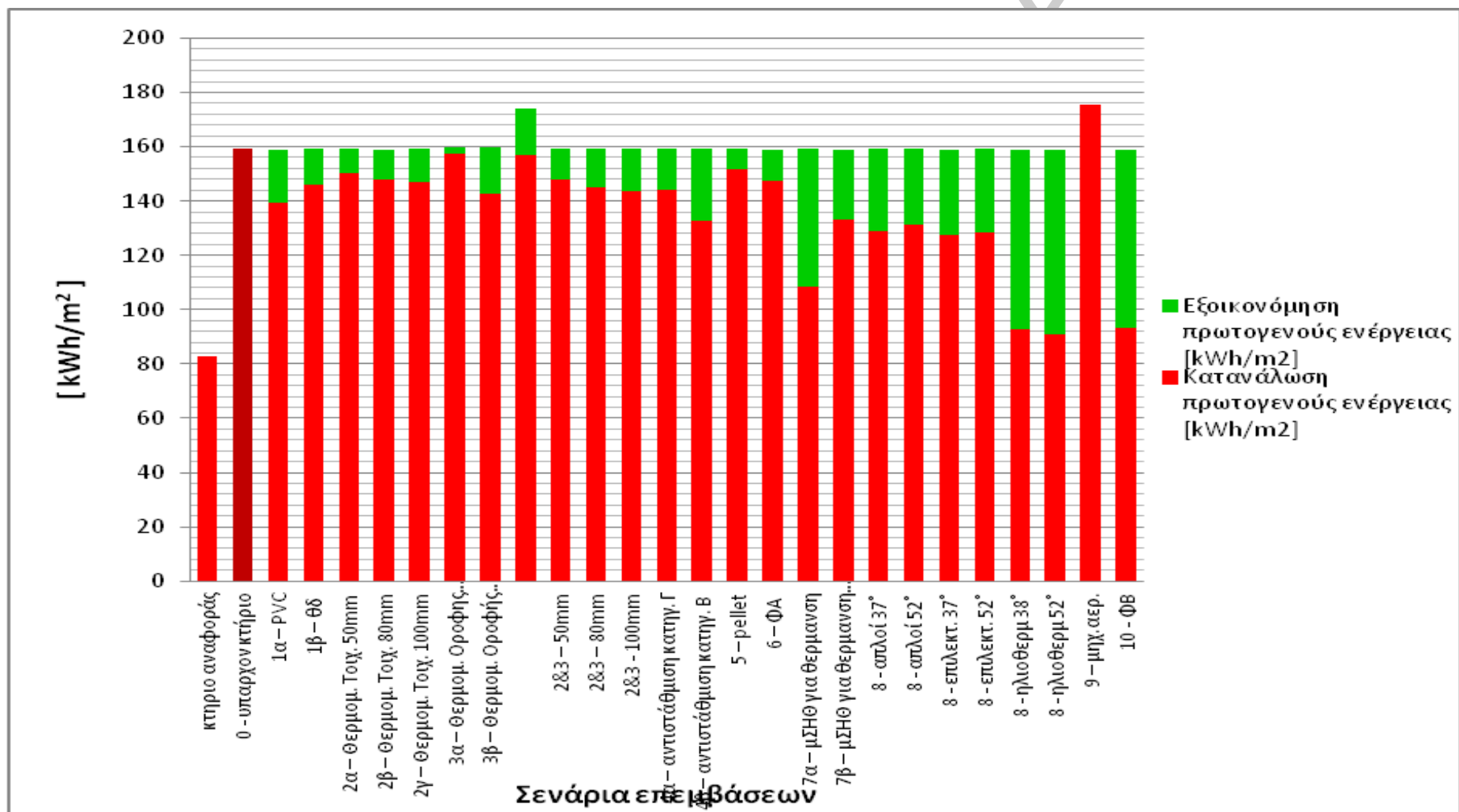
Για το λόγο αυτό, εκτενής ανάλυση επένδυσης όλων των επεμβάσεων που αναφέρονται στην παρούσα διπλωματική εργασία, παρουσιάζεται στην διπλωματική εργασία «Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων ενεργειακής εξοικονόμησης σε διώροφη κατοικία» της Αμούργη Μαρίας. Το λογισμικό εξετάζει την απλή περίοδο αποπληρωμής για το κάθε σενάριο, υπολογιζόμενη με βάση την τελική ενεργειακή κατανάλωση και όχι την κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας.

**Πίνακας 7.1.7** Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και περίοδος αποπληρωμής για το κάθε σενάριο επέμβασης.

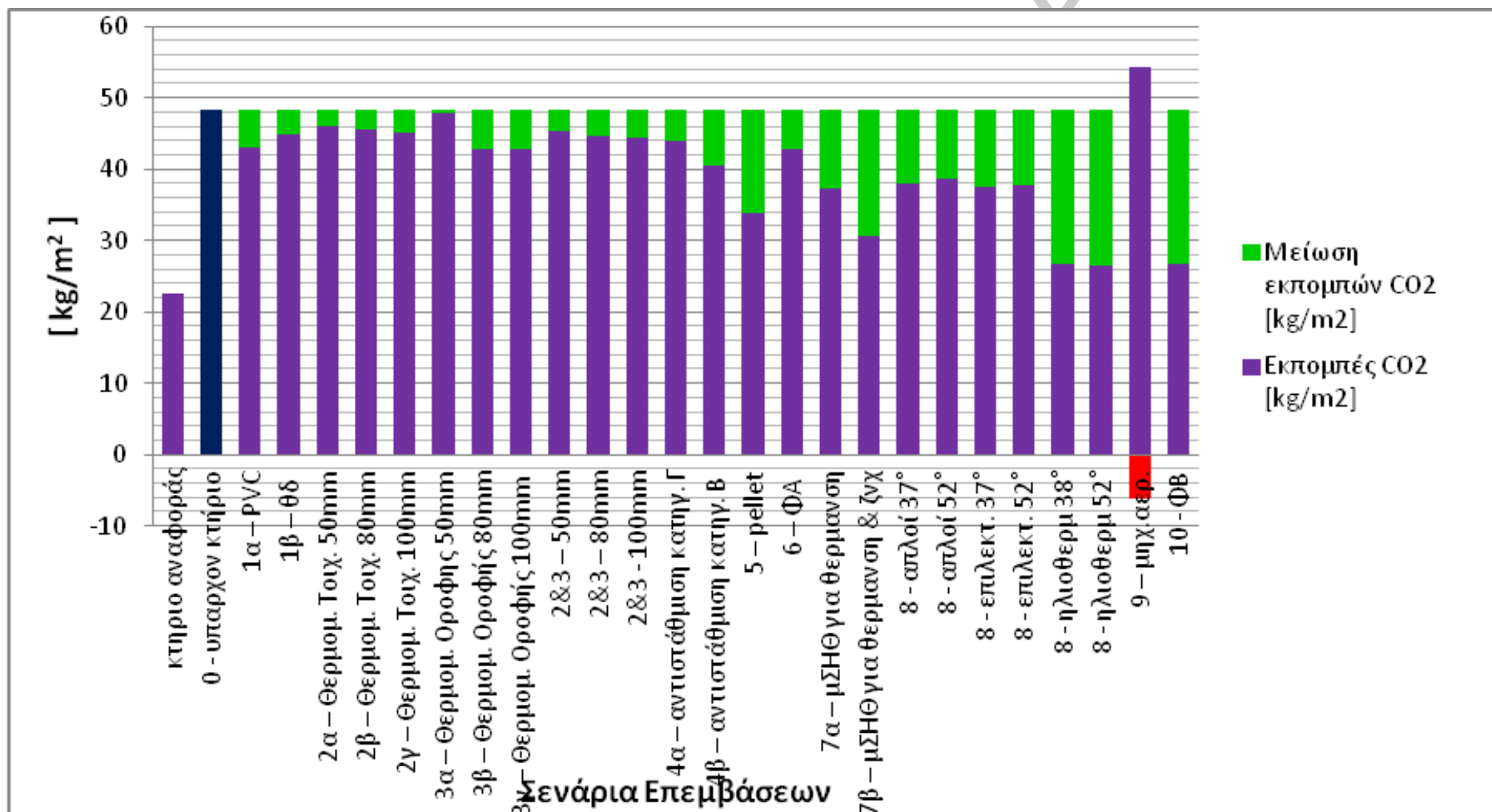
Επέμβαση	Κατάταξη - Απόδοση	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)	Αρχικό Κόστος Επένδυσης (€)	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)
Κουφώματα PVC	Δ - 1,68	12,4%	15.457	21
Κουφώματα με θ.δ	Δ - 1,77	8,1%	23.405	> 25
Εξωτ. Θερμομόνωση Κελύφους 50mm	Δ - 1,79	7,1%	41.415	> 25
Εξωτ. Θερμομόνωση Κελύφους 80mm	Δ - 1,75	8,8%	44.705	> 25
Εξωτ. Θερμομόνωση Κελύφους 100mm	Δ - 1,74	9,6%	45.173	> 25
Αντιστάθμιση κατηγ. Γ	Δ - 1,74	9,3%	1.505	3,2
Αντιστάθμιση κατηγ. Β	Δ - 1,60	16,7%	3.662	4,5
Λέβητας Pellet	Ε - 1,89	4,5%	13.734	7,1
Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.	Δ - 1,78	7,4%	6.130	7,5
μ-ΣΗΘ για θέρμανση	Γ - 1,31	31,7%	48.000	> 25
μ-ΣΗΘ & για ZNX	Δ - 1,61	16,4%	50.900	>> 25
Ηλιακοί απλοί (37,58°)	Δ - 1,56	19%	4.577	7,6
Ηλιακοί απλοί (52,58°)	Δ - 1,59	17,5%	4.577	8,3
Ηλιακοί επιλεκτικοί (37,58°)	Δ - 1,54	19,8%	4.638	7,5
Ηλιακοί επιλεκτικοί (52,58°)	Δ - 1,55	19,3%	4.638	7,6
Ηλιοθερμικό σύστημα (37,58°)	Γ - 1,12	41,8%	14.452	9,2
Ηλιοθερμικό σύστημα (52,58°)	Γ - 1,10	42,7%	14.452	8,8
Μηχανικός αερισμός	Ε - 2,12	0	20.937	-
Αυτόνομο ΦΒ σύστημα	Γ - 1,13	41,4%	26.800	21,4

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, προκύπτει ότι η επέμβαση που αποδίδει καλύτερα **ενεργειακά** είναι η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών που αντιστοιχεί στην χειμερινή λειτουργία, ενώ εκείνη που συμφέρει καλύτερα **επενδυτικά** είναι η επιλογή της εγκατάστασης αντιστάθμισης που αντιστοιχεί στην κατηγορία Γ των διατάξεων αυτοματισμού. Η επέμβαση που συνδυάζει **καλύτερη ενεργειακή απόδοση με απόσβεση επένδυσης** είναι και αυτή που αποδίδει καλύτερα ενεργειακά, δηλαδή η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών που αντιστοιχεί στην χειμερινή λειτουργία. Η επέμβαση αυτή είναι αποδοτική γιατί αφορά την ταυτόχρονη κάλυψη θέρμανσης και ZNX, φορτία στα οποία διαπιστώθηκε εξαρχής πρόβλημα.





Διάγραμμα 7.1-3 Αποτύπωση για κάθε σενάριο επέμβασης της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας και αντίστοιχης εξοικονόμησης σε σχέση με το υπάρχον κτήριο.



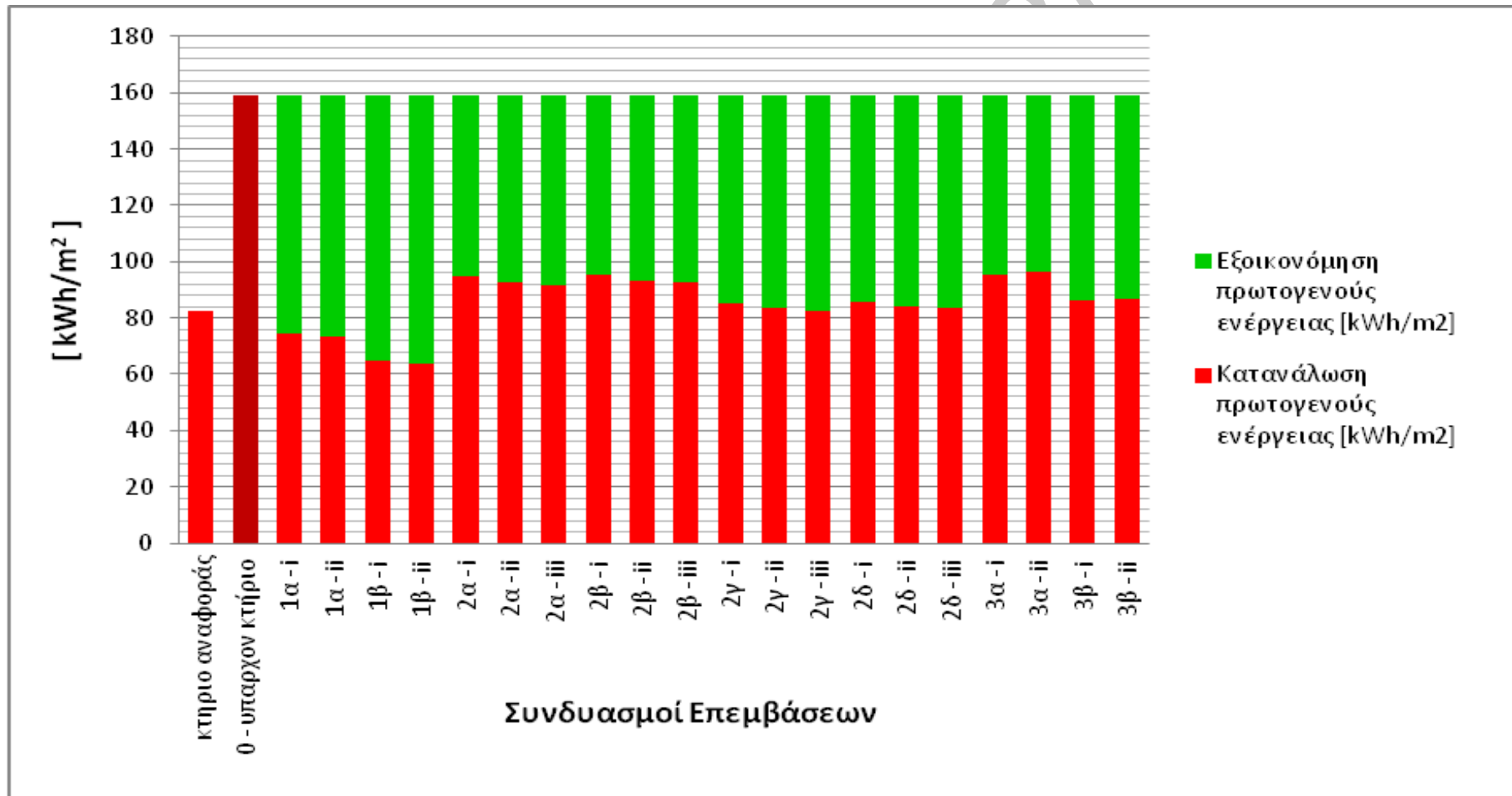
Διάγραμμα 7.1-4 Αποτύπωση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων των εκπομπών CO<sub>2</sub> και αντίστοιχης μείωσης σε σχέση με το υπάρχον κτήριο.

**Πίνακας 7.1.8** Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και περίοδος αποπληρωμής για το κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων.

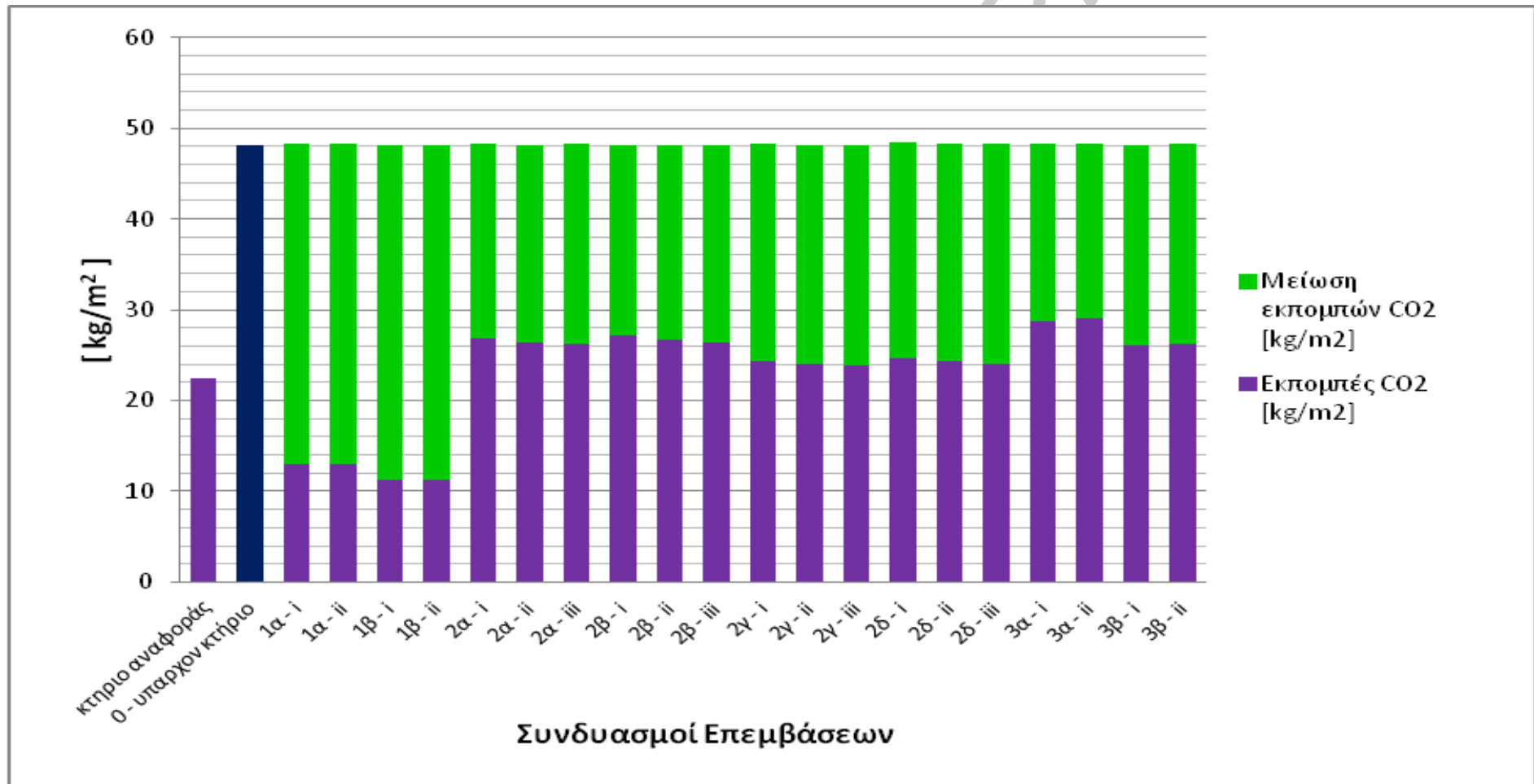
Συνδυασμός Επεμβάσεων	Κατάταξη - Απόδοση	Εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας (%)	Αρχικό Κόστος Επένδυσης (€)	Περίοδος αποπληρωμής (έτη)
<b>1α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα –Λέβητας Pellet			
<b>1α - i</b>	B – 0,90	53,1%	22.706	8,9
<b>1α - ii</b>	B – 0,89	53,8%	22.706	8,9
<b>1β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιοθερμικό Σύστημα –Λέβητας Pellet			
<b>1β - i</b>	B – 0,78	59,3%	32.063	9,2
<b>1β - ii</b>	B – 0,77	59,8%	32.063	9,2
<b>2α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.			
<b>2α - i</b>	Γ – 1,14	40,5%	53.730	> 25
<b>2α - ii</b>	Γ – 1,12	41,8%	56.230	> 25
<b>2α - iii</b>	Γ – 1,11	42,4%	57.552	> 25
<b>2β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.			
<b>2β - i</b>	Γ – 1,15	40,1%	57.091	> 25
<b>2β - ii</b>	Γ – 1,13	41,3%	56.230	> 25
<b>2β - iii</b>	Γ – 1,12	41,9%	57.552	> 25
<b>2γ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (37,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.			
<b>2γ - i</b>	Γ – 1,03	46,4%	56.087	24,2
<b>2γ - ii</b>	Γ – 1,01	47,5%	56.587	24,7
<b>2γ - iii</b>	B – 1,00	48%	59.909	25
<b>2δ</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού)– Εξωτερική Θερμομόνωση – Ηλιακό Σύστημα για ZNX (52,58°)– Λέβητας Συμπύκνωσης Φ.Α.			
<b>2δ - i</b>	Γ – 1,04	46%	54.851	23,8
<b>2δ - ii</b>	Γ – 1,02	47,1%	57.352	24,3
<b>2δ - iii</b>	Γ – 1,01	47,6%	58.673	24,6
<b>3α</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Γ διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC			
<b>3α - i</b>	Γ – 1,16	39,9%	21.868	12,6
<b>3α - ii</b>	Γ – 1,16	39,5%	21.868	12,7
<b>3β</b>	Αντιστάθμιση (κατηγορία Β διατάξεων αυτοματισμού) – Ηλιακό Σύστημα για ZNX – Κουφώματα PVC			
<b>3β - i</b>	Γ – 1,04	46%	24.226	11,9
<b>3β - ii</b>	Γ – 1,05	45,5%	24.226	12

Με βάση τον παραπάνω πίνακα, η επέμβαση που αποδίδει καλύτερα **ενεργειακά** είναι ο συνδυασμός [1<sup>β</sup>-ii], ο οποίος περιλαμβάνει εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης που αντιστοιχεί στην κατηγορία Β των διατάξεων αυτοματισμού, εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος με κλίση συλλεκτών που αντιστοιχεί στη χειμερινή λειτουργία τους και αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με λέβητα pellet. Ο συνδυασμός που συμφέρει καλύτερα **επενδυτικά** είναι ο [1<sup>α</sup>], δηλαδή η εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης που αντιστοιχεί στην κατηγορία Γ των διατάξεων αυτοματισμού σε συνδυασμό με εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος και αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με λέβητα pellet. Τέλος, ο συνδυασμός που συμφέρει **τόσο ενεργειακά όσο και επενδυτικά** είναι ο προηγούμενος [1<sup>α</sup>-ii] με επιλογή όμως κλίσης συλλεκτών που αντιστοιχεί στη χειμερινή λειτουργία τους (52,58°).

Αξίζει να αναφερθεί στο σημείο αυτό, ότι από τη στιγμή που συνολικά για όλα τα σενάρια του, ο συνδυασμός 1 είναι ο καλύτερος σε σχέση με τους άλλους τρεις εξεταζόμενους, εάν αντί για λέβητα βιομάζας εγκαθιστούσαμε λέβητα συμπύκνωσης, θα είχαμε ακόμη μεγαλύτερη εξοικονόμηση και ίσως και να αναβαθμιζόταν το κτήριο στην ενεργειακή κατάταξη Β<sup>+</sup>. Βέβαια, θα είχαμε περισσότερες εκπομπές CO<sub>2</sub> λόγω της χρήσης του φυσικού αερίου ως καύσιμο, σε αντίθεση με τη βιομάζα που θεωρείται ότι έχει μηδενικές εκπομπές.



**Διάγραμμα 7.1-5** Αποτύπωση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων της καταναλισκόμενης πρωτογενούς ενέργειας και αντίστοιχης εξοικονόμησης σε σχέση με το υπάρχον κτήριο



Διάγραμμα 7.1-6 Αποτύπωση για κάθε σενάριο συνδυασμού επεμβάσεων των εκπομπών CO<sub>2</sub> και αντίστοιχης μείωσης σε σχέση με το υπάρχον κτήριο.



## 7.2 Προτάσεις

Με βάση τα παραπάνω, είμαστε σε θέση να προτείνουμε για μία κατοικία αντίστοιχη με την εξεταζόμενη, τις επεμβάσεις που επιφέρουν τη μεγαλύτερη εξοικονόμηση, και παράλληλα αποσβένουν το αρχικό κόστος επένδυσης σε μια λογική χρονική περίοδο.

Όπως διαπιστώθηκε από την ανάλυση που προηγήθηκε, η επέμβαση που επέφερε τις μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας ήταν εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για κάλυψη σε ανάγκες ZNX και υποβοήθηση στα φορτία της θέρμανσης. Το μέγεθος της εξοικονόμησης ήταν 42,7% με απόσβεση σε 8,8 έτη, γεγονός που την καθιστά ιδανική λύση. Χάρη στη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση της ανέξοδης και φιλικής προς το περιβάλλον ηλιακής ενέργειας, η επέμβαση αυτή είναι δυνατόν να ανεβάσει από μόνη της έως και 3 ενεργειακές κλάσεις στην ενεργειακή κατάταξη. Δεδομένου μάλιστα και του γεγονότος ότι μια τέτοια επένδυση έχει διάρκεια ζωής πάνω από 20 έτη, την καθιστά ως την πρώτη επέμβαση που καταφέρνει να μειώσει δραματικά το λειτουργικό κόστος και την καταναλισκόμενη πρωτογενή ενέργεια, συμβάλλοντας παράλληλα και στην σημαντική μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων CO<sub>2</sub>. Θα πρέπει να υπάρχει βέβαια ο κατάλληλος χώρος στο λεβητοστάσιο για το δοχείο αδρανείας, οι διαστάσεις του οποίου είναι αρκετά μεγάλες και πρέπει να εξασφαλιστεί εκ των προτέρων ότι χωράει να περάσει από τις πόρτες, ενώ θα πρέπει να υπάρχει και ο κατάλληλος χώρος στην οροφή της πολυκατοικίας, καθώς η επιφάνεια των συλλεκτών που απαιτείται είναι αρκετά μεγάλη. Η καλύτερη επιλογή συλλεκτών για ένα τέτοιο σύστημα είναι οι συλλέκτες κενού, οι οποίοι εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση καταλαμβάνοντας τη μικρότερη δυνατή επιφάνεια.

Εάν κάποιος ωστόσο, δεν ενδιαφέρεται για μια τόσο υψηλή επένδυση και δεν θέλει να επέμβει σημαντικά στα συστήματα του κτηρίου, μπορεί να προχωρήσει στην λύση της αντιστάθμισης στον λέβητα. Δεν έχει μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης ενώ είναι και απλή στην εγκατάστασή της, χωρίς να επηρεάζει τη διάταξη στον λέβητα. Μάλιστα με την επιπλέον προσθήκη θερμοστατών χώρου ανεβαίνει η αυτοματοποίηση των διατάξεων και συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας. Βέβαια, εάν στόχος είναι η αναβάθμιση στην ενεργειακή κατάταξη (πχ στην κατηγορία Β), μια τέτοια επέμβαση έχει νόημα να εξεταστεί μοναδικά μόνο εφόσον η εξεταζόμενη κατοικία είναι με μία ενεργειακή τάξη διαφορά από την στοχευόμενη. Εάν, δεν είναι δυνατόν κάτι τέτοιο, θα συνιστάτο να εξεταστεί σε συνδυασμό με κάποια άλλη επέμβαση, η οποία επεμβαίνει στα συστήματα. Τέτοια λύση θα ήταν η περίπτωση ηλιοθερμικής εγκατάστασης που αναφέρθηκε προηγουμένως, ή η αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου. Μάλιστα, ο λέβητας συμπύκνωσης φυσικού αερίου έχει πολύ μεγάλη απόδοση και και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής σε σχέση με άλλους λέβητες, και αυτό οφείλεται στη χρήση του συγκεκριμένου καυσίμου με τον συγκεκριμένο τύπο λέβητα.

Τέλος, εάν κάποιος ενδιαφέρεται να βελτιώσει μόνο τις ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης, η επιλογή που φυσικά προτείνεται είναι η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, εφόσον βέβαια υπάρχει ο προβλεπόμενος χώρος για να εγκατασταθούν στις κατάλληλες αποστάσεις και χωρίς σκίαση. Η καλύτερη επιλογή συλλεκτών είναι αυτή των επιλεκτικών και σε κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής για να αποδίδει καλύτερα όλο το χρόνο. Η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και η μείωση των εκπεμπόμενων CO<sub>2</sub> είναι αρκετά μεγάλη, αλλά δεν αρκούν οι ηλιακοί συλλέκτες για να αναβαθμιστεί μια κατοικία σε κατάταξη πάνω από μία κλάση από την υπάρχουσα. Επομένως, εάν μια κατοικία θέλει να ανέβει παραπάνω στην ενεργειακή κατάταξη, καλό θα είναι να συνδυαστεί με μια άλλη επέμβαση, όπως λόγω

χάρη να αυτοματοποιήσει τις διατάξεις μέσω συστήματος θερμοκρασιακής αντιστάθμισης και ύπαρξης θερμοστατών και θερμοστατικών βαλβιδών ανά χώρο ιδιοκτησίας.

Γενικά, δεν θα προτεινόταν η επιλογή της εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής, εάν οι διαφορές των συντελεστών θερμοπερατότητας των χρησιμοποιούμενων υλικών δεν είναι αρκετά μεγάλες από τους μέγιστους επιτρεπτούς με βάση τον ΚΕΝΑΚ. Εάν συνυπολογίσει μαζί με το κόστος των υλικών και το κόστος από τα εργατικά, το αρχικό κόστος επένδυσης είναι αρκετά υψηλό, και για να αποσβεστεί σε λογικά χρονικά πλαίσια σχετικά με το χρόνο ζωής των δομικών στοιχείων, θα πρέπει η εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται να είναι αρκετά σημαντική. Είναι μια επιλογή λοιπόν που θα πρέπει κατά κύριο λόγο να εφαρμόζεται σε αμόνωτες ή πολύ κακά μονωμένες κατοικίες, ώστε η απόσβεση της επένδυσης να γίνει σε λογικά πλαίσια, εφόσον πλέον τα μεγέθη της εξοικονομούμενης ενέργειας στα φορτία της θέρμανσης και της ψύξης θα είναι σημαντικά. Βέβαια, οι τιμές στην αγορά των δομικών υλικών όσο και των εργατικών έχουν ήδη αρχίσει να μειώνονται, αλλά από ενεργειακής άποψης έχει περισσότερο νόημα η εφαρμογή μιας τέτοιας επέμβασης στις παραπάνω περιπτώσεις. Ιδιαίτερα βέβαια, αν εξεταστεί συνδυαστικά με κάποια άλλη επέμβαση, όπως σύστημα αντιστάθμισης ή ηλιακοί, η ενεργειακή εξοικονόμηση θα είναι πολύ μεγαλύτερη, το κτήριο θα ανέβει ενεργειακή κατάταξη και η απόσβεση της επένδυσης θα γίνει πιο σύντομα από αν εφαρμοζόταν η εξωτερική θερμομόνωση μεμονωμένα.

Το σημαντικό βήμα, προτού ο ενεργειακός επιθεωρητής εξετάσει και προτείνει λύσεις για να αναβαθμιστεί το κτήριο σε ενεργειακή κατηγορία, είναι να εντοπίσει τους τομείς που παρουσιάζουν το μεγαλύτερο πρόβλημα, δηλαδή εάν οι μεγαλύτερες καταναλώσεις γίνονται στον τομέα της θέρμανσης, της ψύξης ή του ζεστού νερού ψύξης. Αυτό που διαπιστώθηκε έπειτα από εκτενή ανάλυση ευαισθησίας στην παρούσα διπλωματική εργασία, είναι ότι οι συνδυασμοί επεμβάσεων είναι αυτοί που αποφέρουν τα βέλτιστα αποτελέσματα, τόσο από πλευράς ενεργειακής εξοικονόμησης και μείωσης των εκπεμπόμενων ρύπων, όσο και από πλευράς απόσβεσης επένδυσης. Αυτό συμβαίνει διότι συνήθως δεν είναι μόνο ένας ο τομέας που επιδέχεται βελτίωση, αλλά περισσότεροι από έναν αν όχι και όλοι. Συνεπώς, μόνο με συνδυασμό σωστών επεμβάσεων οι οποίες λειτουργούν παράλληλα μπορεί να επιτευχθεί η καλύτερη αναβάθμιση.

Εάν το πρόβλημα παρουσιάζεται στην θέρμανση, το βασικότερο είναι να «χτυπηθούν» τα συστήματα, εφόσον βέβαια διαπιστώνεται ότι ο λέβητας είναι παλιός και ειδικά αν χρησιμοποιεί πετρέλαιο. Εάν το κέλυφος του κτηρίου είναι πράγματι προβληματικό, τότε εξετάζεται η περίπτωση εξωτερικής θερμομόνωσης ή αντικατάστασης κουφωμάτων, εάν τα ήδη χρησιμοποιούμενα κουφώματα είναι κακής ποιότητας ή έχουν φθαρεί από τις καιρικές συνθήκες και την παλαιότητα.

Εάν το πρόβλημα εντοπίζεται στο ζεστό νερό χρήσης, τότε σίγουρα η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών θα αποδώσει τα μέγιστα στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Εάν το πρόβλημα εντοπίζεται στην ψύξη, τότε αυτό σημαίνει ότι τα κλιματιστικά που χρησιμοποιούνται έχουν πολύ κακό βαθμό EER και χρήζουν αντικατάστασης, με άλλα καλύτερης ενεργειακής απόδοσης.

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκού συστήματος είναι επίσης μια καλή λύση, ωστόσο έχει σχετικά μεγάλο κόστος επένδυσης και η απόσβεση δεν γίνεται νωρίτερα από 20 έτη. Ίσως η

περίπτωση του διασυνδεδεμένου στο δίκτυο να αποφέρει καλύτερη απόσβεση, ωστόσο δεν ήταν δυνατό να εξεταστεί στα πλαίσια της παρούσας εργασίας λόγω μη δυνατότητας εξέτασης από το λογισμικό.

Η εγκατάσταση συστήματος μ-ΣΗΘ έχει επίσης πολύ σημαντική συνεισφορά στην εξοικονόμηση ενέργειας, ωστόσο έχει πολύ υψηλό κόστος επένδυσης, γεγονός που καθιστά μια τέτοια επέμβαση για μια κατοικία ασύμφορη οικονομικά.

Τέλος, η περίπτωση του μηχανικού αερισμού που εξετάστηκε δεν θα προτεινόταν να εφαρμοστεί σε μια κατοικία, καθώς τελικά επιβαρύνει το σύστημα λόγω της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτά τα συστήματα αποδίδουν καλύτερα σε μεγάλες εγκαταστάσεις του τριτογενή τομέα, όπου υπάρχουν συστήματα κεντρικών κλιματιστικών μονάδων.

Όσον αφορά στο λογισμικό TEE-KENAK, αξίζει να αναφερθεί ότι αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο, με το οποίο μπορεί εύκολα κανείς να χρησιμοποιήσει για να επιθεωρήσει ένα κτήριο και να εξετάσει την ενεργειακή του απόδοση. Είναι σημαντικό ότι παρουσιάζει τη σύγκριση με το κτήριο αναφοράς και αυτό από μόνο του δίνει μια κατεύθυνση των επεμβάσεων που θα πρέπει να εξεταστούν για την βελτίωση της κατάστασης.

Ωστόσο, καθότι και σχετικά καινούριο εργαλείο, έχει ακόμη περιθώρια βελτίωσης, κυρίως σε ό,τι έχει να κάνει με την ενεργοποίηση πεδίων για να καθορίζει ο ίδιος ο χρήστης κάποιες παραμέτρους (όπως διαπιστώθηκε στην περίπτωση του μηχανικού αερισμού, αν και κάποιες παράμετροι πρέπει να παραμένουν σταθερές, ώστε τα αποτελέσματα να είναι συγκρίσιμα ανά την επικράτεια). Παράλληλα και το σύστημα της μ-ΣΗΘ πιθανότατα να χρειάζεται κάποιες διορθώσεις, όπως διαπιστώθηκε στην περίπτωση της κάλυψης και φορτίων για ZNX. Το πρόβλημα βέβαια στην περίπτωση του μ-ΣΗΘ έγκειται στη μη σύνδεση του συστήματος με το δίκτυο, με αποτέλεσμα να έχουμε ανεκμετάλλευτες ποσότητες παραγόμενης ενέργειας.

Καθώς προσανατολίζεται κυρίως για τεχνική αξιολόγηση από μηχανικούς, καλό θα ήταν η ανάλυση επένδυσης ενδεχόμενης επέμβασης να εξετάζεται με κάποιο άλλο οικονομικό εργαλείο, καθώς όπως σχολιάστηκε και στα συμπεράσματα, δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πώς ακριβώς υπολογίζει το λειτουργικό κόστος, τι τιμές καυσίμων χρησιμοποιεί και ποιες παραδοχές κάνει ως προς τις προβλέψεις των τιμών. Η δε αναγωγή του κόστους στις περιπτώσεις των κουφωμάτων ανά  $m^2$  κατέστησε χρονοβόρα την εισαγωγή των οικονομικών δεδομένων στο λογισμικό. Για αυτό το λόγο άλλωστε και εξετάζεται σε ξεχωριστή εργασία της Αμούργη Μαρίας με τίτλο «Οικονομική αξιολόγηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας σε διώροφη κατοικία», η ανάλυση επένδυσης των επεμβάσεων που αναλύθηκαν τεχνικά στην παρούσα εργασία, ώστε ο αναγνώστης να εισπράξει μια πιο συνολική εικόνα για τις εξεταζόμενες επεμβάσεις.

## 8. ΑΝΑΦΟΡΕΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

### ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Δρούτσα Π., Γαγλία Αθηνά, Δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα κτήρια – Επιθεωρήσεις κτηρίων, Παρουσίαση στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2008.
- [2] Δρούτσα Κ., Μπαλαράς Κ.Α., Περιβαλλοντικές επιπτώσεις και εξοικονόμηση ενέργειας για θέρμανση σε ελληνικές πολυκατοικίες, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2006.
- [3] Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης (Κ.Εν.Α.Κ.) – Εφημερίς της Κυβερνήσεως (τεύχος 2<sup>ο</sup>).
- [4] Μπαλαράς Κωνσταντίνος, Οδηγός για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, 2001.
- [5] Νόμος 3661/2008 – Εφημερίς της Κυβερνήσεως (τεύχος 1<sup>ο</sup>).
- [6] Προεδρικό Διάταγμα 100/2010 – Εφημερίς της Κυβερνήσεως (τεύχος 1<sup>ο</sup>).
- [7] Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, TOTEE 20701-1/2010 (β' έκδοση), Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτηρίων και την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.
- [8] Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, TOTEE 20701-2/2010 (β' έκδοση), Θερμοφυσικές ιδιότητες δομικών υλικών και έλεγχος της θερμομονωτικής επάρκειας των κτηρίων.
- [9] Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, TOTEE 20701-3/2010 (β' έκδοση), Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών.
- [10] Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, TOTEE 20701-4/2010 (β' έκδοση), Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού.
- [11] Τεχνική Οδηγία Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδος, TOTEE 20701-5/2012, Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού, Θερμότητας και Ψύξης: Εγκαταστάσεις σε κτήρια.
- [12] Συστήματα συμπαράγωγής μικρής κλίμακας (micro-CHP), ΚΑΠΕ
- [13] Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών – ΣΕΦ, Οδηγός φωτοβολταϊκών: Μάθετε για την τεχνολογία, Ιανουάριος 2011
- [14] Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών – ΣΕΦ, Ηλιακές στέγες: Ένας πρακτικός οδηγός για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στον οικιακό-κτηριακό τομέα, Μάρτιος 2012

- [15] Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ, Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις, Αύγουστος 2009
- [16] Λευτέρης Γιακουμέλος, «Θερμικά Ηλιακά Συστήματα», Σεμινάριο Εξειδίκευσης «Ενσωμάτωση των τεχνολογιών ΑΠΕ στα κτήρια», 23-26 Ιουνίου 2008
- [17] Χριστοδουλάκη Ρόζυ, «Εφαρμογές Θερμικών Ηλιακών στον Κτιριακό Τομέα», Ημερίδα ECO Building, 12 Ιουνίου 2008
- [18] KNAUF Γυψοποιία ABEE , «Συστήματα θερμομόνωσης», Σεπτέμβριος 2009
- [19] Παναγιώτου Βασίλειος, «Τεχνοοικονομική μελέτη συστημάτων μικρο-συμπαγωγής στον οικιακό τομέα», Ιούλιος 2011
- [20] Αλ Φάντελ Μαγδαληνή, «Αξιολόγηση συστημάτων παραγωγής θερμικής ενέργειας στην ενεργειακή συμπεριφορά κτηρίου με βάση τον ΚΕΝΑΚ», Σεπτέμβριος 2011

#### ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [21] Balaras C.A., Gaglia A.G., Georgopoulou E., Mirasgedis S., Sarafidis Y. and Lalas D.P., European residential buildings and empirical assessment of the Hellenic building stock, energy consumption, emissions and potential energy savings, Building and Environment, vol. 42, 2007, 1298-1314.
- [22] Chrisna du Plessis, The environmental impact of buildings, Programme for Sustainable Human Settlements, 2002.

#### ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- <http://www.cres.gr/>
- <http://www.cres.gr/greenbuilding>
- <http://www.ypeka.gr/>
- <http://exoikonomisi.ypeka.gr>
- <http://www.energycon.org/>
- <http://www.psem.gr/>
- <http://www.jubiland.gr/el>
- <http://fibran.gr/>
- <http://www.knauf.gr/>
- <http://www.statistics.gr/>
- <http://www.epa.gov/>
- <http://env.meteo.noa.gr/datamine>

- <http://www.uest.gr/suscon>
- <http://www.desmie.gr/>
- <http://www.helapco.gr/>
- <http://www.ecompellet.gr/>
- <http://www.ergotzet.gr/>
- <http://www.theros.gr/>
- <http://www.domil.gr/>
- <http://www.hellenicecofuel.com/>
- <http://www.klimatika.gr/>
- <http://www.aerioattikis.gr/>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ



## 9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### 9.1 Πιστοποιητικό Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ)

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....		
ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΤΙΚΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	<b>ΧΡΗΣΗ:</b> ..... Κτίριο <input type="checkbox"/> Τμήμα κτιρίου <input type="checkbox"/> Αριθμός ιδιοκτησίας: ..... Κλιματική Ζώνη: ..... Διεύθυνση: ..... ..... Τ.Κ. .... Πόλη: ..... Έτος κατασκευής: ..... Συνολική επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]: ..... Θερμαινόμενη επιφάνεια [m <sup>2</sup> ]: ..... Όνομα ιδιοκτήτη: .....	(Φωτογραφία κτιρίου)
	ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ	
		ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ
	<b>ΜΗΔΕΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ</b>	
	$EP \leq 0,33 \cdot R_n$ <b>A+</b>	
	$0,33 \cdot R_n < EP \leq 0,5 \cdot R_n$ <b>A</b>	
	$0,5 \cdot R_n < EP \leq 0,75 \cdot R_n$ <b>B+</b>	
	$0,75 \cdot R_n < EP \leq 1,0 \cdot R_n$ <b>B</b>	<b>B</b>
	$1,0 \cdot R_n < EP \leq 1,41 \cdot R_n$ <b>Γ</b>	
	$1,41 \cdot R_n < EP \leq 1,82 \cdot R_n$ <b>Δ</b>	
$1,82 \cdot R_n < EP \leq 2,27 \cdot R_n$ <b>E</b>		
$2,27 \cdot R_n < EP \leq 2,73 \cdot R_n$ <b>Z</b>		
$2,73 \cdot R_n < EP$ <b>H</b>		
<b>ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΜΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟ</b>		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου αναφοράς [kWh/m <sup>2</sup> ): .....		
Υπολογιζόμενη ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ): .....		
Υπολογιζόμενες ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ): .....		
<b>Πραγματική ετήσια κατανάλωση ενέργειας &amp; Εκπομπές CO<sub>2</sub></b>		
Ηλεκτρική ενέργεια [kWh/m <sup>2</sup> ): ..... Καύσιμα [kWh/m <sup>2</sup> ): .....	Θερμική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολική ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας [kWh/m <sup>2</sup> ): .....	Οπτική άνεση <input type="checkbox"/>	
Συνολικές ετήσιες εκπομπές CO <sub>2</sub> [kg/m <sup>2</sup> ): .....	Ακουστική άνεση <input type="checkbox"/>	
	Ποιότητα αέρα <input type="checkbox"/>	

Α.Π.: ..... Α.Α.: .....						
ΕΤΗΣΙΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΝΑ ΤΕΛΙΚΗ ΧΡΗΣΗ						
Πηγή ενέργειας		Τελική χρήση			Συνεισφορά στο ενεργειακό ισοζύγιο του κτιρίου (%)	
Ηλεκτρική		Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
Ορυκτά καύσιμα	Πετρέλαιο	Θέρμανση <input 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"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Βιομάζα	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Γεωθερμία	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Άλλο: .....	Θέρμανση <input type="checkbox"/>	Ψύξη <input type="checkbox"/>	ZNX <input type="checkbox"/>		
	Σύνολο	Φωτισμός <input type="checkbox"/>				
Ετήσια κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας ανά τελική χρήση [kWh/m <sup>2</sup> ]						
Θέρμανση: .....			Ψύξη: .....			
Ζεστό Νερό Χρήσης (ZNX) : .....			Φωτισμός : .....			
ΑΠΕ & ΣΗΘ : (-) .....						
ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ						
1. ....						
2. ....						
3. ....						
Αριθμός σύστασης	Εκτιμώμενο αρχικό κόστος επένδυσης [€]	Εκτιμώμενη ετήσια εξοικονόμηση πρωτογενούς ενέργειας και τιμή μονάδας*			Εκτιμώμενη ετήσια μείωση εκπομπών CO <sub>2</sub> * [kg/m <sup>2</sup> ]	Εκτιμώμενη περίοδος αποπληρωμής* [έτη]
		[kWh/m <sup>2</sup> ]	[%]	[€/kWh]		
1						
2						
3						
* Η εξοικονόμηση ενέργειας και τιμή μονάδας αφορά την κάθε επί μέρους σύσταση και τα ποσά δεν αθροίζονται. Ομοίως για την ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και την περίοδο αποπληρωμής.						
Ημερομηνία έκδοσης ΠΕΑ: .....				Σφραγίδα:		
Όνοματεπώνυμο Επιθεωρητή: .....				Υπογραφή:		
Α.Μ. Επιθεωρητή: .....						